ISSN 2411-7609

DOI: 10.17117/na.2016.06.02

<https://ukonf.com/doc/na.2016.06.02.pdf>

Научный альманах

2016 · N 6-2(20)

Science Almanac

ISSN 2411-7609

9 772411 760903

<https://ukonf.com/na>

DOI: 10.17117/na.2016.06.02

<https://ukonf.com/doc/na.2016.06.02.pdf>

Научный альманах

2016 · N 6-2(20)

Выходит 12 раз в год

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-56326 от 02.12.2013 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель:

ООО «Консалтинговая компания Юком»

Главный редактор: Уляхин Т.М.

Адрес редакции: Россия, 392000, г. Тамбов, а/я 44

URL: <https://ukonf.com/na>

E-mail: na@ukonf.com

Информация об опубликованных статьях предоставляется в РИНЦ (договор № 255-04/2015)

Science Almanac

2016 · N 6-2(20)

Issued 12 times a year

Registration Certificate of mass media EL № FS 77-56326 from 12/02/2013 given by Federal service of supervision in the scope of communication, information technologies and mass media (Roskomnadzor)

Founder and Publisher: Consulting company Ukom

Editor in Chief: Ulyahin T.M.

Address of Publisher:

Russia, 392000, Tambov, PO box 44

URL: <https://ukonf.com/na>

E-mail: na@ukonf.com

The information about published articles is given to the RISQ system (contract № 255-04/2015)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна. Издание основано в 2013 году. 30,81 усл. печ. л. 493 с.

По материалам международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы образования и науки», Россия, г. Тамбов, 30 июня 2016 г.

Редакционная коллегия

Аксенова Светлана Владимировна

Доктор медицинских наук, профессор

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Ахметов Марат Анварович

Доктор педагогических наук, профессор

Ульяновский государственный педагогический университет
им. И.Н. Ульянова

Ульяновск, площадь 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, 4

Баширов Вадим Дипрович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Оренбургский государственный университет
г. Оренбург, пр. Победы, 13

Гасанова Узлипат Усмановна

Доктор филологических наук, профессор

Дагестанский государственный университет
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43 А

Гнездова Юлия Владимировна

Доктор экономических наук, профессор

Смоленский государственный университет
г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4

Гоциридзе Рауль Симонович

Доктор химических наук, директор

Батумский государственный университет им. Шота Руставели
Грузия, г. Батуми, ул. Гришашвили 5

Доника Алена Дмитриевна

Доктор социологических наук, профессор

Волгоградский государственный медицинский университет
г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1

Editorial board

Aksenova Svetlana Vladimirovna

Candidate of Medical Sciences, Professor

Mordovia State University named N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Ahmetov Marat Anvarovich

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor

Ulyanovsk State Pedagogical University
Ulyanovsk, 100th anniversary of the birth of V.I. Lenin sq., 4

Bashirov Vadim Diprovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Orenburg State University
Orenburg, Pobedy ave., 13

Gasanova Uzlipat Usmanovna

Doctor of Philological Sciences, Professor

Dagestan State University
Mahachkala, M. Gadzhiev st., 43 A

Gnezdova Yulya Vladimirovna

Doctor of Economic Sciences, Professor

Smolensk State University
Smolensk, Przhevalsky st., 4

Gotsiridze Raul Simonovich

Doctor of Chemical Sciences, Director

Batumi State University named Shota Rustaveli
Georgia, Batumi, Grishashvili st., 5

Donika Alena Dimitrievna

Doctor of Sociological Sciences, Professor

Volgograd State Medical University
Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1

Редакционная коллегия

Дыбина Ольга Витальевна

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой
Тольяттинский государственный университет
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

Егорова Галина Ивановна

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой
Тюменский государственный нефтегазовый университет
(филиал)
г. Тобольск, Зона Вузов, 9

Жуков Борис Михайлович

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой
Южный институт менеджмента
г. Краснодар, ул. Ставропольская, 216

Зайнуллина Лилия Маратовна

Доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой
Башкирский государственный университет
г. Уфа, ул. К. Маркса, 3/4

Залозная Галина Михайловна

Доктор педагогических наук, профессор, декан
Оренбургский государственный аграрный университет
г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18

Калинина Ирина Николаевна

Доктор биологических наук, профессор
Сибирский государственный университет физической культуры
и спорта
г. Омск, ул. Масленникова, 144

Кесаева Рита Эльбрусовна

Доктор социологических наук, профессор, декан
Северо-Осетинский государственный университет
им. К.Л. Хетагурова
г. Владикавказ, ул. Ватутина, 46

Кильберг-Шахзадова Надежда Васильевна

Доктор философских наук, профессор
Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова
г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Кобелева Татьяна Алексеевна

Доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой
Тюменский государственный медицинский университет
г. Тюмень, ул. Одесская, 61

Кожин Владимир Александрович

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой
Нижегородский институт менеджмента и бизнеса
г. Нижний Новгород, ул. Горная, 13

Коротков Владислав Георгиевич

Доктор технических наук, профессор, декан
Оренбургский государственный университет
г. Оренбург, пр. Победы, 13

Лобанов Александр Павлович

Доктор психологических наук, профессор, проректор
Белорусский государственный педагогический университет
им. Максима Танка
Белоруссия, г. Минск, ул. Советская, 18

Марченко Марина Николаевна

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой
Кубанский государственный университет
г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Матиевская Наталья Васильевна

Доктор медицинских наук
Гродненский государственный медицинский университет
Белоруссия, г. Гродно, ул. Горького, 80

Editorial board

Dybina Olga Vitalievna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department
Togliatti State University
Togliatti, Belorusskaya st, 14

Egorova Galina Ivanovna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department
Tyumen State Oil and Gas University (branch)
Tobolsk, Zona Vuzov, 9

Zhukov Boris Mihaylovich

Doctor of Economic Sciences, Professor, head of Department
Southern Institute of Management
Krasnodar, Stavropolskaya st., 216

Zaynullina Liliya Maratovna

Doctor of Philological Sciences, Professor, head of Department
Bashkir State University
Ufa, K. Marks st., 3/4

Zaloznaya Galina Mihaelovna

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Dean
Orenburg State Agrarian University
Orenburg, Chelyuskincev st., 18

Kalinina Irina Nikolaevna

Doctor of Biological Sciences, Professor
Siberian Academy of Physical Culture
Omsk, Maslennikova st., 144

Kesaeva Rita Elbrusovna

Doctor of Sociological Sciences, Professor, Dean
North Ossetian State University
Vladikavkaz, Vatutina st., 46

Kilberg-Shahzadova Nadejda Vasilyevna

Doctor of Philosophical Sciences, Professor
Kabardino-Balkarian State University
named after H.M. Berbekov
Nalchik, Chernyshevsky st., 173

Kobeleva Tatyana Alekseevna

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, head of
Department
Tyumen State Medical Academy
Tyumen, Odessa st., 54

Kozhin Vladimir Aleksandrovich

Doctor of Economics Science, Professor, head of Department
Nizhny Novgorod Institute of Management and Business
Nizhny Novgorod, Mountain st., 13

Korotkov Vladislav Georgievich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean
Orenburg State University
Orenburg, Pobedy ave., 13

Lobanov Aleksandr Pavlovich

Doctor of Psychological Sciences, Professor, Vice-Rector
Belarusian State Pedagogical University named Maxim Tank
Belarus, Minsk, Sovetskaya st., 18

Marchenko Marina Nikolaevna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department
Kuban State University
Krasnodar, Stavropolskaya st., 149

Matievskaya Natalya Vasilevna

Doctor of Medical Sciences
Grodno State Medical University
Belarus, Grodno, Gorky st., 80

Редакционная коллегия

Мегрелишвили Зураб Неврович

Доктор технических наук, профессор,
руководитель департамента
Батумский государственный университет им. Ш. Руставели
Грузия, Батуми, ул. Пиромани, 12

Мейманов Бактыбек Каттоевич

Доктор экономических наук, профессор
Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова
Кыргызстан, г. Бишкек, ул. Тоголок Молдо, 58

Ниценко Виталий Сергеевич

Доктор экономических наук
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова
Украина, г. Одесса, ул. Дворянская, 2

Новиков Юрий Олегович

Доктор медицинских наук, профессор
Башкирский государственный медицинский университет
г. Уфа, ул. Ленина, 3

Оболеньский Николай Васильевич

Доктор технических наук, профессор, зам. директора
Нижегородский государственный инженерно-экономический
университет
г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

Пирожков Геннадий Петрович

Доктор культурологии, профессор
Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов, ул. Советская, 106

Попова Ангелина Алексеевна

Доктор химических наук, зав. кафедрой
Майкопский государственный технологический университет
г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Прохоров Владимир Тимофеевич

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Институт сферы обслуживания и предпринимательства
(филиал) ДГТУ
г. Шахты, ул. Шевченко, 147

Рябцев Александр Львович

Доктор исторических наук, зав. кафедрой
Черноморское Высшее военно-морское ордена Красной Звезды
училище имени П.С. Нахимова
г. Севастополь, ул. Павла Дыбенко, 1

Рябцева Елена Евгеньевна

Доктор политических наук, профессор
Севастопольский экономико-гуманитарный институт
(филиал) Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского
г. Севастополь, ул. Лизы Чайкиной, 80

Сазонова Виктория Владимировна

Доктор ветеринарных наук, профессор
Орловский государственный аграрный университет
г. Орел, ул. Генерала Родина, 69

Скрипачева Ирина Александровна

Доктор культурологии, профессор
Тольяттинский государственный университет
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

Сопов Александр Валентинович

Доктор исторических наук, профессор
Майкопский государственный технологический университет
г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Тамбовцева Ритта Викторовна

Доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой
Российский государственный университет физической
культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)
г. Москва, Сиреневый бул., 4

Editorial board

Megrelishvili Zurab Nevrovich

Doctor of Technical Science, Professor, head of Department
Batumi State University named Sh. Rustaveli
Georgia, Batumi, Pirosmeni st., 12

Meymanov Baktybek Kattoevich

Doctor of Economic Sciences, Professor
Kyrgyz Economic University named M. Ryskulbekov
Kyrgyzstan, Bishkek, Togolok Moldo st., 58

Niceneno Vitaliy Sergeevich

Doctor of Economics Science
Odessa I.I. Mechnikov National University
Ukraine, Odessa, Dvoryanskaya str., 2

Novikov Yuriy Olegovich

Doctor of Medical Sciences, Professor
Bashkir State Medical University
Ufa, Lenin st., 3

Obolenskiy Nikolai Vasilyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, deputy Director
Nizhny Novgorod State University of Architecture and
Civil Engineering
Nizhny Novgorod, Ilinskaya st., 65

Pirozhkov Gennadiy Petrovich

Doctor of Culturology, Professor
Tambov State Technical University
Tambov, Sovetskaya st., 106

Popova Angelina Alekseevna

Doctor of Chemical Sciences, head of Department
Maykop State Technological University
Maykop, Pervomayskaya st., 191

Prokhorov Vladimir Timofeevich

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department
Institute of the Service Sector and Entrepreneurship (branch)
DSTU
Shakhty, Shevchenko st., 147

Ryabcev Aleksandr Lvovich

Doctor of Historical Sciences, head of Department
Nakhimov Naval Academy (Sevastopol)
Sevastopol, Pavla Dybenko st., 1

Ryabceva Elena Evgenyevna

Doctor of Political Sciences, Professor
Sevastopol economic-humanitarian Institute (branch)
Crimean Federal University. V.I. Vernadsky
Sevastopol, Lisa Chaikina st., 80

Sazonova Victoriya Vladimirovna

Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Orel State Agrarian University
Orel, General Rodin st., 69

Skrpacheva Irina Aleksandrovna

Doctor of Culturology, Professor
Togliatti State University
Togliatti, Belorusskaya st., 14

Sopov Alexander Valentinovich

Doctor of Historical Sciences, Professor
Maykop State Technological University
Maykop, Pervomayskaya st., 191

Tambovtseva Ritta Viktorovna

Doctor of Biological Sciences, Professor, head of Department
Russian State University of Physical Education, Sport,
Youth and Tourism (RSUPESY&T)
Moscow, Lilac blvd., 4

Редакционная коллегия

Теренина Ирина Владимировна

Доктор экономических наук, профессор
Ростовский государственный строительный университет
г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

Ферару Галина Сергеевна

Доктор экономических наук, профессор
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
г. Белгород, ул. Победы, 85

Хажметов Лиуан Мухажевич

Доктор технических наук, профессор
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова
г. Нальчик, пр. Ленина, 1 В

Халиков Абдулхак Абдулхайрович

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Ташкентский институт инженеров железнодорожного
транспорта
Узбекистан, г. Ташкент, ул. Адылходжаева, 1

Храмченко Дмитрий Сергеевич

Доктор филологических наук
Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого
г. Тула, пр. Ленина, 125

Черкашина Татьяна Тихоновна

Доктор педагогических наук, зав. кафедрой
Государственный университет управления
г. Москва, Рязанский пр., 99

Шекихачев Юрий Ахметханович

Доктор технических наук, профессор, декан
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова
г. Нальчик, пр. Ленина, 1 В

Шефер Ольга Робертовна

Доктор педагогических наук, профессор
Челябинский государственный педагогический университет
г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Шулаев Алексей Владимирович

Доктор медицинских наук, профессор, проректор
Казанский государственный медицинский университет
г. Казань, ул. Бутлерова, 49

Editorial board

Terenina Irina Vladimirovna

Doctor of Economic Sciences, Professor
State University of Civil Engineering
Rostov-on-Don, Socialisticheskaya st., 162

Feraru Galina Sergeevna

Doctor of Economic Sciences, Professor
Belgorod National Research University
Belgorod, Pobedy st., 85

Hazhmetov Liuyan Muhazhevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Kabardino-Balkar State Agricultural University named
after V.M. Kokov
Nalchik, Lenina ave., 1

Halikov Abdulhak Abdulhairovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department
Tashkent Institute of Railway Transport Engineers
Uzbekistan, Tashkent, Adylhodzhaeva st., 1

Hramchenko Dmitriy Sergeevich

Doctor of Philological Sciences
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University
Tula, Lenin ave., 125

Cherkashina Tatyana Tihonovna

Doctor of Pedagogical Sciences, head of Department
State University of Management
Moscow, Ryazanskiy ave., 99

Shekikhachev Yuriy Ahmethanovich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean
Kabardino-Balkar State Agricultural University named
after V.M. Kokov
Nalchik, Lenina ave., 1 V

Shefer Olga Robertovna

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Chelyabinsk State Pedagogical University
Chelyabinsk, Lenin ave., 69

Shulaev Aleksey Vladimirovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, vice Rector
Kazan State Medical University
Kazan, Butlerova st., 49

Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	20
Бабийчук Г.А., Коломийцев А.Ю., Чумак Б.Б. Информационно-аналитический интернет ресурс по недвижимости: запросы на естественном языке	20
Баринов И.В. Разработка программного обеспечения для исследования эффективности алгоритмов калибровки группы микрофонов	24
Богатов М.В., Кондратьева Л.А. Интерпретация термодинамических расчетов систем «азид натрия – галогениды кремния и бора»	27
Бондин И.В., Соловьева П.С. Интернет вещей	31
Валитов Г.М., Чумак Б.Б. Система импорта данных в СУБД MySQL на основе свободно распространяемых программных продуктов	34
Головкин С.М. Исследование возможности повышения быстродействия электропривода использованием новой схемы планетарного редуктора с положительной обратной связью	38
Гончарук Н.М. Обеспечение передачи видеотрасляций в реальном времени через сеть интернет.....	42
Гумовский Ю.Н. Способ частотного регулирования тягодутьевых систем ТЭЦ	45
Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Кулаков Н.В., Ушкалов В.Ю. Методика исследования инфракрасных излучателей	49
Заводовский Н.А., Кирилюк В.А., Куклин Е.В. Распределенная поисковая система Majestic-12.....	54
Зыбин И.Н., Коваленко А.С. Особенности восстановления конических поверхностей деталей электроконтактной наваркой проволокой.....	57
Зыбин И.Н., Савосто В.В. Устройство для поворота электрода относительно детали при электроконтактной наварке проволокой	64
Исуткина В.Н., Дедов Н.И. Проектирование сосудов давления при упругих и локальных пластических деформациях	69
Казаков А.В., Царев В.А. Технические аспекты разработки системы идентификации и прослеживание рулонов металлопроката	74
Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К. Планирование эксперимента по определению влияния высокочастотного воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам машин.....	78

Ланщикова Г.А. Сторителлинг как метод дизайна.....	83
Лебедев К.А., Габдрахимов Ш.Р., Хакимов Р.Т. Анализ энергоэффективности автотракторных двигателей при работе на природном газе.....	86
Левкович Т.И., Хверенец И.С. Обследование состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог и площадок Брянской области.....	90
Лезгин Е.В., Коробова И.Л. Разработка подсистемы САПР расположения контейнеров на складе	96
Ляпунов С.М. Программные средства для реализации ролевого взаимодействия для образовательных процессов	98
Макаров Ю.А., Морозова Т.С., Лукашина С.В. Геотекстильные материалы в строительстве и ландшафтном дизайне	101
Москалец Н.В., Поповская Е.О., Тарасов К.А. Оптимизация суммарного взвешенного времени обслуживания в пиринговой сети	110
Мякинин Р.А. Разработка подсистемы автоматизированного проектирования центра управления автоперевозками.....	117
Наумец А.Ю., Богданов Д.Ю., Савченко А.В. Математическое и физическое моделирование режимов работы автоматизированного электропривода системы пожаротушения	121
Незнамов И.Е., Симау Э.Б. Исследования физико-химического состава полусинтетического моторного масла.....	130
Нейман Л.А. Анализ процесса взаимодействия импульсов сил в электромагнитной ударной системе с потерями кинетической энергии	134
Овчинникова Л.А. Проектирование общественных туалетов в городской среде. Модульные конструкции	140
Петров А.И., Коломийцев А.Ю., Чумак Б.Б. Интеллектуальный интернет-каталог торгово-промышленных ресурсов.....	143
Пономарева Г.В., Схаляхо З.Ч., Багаманова А.И., Хрисониди В.А. Разработка математических моделей расчета гидратообразования в газопроводе	146
Попова К.В. Механизм процесса осаждения защитных пленок SiO ₂	152
Савченко А.В., Шмат Р.А., Некрасов А.С. Анализ современных автоматизированных электроприводов для подъемно- транспортных механизмов	157
Соловьева П.С., Бондин И.В. Применение современных информационных технологий в бизнесе и управлении	161
Степанова Е.Б., Валиев М.В., Трусов А.В. Подходы к выбору технологии тестирования в распределенных информационных системах федерального уровня.....	165
Тихонова Л.С. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций	169

Фёдорова В.Ю. Модуль в проектирование выставочного пространства	176
Хакимов Р.Т., Кагиров СА., Нозимов А.А. Оптимизация электронной системы управления газовым двигателем	181
Шолина И.С., Герасимов Д.А. О возможностях электронно-ионной эмиссии в нанолитографии.....	185
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	188
Агеев Е.А. К выбору сечений простой равномерно загруженной по нижнему поясу балочной фермы.....	188
Андросова Д.И. О выборе сечений в плоской балочной ферме с треугольной решеткой, загруженной по нижнему поясу	191
Бадертдинов Р.Р. О стабильности нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка в системе Maple	194
Бирбасов А.А. Аналитический расчет прогиба плоской арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу	198
Бойко О.О. Анализ стабильности нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка в системе Maple	202
Волостнов Д.К. Формула для прогиба фермы, загруженной по нижнему поясу в зависимости от распределения площадей сечений поясов.....	205
Герасимов С.А. Об экспериментальной аэродинамике осциллятора с зонтообразным крылом.....	208
Доманов Е.В. Аналитическая зависимость прогиба пространственной консоли треугольного профиля от числа панелей.....	214
Евстигнеев Д.Е. Исследование стабильности и решение нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения в системе Maple	218
Ерзунов И.А. Условие стабильности нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения в системе Maple	221
Заяц Э.Ю. Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу	224
Киреева О.И. Реализация метода сопряженных градиентов для задачи Дирихле в прямоугольнике.....	228
Китаев С.С. Пример неустойчивости нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка	232
Колосов Н.А. Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, загруженной по верхнему поясу с учетом распределения площадей сечения стержней	236

Коненков М.А. Формула зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей.....	239
Коротков А.В. Преобразование чисел Пифагора	242
Кружков Е.П. Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей и перераспределения площадей стержней	247
Кузнечихин А.А. Формула для прогиба арочной фермы треугольного очертания с произвольным числом панелей при загрузке верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей сечений стержней	250
Кунов И.М. О жесткости арочной фермы треугольного очертания в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей	253
Макаров М.Д. Анализ смещения опоры плоской упругой арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу	257
Максимов Д.В. Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузке верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей	260
Матросов С.М. Формула для прогиба шпренгельной фермы под действием равномерной нагрузки	264
Муратшин Т.И. Эффективное вычисление первых значений функции Пиллаи	267
Ниналалов И.Г. Расчет прогиба консольной фермы	271
Павлова Е.В. Задача раскроя в курсе методов оптимизации для экономических специальностей университета.....	274
Петелин А.Е., Кирилюк В.А., Куклин Е.В., Заводовский Н.А. Разработка мобильного приложения для моделирования динамики дислокационной петли в ГЦК-металлах	276
Петриченко Е.А. О прогибе консольной фермы с крестообразной решеткой в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей	279
Пилягина Л.А. Зависимость горизонтального смещения опоры арочной фермы от числа панелей.....	282
Показаньев И.Д. Стабильность и численное решение одного нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения	285
Попов А.С. Прогиб балочной фермы с учетом строительного подъема в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней	289
Семенова Г.Д. Пример неустойчивости нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения.....	292

Фам З.Б. Расчет смещения подвижной опоры плоской балочной фермы со сложной решеткой	296
Фам Ч.Т. Формула для прогиба фермы типа "Butterfly", загруженной по нижнему поясу	299
Фролов М.А. Формула для горизонтального смещения подвижной опоры шпренгельной фермы, нагруженной по верхнему поясу	302
Хоанг Х.Ч. Зависимость смещения подвижной опоры фермы типа "Butterfly" от числа панелей	305
Червенко А.Ю. Прогиб балочной фермы с треугольной решеткой под действием равномерной нагрузки по нижнему поясу.....	309
Ягудин Р.Д. Аналитическое исследование смещения опоры балочной фермы с параллельными поясами	312
Трунов П.В. Аналитический расчет прогиба симметричной арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу, в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней	315
МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	319
Абулгатина А.С., Баталова М.О. Комплексный подход к развитию детей с расстройствами аутистического спектра.....	319
Алферина Е.Н., Маркосьян Н.С., Игнатъев В.Н., Котлова О.А., Козлова И.Н. Бешенство в Республике Мордовия в 2006–2015 годах.....	323
Валеева Э.Р., Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Социально-гигиеническая характеристика уровня знаний о риске воздействия химических веществ на состояние здоровья.....	327
Грашкин В.А. Мониторинг патологических изменений у пациентов с периоральным дерматитом методом активной радиометрии	331
Грашкин В.А. Взаимосвязи метаболической активности клеток цельной крови и волновой активности водосодержащих сред у больных с периоральным дерматитом	337
Гукасян Е.Л. Дифференциальная диагностика острого риносинусита	343
Ильющенко Н.А., Джафарова Б.З. Менструальная дисфункция у студенток северного медицинского вуза с недифференцированной дисплазией соединительной ткани.....	346
Ипполитов И.Ю., Кисткин А.И., Широков И.И. Результаты использования блокирующего остеосинтеза при переломах длинных трубчатых костей в ургентной травматологии.....	351
Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Семынина Н.М., Князева А.М., Веневцева Н.В., Анучина Н.Н. Этические аспекты оказания паллиативной помощи в работе медицинской сестры.....	358

Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Анучина Н.Н., Карпухин Г.Н., Семенина Н.М., Полетаева И.А.	
Особенности отношения населения к факторам риска развития сахарного диабета и хронических неинфекционных заболеваний	362
Литвинова Е.С., Разумова М.С., Кузмицкая О.Н., Михайлова А.И.	
Коррекция метаболизма эритроцитов при экспериментальном остром токсическом поражении печени	366
Лищенко О.А.	
Особенности проявлений острого респираторного дистресс-синдрома вызванного адреналином под влиянием микроволн частотой 1 ГГц	370
Силантьева Е.Н., Березина Н.В.	
К вопросу о комплексном лечении заболеваний слизистой оболочки полости рта	374
Степанова Е.Б., Курячий А.Ю., Тиренни А.Ю.	
Разработка модели и модуля обработки многомерных структурированных отчетов в распределенной информационной системе предприятия газового комплекса	377
Стяжкина С.Н., Матусевич А.Е., Иванова М.К., Акимов А.А.	
Бактерицидные и дезодорирующие возможности портативного озонатора в здравоохранении	381
Субботина Т.И.	
Репродуктивная функция мышц линии с57/в16 на фоне воздействия миллиметрового излучения. Возможности модификации	386
Терехов И.В.	
Биофизические аспекты оценки эффективности слабых и сверхслабых электромагнитных воздействий на водосодержащие среды	391
Терехов И.В., Воеводин А.А.	
Резонансная эмиссионная радиотомография водосодержащих биосред, как метод исследования живых систем	397
Терехов И.В., Воеводин А.А.	
Содержание в мононуклеарных клетках цельной крови протеинкиназы р38, иммуноглобулина G4 и кателицидина под влиянием микроволн частотой 1 ГГц	401
Хоронеко С.Е., Авдеева Н.А., Лукьянова Т.В.	
Морфофункциональная адаптация организма при длительном ограничении подвижности и возможности ее коррекции	407
Хоронеко С.Е., Кудашкин С.С., Новикова Н.Б.	
Морфологические аспекты адаптации организма в условиях экспериментальной гиперхолестеринемии	412
Синицын Н.И.	
Механизмы взаимодействия электромагнитных неионизирующих излучений малой мощности с биологическими объектами. Практическая реализация	416
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	420
Галиаскарова Ф.М., Никитина Д.С.	
Оценка качества родников Бирского района Республики Башкортостан	420
Галиаскарова Ф.М., Саликова С.В.	
Оценка качества родников Мишкинского района Республики Башкортостан	423
Лаврентьев Б.Ф.	
Прибор для получения серебряной воды «Эрвий 3»	426

Старцева Е.С., Лоханина С.Ю., Трубачева Л.В. Оценка загрязнения почв на территориях нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики	430
Халиков И.С. Дибензпирены в донных отложениях озера Байкал.....	434
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	438
Гаврильева Л.Д., Кудинова З.А. Современное состояние растительности на территории Томторского месторождения редкоземельных металлов	438
Петряков В.В. Изменения показателей естественной резистентности сыворотки крови коров при включении в рационы микроводоросли <i>Spirulina platensis</i>	442
Щербина В.Г. Оценка динамики предгорных экосистем	446
Щербина В.Г., Волков А.Н. Постолимпийская трансформация флористического состава лесных экосистем сочинского побережья	450
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ	454
Астахов А.С., Жерносенко А.А., Хонина Г.В., Петров К.И. Терапия коров с острым послеродовым эндометритом в условиях молочного комплекса ООО "Эвика-Агро" Исетского района Тюменской области.....	454
Занозина О.Д., Шабанова И.В. Способ получения микроудобрения на основе биоактивных кислот.....	459
Избасаров А.Ж., Якушкин И.В., Мастеков А.А. Влияние условий содержания дойных коров на ветеринарно-санитарную оценку молока	462
Шангина Д.Н., Потемкина Н.В. Комплексная оценка территории Завет-Ленинского парка в Республике Крым	466
НАУКИ О ЗЕМЛЕ	473
Задорожная Т.Н., Закусилов В.П. Применение выборочных главных компонент для прогноза сложных метеоусловий.....	473
Костылева Л.Н. Особенности микроклимата городской среды.....	479
Ломакина С.С. Экологический мониторинг р. Есиль на территории Акмолинской области Республики Казахстан за 2014-2015 гг.	483
Пагиева З.А. Конвейерный карьерный транспорт	486
Пайметов Н.Г. Экологические проблемы городов (на примере г. Свободного)	490

Contents

Babijchuk G.A., Kolomiytsev A.Yu., Chumak B.B. Information-analytical Internet resource on real estate: the natural language queries.....	20
Barinov I.V. Development of software for research of efficiency microphones groups calibration algorithms.....	24
Bogatov M.V., Kondratieva L.A. Interpretation of thermodynamic calculations systems "Sodium azide – silicon and boron halides".....	27
Bondin I.V., Solovieva P.S. Internet of things.....	31
Valitov M.G., Chumak B.B. System import data in MySQL based on freely distributable software products.....	34
Golovkin S.M. Research of a possibility of increase of high-speed performance of the electric drive use of the new scheme of a planetary reducer with positive feedback	38
Goncharuk N.M. Providing live video transmission in real time via the Internet	42
Goumovskiy Yu.N. Method of frequency regulation draft CHP systems	45
Dolgikh P.P., Kolmakov Yu.V., Kulakov N.V., Ushkalov V.Yu. Technique of research of infrared radiators	49
Zavodovskii N.A., Kirilyk V.A., Kuklin E.V. Distributed search engine Majestic-12	54
Zybin I.N., Kovalenko A.S. Features of renewal of conical surfaces of details by electrocontact welding of the wire	57
Zybin I.N., Savosto V.V. A device for the turn of an electrode concerning a detail at the electrocontact welding of the wire	64
Isutkina V.N., Dedov N.I. Design of pressure vessels in elastic and plastic deformations of local	69
Kazakov A.V., Tsarev V.A. Technical aspects of the development of the system of identification and tracking of metal rolls.....	74
Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K. Planning for an experiment to determine the effect of high-frequency effects on the adhesion of soil to the working bodies of cars.....	78
Lanshchikova G.A. Storytelling – method of design	83
Lebedev K.A., Gabdrahimov Sh.R., Khakimov R.T. Analysis of the efficiency of automotive engines when operating on natural gas	86
Levkovich T.I., Hwerenez I.S. A condition survey of concrete pavements roads and sites of the Bryansk region.....	90

Lezgin E.V., Korobova I.L. The development of subsystems CAD layout containers in stock.....	96
Lyapunov S.M. The software for role-play interaction in education process.....	98
Makarov Yu.A., Morozova T.S., Lukashina S.V. Geotextile materials in the construction and landscape design	101
Moskalets N.V., Popovskaya E.A., Tarasov K.A. Optimization of total weighted service time in the P2P network	110
Myakinin R.A. The development of subsystems of computer-aided design of traffic management center.....	117
Naumets A.Yu., Bogdanov D.Yu., Savchenko A.V. Mathematical and physical modeling operation mode automated electric fire extinguishing system	121
Neznamov I.E., Simao E.B. Research of physical and chemical composition of the semi-synthetic engine oil	130
Neyman L.A. Analysis of power pulses interact with the loss of kinetic energy in the electromagnetic shock system	134
Ovchinnikova L.A. The design of public toilets in the urban environment. Modular designs	140
Petrov A.I., Kolomiitsev A.Yu., Chumak B.B. Intelligent Internet-directory commercial industrial resources	143
Ponomareva G.V., Shalyaho Z.Ch., Bagamanova A.I., Hrisonidi V.A. Development of mathematical models of calculation of hydrate formation in the pipeline	146
Popova K.V. Precipitation mechanism of SiO ₂ protective films	152
Savchenko A.V., Shmat R.A., Nekrasov A.S. The analysis of modern automated electric drives for lifting and transport mechanisms	157
Soloveva P.S., Bondin I.V. The use of modern information technology in business and management.....	161
Stepanova E.B., Valiev M.V., Trusov A.V. Testing technology for distributed information systems	165
Tikhonova L.S. Planning of sound-proofing of non-load-bearing constructions	169
Fedorova V.Yu. Module design of the exhibition space.....	176
Khakimov R.T., Kagiroy S.A., Nozimov A.A. Optimize electronic gas engine control system.....	181
Sholina I.S., Gerasimov D.A. On the possibilities of electron-ion emission in nanolithography	185
Ageev E.A. On the selection of cross-sections of a simple uniformly loaded on the bottom flange truss.....	188
Androsova D.I. On the choice of cross sections in a flat beam girder with a triangular lattice, loaded on the bottom flange	191

Badertdinov R.R. On the constancy of nonlinear ordinary differential equation of the second order in system Maple	194
Birbasov A.A. Analytical calculation of the deflection of flat arched truss, loaded on the upper belt.....	198
Boyko O.O. The analysis of the stability of nonlinear ordinary differential equations of the second order system Maple.....	202
Volostnov D.K. The formula for the deflection of the truss, loaded on the bottom depending on the distribution of section areas of the belts.....	205
Gerasimov S.A. On experimental aerodynamics of oscillator with the umbrella-shaped wing.....	208
Domanov E.V. The analytical dependence of the deflection spatial console triangular profile of the number of panels.....	214
Evstigneev D.E. Study of constancy and solution of nonlinear ordinary differential equation in system Maple.....	218
Erzunov I.A. The condition of constancy of a nonlinear ordinary differential equation in system Maple	221
Zayac E.Yu. The deflection of a flat beam truss with a triangular lattice under the action of uniform load on the top belt.....	224
Kireeva O.I. Conjugate gradient method implementation for the Dirichlet problem in rectangle	228
Kitaev S.S. An example of constancy of nonlinear ordinary differential equation of the second order.....	232
Kolosov N.A. The horizontal offset supports are arched truss, loaded on the upper zone taking into account the distribution of the cross-section areas of the rods.....	236
Konenkov M.A. The formula of dependence of deflection of a flat beam farm with a triangular lattice of panels.....	239
Korotkov A.V. The conversion of numbers of Pythagoras.....	242
Kruzhkov E.P. The horizontal offset supports of flat arched truss with a triangular lattice depending on the number of panels and the redistribution of the areas of the rods.....	247
Kuznechikhin A.A. The formula for deflection of the arched truss triangular shape with an arbitrary number of panels under the loading of the upper zone, depending on the redistribution of the areas of the sections	250
Kunov I.M. Stiffness of the arched truss of triangular shape, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels.....	253
Makarov M.D. Analysis of displacement support plane elastic arch truss loaded at the upper belt	257

Maksimov D.V. Analysis of horizontal displacement of a support of the arched truss triangular shape under loading of the upper zone, depending on redistribution of the squares of members and number of panels.....	260
Matrosov S.M. The formula of the truss deflection under the action of uniform load.....	264
Muratshin T.I. Efficient calculating first values of Pillai's function.....	267
Ninalalov I.G. Calculation of the deflection of the cantilever farm	271
Pavlova E.V. The task of cutting up to date optimization techniques for economic specialties of the university	274
Petelin A.E., Kirilyk V.A., Kuklin E.V., Zavodovskii N.A. To develop mobile applications for modeling the dynamics of dislocation loop in FCC metals	276
Petrichenko E.A. On the deflection of the cantilever truss with cross bars lattice, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels.....	279
Piliagina L.A. The dependence of horizontal displacement of a support arched truss of the number of panels	282
Pokazaniev I.D. Constancy and numerical solution of a nonlinear ordinary differential equation.....	285
Popov A.S. The deflection of the girder, including construction hoist, depending on number of panels and the distribution of areas rods.....	289
Semenova G.D. An example of the constancy of nonlinear ordinary differential equation	292
Pham Z.B. The calculation of the displacement of the movable support of flat girder, with a complex lattice	296
Pham Ch.T. The formula for deflection of a the "Butterfly" type truss, loaded on the bottom belt	299
Frolov M.A. The formula for the horizontal displacement of the movable support of truss, loaded on the upper belt	302
Hoang H.Ch. The dependence of the displacement of the movable support of the truss type "Butterfly" from the number of panels	305
Chervenko A.Yu. The deflection of a girder with a triangular lattice under the action of uniform load on the bottom belt.....	309
Yagudin R.D. Analytical study of the displacement of the support girders with parallel chords.....	312
Trunov P.V. Analytical calculation of the deflection of symmetrical arched truss loaded on the bottom flange, depending on the number of panels and the distribution of areas rods.....	315

Abulgatina A.S., Batalova M.O. An integrated approach to the development of children with autism spectrum disorders	319
Alferina E.N., Markosyan N.S., Ignatyev V.N., Kotlova O.A., Kozlova I.N. Rabies in the Republic of Mordovia in 2006-2015	323
Valeeva E.R., Stepanova N.V., Fomina S.F. Social and hygienic characteristics of the level of knowledge about the risks of exposure to chemicals on the health of	327
Grashkin V.A. Monitoring of pathological changes in patients with perioral dermatitis by the method of active radiometry	331
Grashkin V.A. The relationship of metabolic activity of whole blood cells and wave activity in water-containing environments in patients with perioral dermatitis	337
Gukasyan E.L. Differential diagnosis of acute rhinosinusitis	343
Ilyuschenko N.A., Djafarova B.Z. Menstrual dysfunction in students of the northern Medical university with undifferentiated connective tissue dysplasia	346
Ippolitov I.Yu., Kistkin A.I., Shirokov I.I. The results of using a blocking osteosynthesis for fractures of the long bones in urgent trauma	351
Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Semynina N.M., Knyazeva A.M., Venevtseva N.V., Anuchina N.N. Ethical aspects of palliative care in the work of a nurse	358
Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Anuchina N.N., Karpuhin G.N., Semynina N.M., Poletaeva I.A. Especially the attitude of the population to risk factors for diabetes and chronic noncommunicable diseases	362
Litvinova E.S., Razumova M.S., Kuzmitsaya O.N., Michailova A.I. Correction of metabolic activity of erythrocytes of peripheral blood at experimental sharp toxic damage of the liver	366
Lishenyuk O.A. Manifestations of acute respiratory distress syndrome caused by adrenaline in the background microwave radiation frequency of 1 GHz	370
Silantyeva E.N., Berezina N.V. To the question of complex treatment of diseases of the mucosa of the oral cavity	374
Stepanova E.B., Kuryachi A.Yu., Tirenni A.Yu. Modeling and processing development of multi-dimensional structured reports in gas complex distributed information system	377
Styazhkina S.N., Matusevich A.E., Ivanova M.K., Akimov A.A. Bactericidal and deodorizing features portable ionizer in healthcare	381
Subbotina T.I. Reproductive function of the mice of line c57/B16 and its modification by low-intensity radiation in the experiment	386
Terekhov I.V. Biophysical aspects of efficiency estimation of weak and very weak electromagnetic impacts on the aqueous environment	391

Terekhov I.V., Voevodin A.A. Resonant emission radiotomography of the water-containing biological media, as a method of research of living systems	397
Terekhov I.V., Voevodin A.A. Dynamics of the content in the mononuclear cells of whole blood protein kinases p38, immunoglobulin G4 and cathelicidin under the influence of microwaves at 1 GHz	401
Horoneko S.E., Avdeeva N.A., Lukyanova T.V. Morfofunkcionalnaja adaptation of the body with prolonged restriction of mobility and possibility of its correction.....	407
Horoneko S.E., Kudashkin S.S., Novikov N.B. Morphological aspects of the adaptation of the organism in experimental hypercholesterolemia.....	412
Sinitsin N.I. Mechanisms of interaction of electromagnetic non-ionizing radiation of low power with biological objects. The practical implementation	416
Galiaskarova F.M., Nikitina D.S. Quality assessment of springs in the Birska region of Bashkortostan Republic	420
Galiaskarova F.M., Salikova S.V. Quality assessment of springs in the Mishkino region of Bashkortostan Republic.....	423
Lavrentiev B.F. Device for obtaining silver water "Ervy 3"	426
Startseva E.S., Lohanina S.Yu., Trubacheva L.V. Assessment of soil pollution on the territories of oil producing enterprises of Udmurt Republic	430
Khalikov I.S. Dibenzpyrenes in bottom sediments of the Baikal Lake	434
Gavrilieva L.D., Kudinova Z.A. The modern condition of vegetation in the territory of the Tomtor deposits of rare-earth metals.....	438
Petryakov V.V. Changes in parameters of the natural resistance of blood serum of cows when rations microalgae <i>Spirulina platensis</i>	442
Scherbina V.G. Assessment of the dynamics of ecosystems foothill	446
Scherbina V.G., Volkov A.N. The transformation of the post-Olympic Sochi coast floristic composition of forest ecosystems.....	450
Astahov A.S., Zhernosenko A.A., Khonina G.V., Petrov K.I. Therapy of cows with acute postpartum endometritis in the conditions of the dairy complex LLC "Evic-agro Isetsky district of the Tyumen region	454
Zanozina O.D., Shabanova I.V. The method of obtaining microfertilizers based on bioactive acids	459
Izbasarov A.Z., Yakushkin I.V., Mashtakov A.A. Influence of conditions of dairy cows in the veterinary and sanitary evaluation of milk	462
Shangina D.N., Potemkina N.V. Complex assessment of the territory of Zaviet-Leninsky park in Crimean Republic	466
Zadorozhnaja T.N., Zakusilov V.P. The use of selective principal component to predict tough weather conditions	473

Kostyleva L.N.	
Features of the microclimate of the urban environment.....	479
Lomakina S.S.	
Ecological monitoring of Esil river on the territory of Akmola region of Kazakhstan Republic for 2014-2015	483
Pagiewa Z.A.	
Conveyor quarry transport.....	486
Pajmetov N.G.	
Ecological problems of cities (On the example of the Svobodny)	490

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.020

Поступила (Received): 04.06.2016

Бабийчук Г.А., Коломийцев А.Ю., Чумак Б.Б. **Информационно-аналитический интернет ресурс по** **недвижимости: запросы на естественном языке**

Babijchuk G.A., Kolomiytsev A.Yu., Chumak B.B.
Information-analytical Internet resource on real estate:
the natural language queries

В статье представлено описание процесса обработки пользовательских запросов на естественном языке. Рассмотрены преимущества использования такого подхода в работе информационно-аналитических интернет ресурсов

The article deals with the description of process of the natural language requests processing. Has been discussed the advantages of using this approach for information-analytical internet resources

Ключевые слова: естественно-языковые запросы, информационно-аналитический интернет ресурс, поиск

Key words: natural language processing, information-analytical internet resources, search

Бабийчук Георгий Александрович
Бакалавр
Московский технологический университет
г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Babijchuk Georgy Alexandrovich
Bachelor
Moscow technological university
Moscow, Vernadskogo ave., 78

Коломийцев Александр Юрьевич
Старший преподаватель
Московский технологический университет
г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Kolomiytsev Alexander Yurievich
Senior lecturer
Moscow technological university
Moscow, Vernadskogo ave., 78

Чумак Борис Борисович
Кандидат технических наук, доцент
Московский технологический университет
г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Chumak Boris Borisovich
Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Moscow technological university
Moscow, Vernadskogo ave., 78

В работе представлен разработанный информационно-аналитический интернет ресурс по недвижимости, в котором реализованы функции обработки запросов пользователя на естественном языке.

Такой подход позволяет значительно сократить количество результатов первоначальной выборки и задать большинство необходимых ему параметров находясь на главной странице, оставляя возможность их коррекции при помощи фильтров.

Первым этапом процесса обработки запроса пользователя является разбиение исходного текста на отдельные слова, что нетрудно реализовать средствами языка разработки, в данном случае PHP.

Общую схему процесса представим на рисунке 1.

Рис. 1. Схема процесса поиска

Для функционального анализа обработки запросов пользователя на естественном языке использовалась методология DFD (Data Flow Diagrams) – диаграмма потоков данных.

В качестве внешних сущностей в рассматриваемой системе выступают браузер и веб-сервер.

На контекстной диаграмме рис. 2 представлен главный процесс– обработка пользовательского запроса, соединенный с приёмниками и источниками информации, посредством которых с системой взаимодействуют пользователи и другие внешние системы.

Рис. 2. Контекстная диаграмма

Диаграмма декомпозиции первого уровня (рис. 3) представляет главный процесс в виде трех взаимодействующих процессов:

- обработка текстового запроса;
- обработка параметров фильтрации;
- обработка пользовательского запроса.

Рис. 3. Диаграмма декомпозиции первого уровня

Контекстные диаграммы следующего уровня детализируют контекст и структуру подсистемы текстового запроса (рис. 4).

Рис. 4. Диаграмма декомпозиции текстового запроса

Массив слов в текстовом запросе приводится к нормализованному виду и затем формируется нормализованный запрос.

В работе создан модуль «Поиск», который выполняет обработку запроса пользователя на естественном языке и возвращает список, удовлетворяющий параметрам фильтрации.

Эксперимент, проведенный на разработанной системе, показал значительное сокращение результатов первоначальной выборки.

Список используемых источников:

1. Селезнев К. Обработка текстов на естественном языке // Открытые системы. № 12. 2003.
2. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998. 98 с.
3. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий. М.: СИНТЕГ, 1997. 312 с.
4. Зализняк А.А. Грамматический словарь русского языка. Словоизменение. М.: Русский язык, 1987.

© 2016, Бабийчук Г.А., Коломийцев А.Ю., Чумак Б.Б.
Информационно-аналитический интернет ресурс
по недвижимости: запросы на естественном языке

© 2016, Babijchuk G.A., Kolomiytsev A.Yu.,
Chumak B.B.
Information-analytical Internet resource on real
estate: the natural language queries

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.024

Поступила (Received): 26.06.2016

Баринов И.В.
Разработка программного обеспечения для
исследования эффективности алгоритмов
калибровки группы микрофонов

Barinov I.V.
Development of software for research of efficiency
microphones groups calibration algorithms

В статье рассмотрен алгоритм определения взаимного расположения группы микрофонов и алгоритм определения координат источника звука на основании оцененных координат микрофонов, рассмотрена их эффективность. На примере модели, разработанной на языке Visual C++, показано, что данные алгоритмы обеспечивают получение оценок расположения микрофонов и источника звука с достаточной для большинства задач точностью

Ключевые слова: микрофоны, источник звука, запись звука, прослушивание точки в помещении, MS Visual Studio 2012, C++

In the article the algorithm for determining the mutual position of the group of microphones and an algorithm for determining the coordinates of the sound source based on the estimated coordinates of the microphones, their effectiveness is considered. On the example of the model developed in the language of Visual C++, it is shown that these algorithms provides the location of the microphone and the sound source estimates with sufficient accuracy for most purposes

Key words: Microphones, sound sources, sound recording, listening to the point of the room, MS Visual Studio 2012, C++

Баринов Иван Валерьевич

Магистрант

Рязанский государственный радиотехнический университет

г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1

Barinov Ivan Valeryevich

Master

Ryazan state radio engineering university

Ryazan, Gagarin st., 59/1

Качество звука играет одну из ключевых ролей при записи или трансляции мультимедиа информации. От него зачастую зависят прибыли компаний, скорость и качество принятия управленческих решений.

В ряде случаев из аудиозаписи всего мероприятия требуется выделить речь конкретных людей. При этом на качество понимания этой речи существенное влияние оказывают другие источники звука. Для улучшения качества понимания речи можно выполнять аудиозапись с помощью группы из нескольких микрофонов, расположенных в помещении, и затем (или в процессе записи) с помощью специальной обработки аудиозаписи сориентировать диаграмму направленности микрофонов на интересующий источник звука, отфильтровав звуки, приходящие с других направлений. Но для того, чтобы можно было выполнить такую обработку, необходимо точно знать расположение источника

звука относительно микрофонов, что, в свою очередь, требует знаний о расположении микрофонов относительно друг друга. В общем случае по ряду причин это обеспечить невозможно. Таким образом, возникает актуальная научно-техническая задача калибровки группы микрофонов, решаемая в данной работе [1].

Задача определения координат микрофонов сводится к математической задаче минимизации функции расстояний между ними. Эту функцию можно записать следующим образом:

$$F(x) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} - S_{ij})^2, \quad (1)$$

где N – количество микрофонов в комнате, (x_i, y_i) – координаты i -го микрофона, S_{ij} – расстояние от i -го источника звука до j -го микрофона, вычисленное программно на основе записанного файла. Определение координат целевого источника звука сводится к поиску пары координат (x, y) , при которой становятся верными равенства (2):

$$vt_i + e_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}, \quad (2)$$

где $i = \overrightarrow{1, A}$.

Решить данную систему представляется возможным, используя численные методы.

Необходимо найти некоторый диапазон по каждой оси координат, в который с высокой вероятностью войдёт реальное значение координаты источника звука по каждой оси, при этом минимизировав длину данного диапазона.

За оцененное значение координат источника принимается середина найденного диапазона по каждой оси.

Для решения данной задачи предлагается следующий алгоритм.

За начальный диапазон значений координат принимаются размеры помещения.

Далее последовательно к диапазонам применяется метод половинного деления.

Условием выбора того или иного диапазона за основной является меньшее значение $e_{\text{выч}}$ для всех уравнений системы при некоторых случайных координатах из этого диапазона. Где $e_{\text{выч}}$ рассчитывается по формуле (3).

$$e_{\text{выч}} = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} - vt_i, \quad (3)$$

где $i = \overrightarrow{1, A}$, где A – количество микрофонов.

Алгоритм продолжается до достижения некоторой минимальной погрешности.

Моделирование работы данного алгоритма показало достаточную точность определения координат при заданных начальных условиях.

Список используемых источников:

1. Бажура Ю.Г., Баринев И.В., Овечкин Г.В. Разработка программного обеспечения для исследования эффективности алгоритмов определения взаимного расположения микрофонов // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем. Рязань: РГРТУ, 2014. 152 с.

2. Moses R., Krishnamurthy D., Patterson R.A Self-Localization Method for Wireless Sensor Networks // *Eurasip Journal on Applied Signal Processing, special Issue on Sensor Networks*, 2002.
3. Stanley T. Birchfield, Amarnag Subramanya. *Microphone Array Position Calibration by Basis-Point Classical Multidimensional Scaling* // *IEEE transactions on speech and audio processing*. Vol. 13. no. 5. 2005.
4. Сидоров И.Н., Димитров А.А. *Микрофоны и телефоны*. М.: Радио и связь, 1993. 152 с.

© 2016, Баринов И.В.

Разработка программного обеспечения для исследования эффективности алгоритмов калибровки группы микрофонов

© 2016, Barinov I.V.

Development of software for research of efficiency microphones groups calibration algorithms

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.027

Поступила (Received): 15.06.2016

Богатов М.В., Кондратьева Л.А.
Интерпретация термодинамических расчетов систем
«азид натрия – галогениды кремния и бора»

Bogatov M.V., Kondratieva L.A.
Interpretation of thermodynamic calculations systems
"Sodium azide – silicon and boron halides"

Приведена интерпретация термодинамических расчетов исходных систем для синтеза нитридной композиции Si_3N_4 -BN в системе «азид натрия – галогениды кремния (K_2SiF_6) и бора (KBF_4 или $NaBF_4$)»

Shows the interpretation of thermodynamic calculations of the original systems for the synthesis of nitride composition Si_3N_4 -BN in system "Sodium azide – silicon (K_2SiF_6) and boron(KBF_4 или $NaBF_4$) halides"

Ключевые слова: CBC, нитриды, азид натрия, галоидная соль

Key words: SHS, nitrides, sodium azide, halides

Богатов Максим Валерьевич

Студент

Самарский государственный технический университет

г. Самара, ул. Молодогвардейская, 133

Bogatov Maxim Valerievich

Student

Samara state technical university

Samara, Molodogvardeiskaya st., 133

Кондратьева Людмила Александровна

Кандидат технических наук, доцент

Самарский государственный технический университет

г. Самара, ул. Молодогвардейская, 133

Kondratieva Lyudmila Aleksandrovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Samara state technical university

Samara, Molodogvardeiskaya st., 133

Расчёт температуры горения проводится в предположении отсутствия теплотер и с учетом полного превращения исходных компонентов в конечные продукты синтеза. Основным условием для определения температуры горения является равенство энтальпий (тепловых балансов) исходных веществ при начальной температуре T_0 и конечных продуктов при температуре $T_{ад}$. Это означает, что всё выделившееся при реакции тепло идёт на нагрев продуктов горения от начальной температуры до температуры горения.

Термодинамический анализ возможности синтеза целевых тугоплавких продуктов проводился на ЭВМ по компьютерной программе «Thermo». Программа «Thermo» разработана для осуществления расчетов термодинамического равновесия в сложных многоэлементных гетерофазных системах и пред-

назначена для использования в задачах анализа возможного состава неорганических продуктов синтеза при расчетах адиабатической температуры горения системы.

По результатам термодинамических расчетов строились зависимости максимальных адиабатических температур горения, равновесных составов продуктов синтеза от соотношения компонентов в системе, при котором проводилась химическая реакция. Расчеты по определению равновесных концентраций продуктов синтеза проводились с учетом давления газа 4 МПа.

Термодинамический расчет по образованию композиции $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-BN}$ проводился при исследовании стехиометрических уравнений реакций СВС:

увеличение в смеси компонента K_2SiF_6 :

увеличение в смеси компонента KBF_4 :

увеличение в смеси компонента K_2SiF_6 :

увеличение в смеси компонента NaBF_4 :

На рисунке 1 представлены графические зависимости равновесных концентраций продуктов синтеза, температуры реакции и теплового баланса системы « $\text{xK}_2\text{SiF}_6\text{-NaN}_3\text{-yKBF}_4$ » от содержания в ней xK_2SiF_6 и yKBF_4 .

Из рисунков 1а и 1в видно, что с ростом содержания K_2SiF_6 в системе « $\text{xK}_2\text{SiF}_6\text{-NaN}_3\text{-KBF}_4$ » снижается адиабатическая температура реакции, но увеличиваются продукты реакции Si_3N_4 (т), NaF (ж), KF (ж) и N_2 (г). Количество BN (т), NaF (г) и KF (г) практически не изменяется. С увеличением количества K_2SiF_6 в исходной шихте тепловой баланс системы увеличивается. Из рисунков 1б и 1г видно, что с ростом содержания KBF_4 в системе « $\text{K}_2\text{SiF}_6\text{-NaN}_3\text{-yKBF}_4$ » увеличивается адиабатическая температура реакции, а также увеличиваются продукты реакции BN (т), NaF (ж), KF (ж), N_2 (г). Количество Si_3N_4 (т), NaF (г) и KF (г) не изменяется. С увеличением количества KBF_4 в исходной шихте увеличивается тепловой баланс системы.

Рис. 1. Зависимости равновесных концентраций продуктов синтеза, температуры реакции и теплового баланса системы от соотношения компонентов в системе « $xK_2SiF_6-NaF-yNaBF_4$ »

Из рисунков 2а и 2в видно, что с ростом содержания K_2SiF_6 в системе « $xK_2SiF_6-NaF-yNaBF_4$ » снижается адиабатическая температура реакции, но увеличиваются продукты реакции Si_3N_4 (г), NaF (г), KF (г) и N_2 (г). Количество BN (г), NaF (ж) и KF (ж) практически не изменяется. С увеличением количества K_2SiF_6 в исходной шихте тепловой баланс системы увеличивается. Из рисунков 2б и 2г видно, что с ростом содержания $NaBF_4$ в системе « $K_2SiF_6-NaF-yNaBF_4$ » увеличивается адиабатическая температура реакции, а также увеличиваются продукты реакции BN (г), NaF (ж), N_2 (г). Количество Si_3N_4 (г), NaF (г) и KF (г) и KF (ж) практически не изменяется. С увеличением количества $NaBF_4$ в исходной шихте увеличивается тепловой баланс системы.

Рис. 2. Зависимости равновесных концентраций продуктов синтеза, температуры реакции и теплового баланса системы от соотношения компонентов в системе « $xK_2SiF_6-NaN_3-yNaBF_4$ »

Таким образом, с помощью термодинамических расчетов удалось установить, что системы СВС-Аз « $xK_2SiF_6-NaN_3-yKBF_4$ » и « $xK_2SiF_6-NaN_3-yNaBF_4$ » способны к самостоятельному горению. Температуры горения и тепловой эффект реакции (должен быть отрицательным) достаточны для образования нитридной композиции Si_3N_4-BN .

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.031

Поступила (Received): 15.06.2016

**Бондин И.В., Соловьева П.С.
Интернет вещей****Bondin I.V., Solovieva P.S.
Internet of things**

Статья посвящена актуальной теме «интернет вещей», это единая сеть физических объектов, способных изменять параметры внешней среды или свои, собирать информацию и передавать ее на другие устройства. Интернет вещей позволяет создать экосистему умных приложений и услуг, которые улучшат и упростят жизнь, как отдельных граждан, так и общества в целом
Ключевые слова: интернет вещей, умные приложения, услуги

The article is devoted to the actual topic "Internet of Things", a unified network of physical objects that can change the parameters of the environment or their own, to gather information and transmit it to other devices. Internet of Things allows you to create an ecosystem of smart applications and services that will improve and simplify the life of individual citizens and society as a whole
Key words: internet of things, smart applications, services

Бондин Игорь Вячеславович

Студент

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
г. Самара, Московское ш., 77**Bondin Igor Vyacheslavovich**

Student

Volga state university of telecommunications and
informatics
Samara, Moskovskoe sh., 77**Соловьева Полина Сергеевна**

Студент

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
г. Самара, Московское ш., 77**Soloveva Polina Sergeyevna**

Student

Volga state university of telecommunications and
informatics
Samara, Moskovskoe sh., 77Научный руководитель:
Салмин А.А.

Сегодня, наверное, не найдешь человека, который не знает, зачем нужен интернет – так думают большинство. Но, на самом деле, такие люди существуют, которые никогда не пользовались интернетом. Думаю, любой адекватный человек, нарисовал в своем воображении персонажа, который не использует интернет и при этом чувствует себя достаточно комфортно.

Сложно представить, какие приложения Интернета вещей (англ. Internet of Things, IoT) появятся в будущем с учетом развития технологий и разнообразных потребностей потенциальных пользователей. В этой работе будет рассмотрен ряд приложений, которые имеют важное значение для индивидуальных пользователей, общества и предприятий. Для этих приложений сформирован

круг научно-исследовательских задач. Приложения IoT направлены на удовлетворение социальных потребностей и развитие перспективных технологий, таких как наноэлектроника и кибер-физические системы. Внимание фокусируется на приложениях, являющихся приоритетными на ближайшие годы. Несмотря на то, что сами приложения различаются по характеру решаемых задач, проблемы, связанные с дальнейшим их совершенствованием и стоящие перед исследователями часто являются похожими. Области применения в последние годы отмечены масштабным эволюционным развитием рынка мобильных приложений. Не вызывает сомнения, что их экономический потенциал и влияние на решение социальных проблем на ближайшие десятилетия будет возрастать. На сегодняшний день социальные тенденции (если говорить о глобальных трендах планетарного масштаба) выглядят следующим образом: здоровье и здоровый образ жизни, транспорт и мобильность, безопасность и защищенность, энергетика и окружающая среда, коммуникации и построение электронного общества. Эти тенденции создают широкие возможности на рынках потребительской электроники, автомобильной электроники, медицинского оборудования, коммуникаций и т. д. Применение в этих областях приложений в рамках концепции IoT идет на пользу развитию полупроводниковых технологий, коммуникаций, сетей и разработки программного обеспечения.

Идеология интернета вещей направлена на повышение эффективности экономики за счет автоматизации процессов в различных сферах деятельности и исключения из них человека.

На начало 2016 года в использовании технологий интернета вещей компании ориентируются в первую очередь на массовые сегменты IoT, где побуждением конечных пользователей к использованию решений и сервисов IoT являются рыночные стимулы, такие как:

1. «Умный дом», включая:
 - Решения для создания интеллектуальных сервисов безопасности
 - Решения для создания интеллектуальных сервисов оптимизации использования ресурсов домохозяйствами
2. «Умный транспорт», включая:
 - Сервисы класса fleet management для индивидуальных перевозчиков (некий аналог Uber для грузового транспорта)
 - Сервисы UBI-страхования
 - Сервисы технического обслуживания по фактическому состоянию
3. Торговля и финансовые услуги:
 - Решения для автоматической передачи и анализа данных с POS-терминалов, включая виртуальные
 - Управление запасами домохозяйств как сервис.

Есть факторы, способные замедлить развитие Интернета вещей. Из них самыми важными считаются три: переход к протоколу IPv6, энергопитание датчиков и принятие общих стандартов.

Множество решений разрабатывается для более безопасной эксплуатации автомобиля. Технология Connected cars (Подключенные автомобили) позволяет использовать системы экстренного вызова скорой помощи со встроенной SIM-

карты. В автостраховании начинает практиковаться расчет страховки, базирующийся на удаленном мониторинге вождения пользователей. В транспорте широко используются системы отслеживания маршрута автомобиля, мониторинг грузоперевозок, контроль отгрузки и складирования. Практикуется автоматизированная система контроля воздушного движения. Муниципальные органы власти могут использовать IoT-решения для запуска, эксплуатации и контроля системы общественного транспорта с целью оптимизации расхода топлива, контроля и управления движением поездов. В ритейле развивается автоматизация логистических задач, удаленный мониторинг и учет товаров, снабженных RFID-метками, инвентаризация в реальном времени, беспроводные платежные решения. В системах общественной безопасности – мониторинг и контроль состояния промышленных объектов, мостов, туннелей и т.п. В промышленном производстве – контроль процесса производства, удаленная диагностика, управление роботизированными комплексами. В сельском хозяйстве – удаленное управление системами ирригации, мониторинг состояния и поведения животных, мониторинг уровня воды в водоемах и т.д.

Итак, что же такое «Интернет вещей» – реальность или перспектива? С учетом проведенного анализа можно утверждать, что это перспектива, которая постепенно становится реальностью.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.034

Поступила (Received): 04.06.2016

Валитов Г.М., Чумак Б.Б.**Система импорта данных в СУБД MySQL на основе
свободно распространяемых программных продуктов****Valitov M.G., Chumak B.B.****System import data in MySQL based on freely
distributable software products**

В работе рассматривается система импорта данных из баз данных СУБД Microsoft SQL Server, Microsoft Access, Oracle, Paradox и Visual FoxPro в СУБД MySQL. Система представляет собой Менеджер загрузки, необходимый для загрузки данных в хранилища данных из оперативных данных. И также в работе рассматривается создание общего интерфейса, позволяющего быстро внедрять новые драйверы для работы с файлами баз данных различных СУБД и производить импорт данных в MySQL с наименьшим количеством затрат времени на разработку

Ключевые слова: импорт, MySQL, свободно распространяемые программные продукты

Валитов Глеб Максимович

Бакалавр

Московский технологический университет
г. Москва, Проспект Вернадского, 78**Чумак Борис Борисович**

Кандидат технических наук, доцент

Московский технологический университет
г. Москва, Проспект Вернадского, 78

The article deals with the import system from database system control MS SQL Server, MS Access, Oracle, Paradox, Visual FoxPro into MySQL. System represents download manager, which is necessary for uploading data into data Warehouse from operative data. The work also deals with common interface, which provides involving new drivers for operating with data bases of various system control types and committing data import into MySQL having minimal development period

Key words: import, MySQL, freely available software products

Valitov Gleb Maksimovich

Bachelor

Moscow technological university
Moscow, Vernadskogo ave., 78**Chumak Boris Borisovich**Candidate of Engineering Sciences, Associate
ProfessorMoscow technological university
Moscow, Vernadskogo ave., 78

В работе представлена система импорта данных в Хранилище данных на основе реляционной СУБД MySQL (ROLAP) из СУБД Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Paradox, FoxPro и Oracle в СУБД на основе свободно распространяемого программного обеспечения.

СУБД MySQL является свободно распространяемым продуктом с открытым исходным кодом и кроссплатформенным.

Поэтому и система импорта данных в ROLAP должна быть свободно распространяемым программным продуктом и быть кроссплатформенным.

На основе анализа программ по импортированию данных из разных СУБД создан удобный и интуитивно понятный интерфейс пользователя из свободно распространяемых программных продуктов для работы с базами данных, созданных в СУБД:

- Microsoft Access;
- Microsoft SQL Server;
- Oracle;
- Paradox.

И был разработан собственный драйвер для работы с файлами баз данных СУБД Visual FoxPro.

Совокупность драйверов, обеспечивающих функционал системы, является свободно распространяемым программным обеспечением, написанным на языке C++ с использованием библиотек Qt.

Интерфейс системы позволяет настраивать соединение, выбирать файл загружаемой базы данных, предварительно просматривать и настраивать структуры таблиц для более точной настройки схемы загружаемой базы данных и импорта данных, отслеживать и вести записи сообщений ошибок и причины возникновения ошибок, а также создавать SQL-скрипт выполняемых в ходе импорта данных

В работе реализован общий интерфейс, который позволил работать с таблицами баз данных и конвертировать схемы, не прибегая к реализации новых классов и функций. Исключением является преобразование типов данных полей, для которых необходимо реализовывать функцию адаптации к типам данных СУБД MySQL. Функция является чисто виртуальной и требует реализации при создании классов для работы с новыми драйверами.

Для реализации подобного интерфейса используется описание объекта, которое включает в себя собственный идентификатор объекта и идентификатор родительского объекта, также контейнер, состоящий из дочерних элементов, для которых объект будет являться родительским.

Данный интерфейс объекта наследуется классами:

- интерфейса таблицы;
- интерфейса поля таблицы.

Ещё одним параметром является описание внешних ключей таблицы и связей между таблицами. Чтобы описать внешние ключи таблицы достаточно использовать контейнер со ссылками на поле таблицы. А для описания внешних связей между таблицами необходима структура, включающая в себя ссылку на другую таблицу, к внешнему ключу которой будет происходить привязка, ссылку на поле таблицы, являющуюся внешним ключом на ссылаемую таблицу, и идентификатор поля таблицы, который является внешним ключом, связываемым с полем другой таблицы.

Исходя из выше перечисленного была разработана диаграмма классов UML, представленная на рисунке 1.

Рис. 1. Диаграмма классов UML

Для выполнения поставленной задачи была изучена файловая структура СУБД FoxPro и создан драйвер с использованием описанного интерфейса представления таблиц и полей таблиц.

Также на основе существующих драйверов и собственного драйвера была реализована система импорта данных из СУБД Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle, Paradox и FoxPro в СУБД MySQL на основе СПО и создан интерфейс пользователя.

Список используемых источников:

1. Иванов Д.Ю., Новиков Ф.А. Унифицированный язык моделирования UML. Спб.: Издательство Политехнического университета, 2010. 264 с.
2. Структура файла таблицы. Сайт MSDN Microsoft.
URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa975386\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa975386(v=vs.71).aspx)

3. Структура файл таблицы dBase 7. Сайт dBase.

URL: http://www.dbase.com/KnowledgeBase/int/db7_file_fmt.htm

4. Формат DBF/FPT/DBT/IDX/CDX – файлов. Сайт hardline. URL: <http://www.hardline.ru/3/36/687/>

© 2016, Валитов Г.М., Чумак Б.Б.

Система импорта данных в СУБД MySQL на основе
свободно распространяемых программных
продуктов

© 2016, Valitov M.G., Chumak B.B.

System import data in MySQL based on freely
distributable software products

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.038

Поступила (Received): 28.06.2016

Головкин С.М.**Исследование возможности повышения
быстродействия электропривода использованием
новой схемы планетарного редуктора
с положительной обратной связью****Golovkin S.M.****Research of a possibility of increase of high-speed
performance of the electric drive use of the new scheme
of a planetary reducer with positive feedback**

В статье приводится описание новой схемы планетарного редуктора с положительной обратной связью по вращающему моменту, а также результаты экспериментов, подтверждающие возможность нахождения оптимальных инерционных параметров редуктора, обеспечивающих максимальное быстродействие электропривода

Ключевые слова: планетарный редуктор, быстродействие, обратная связь

Головкин Сергей Михайлович

Кандидат технических наук, доцент
Рыбинский государственный авиационный
технический университет им. П.А. Соловьева
г. Рыбинск, ул. Пушкина, 53

The description of the new scheme of a planetary reducer with positive feedback on a torque, and also the results of experiments confirming a possibility of finding of the optimum inertial parameters of a reducer providing the maximum high-speed performance of the electric drive is provided in article

Key words: planetary reducer, high-speed performance, feedback

Golovkin Sergey Mikhaylovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Rybinsk state aviation technical university named
P.A. Soloviev
Rybinsk, Pushkin st., 53

Современный автоматизированный электропривод включает в себя три основных элемента: электродвигатель, механическую передачу и систему управления. Если исполнительный орган машины в своем движении требует высокого быстродействия, то из представленных элементов электропривода на указанную характеристику большое влияние оказывает механическая передача, а именно приведенный к электродвигателю момент инерции входящих в нее вращающихся деталей: зубчатых колес, валов, водил и т. п.

В целях совершенствования автоматизированного электропривода в рамках повышения его быстродействия была предложена новая схема планетарного редуктора с положительной обратной связью по вращающему моменту [1].

Наличие в структурной схеме рассматриваемого редуктора положительной обратной связи делает задачу исследования динамики особенно актуальной, т. к. сопряжено с устойчивостью привода в целом.

Конструктивная схема редуктора с инерционной нагрузкой на выходном валу показана на рис. 1, где отражены все основные элементы, влияющие на приведенный к валу электродвигателя момент инерции привода.

Рис. 1. Конструктивная схема редуктора с инерционной нагрузкой

Динамическая структурная схема эквивалентной механической системы, учитывающая наличие инерционных масс как внутри редуктора, так и вне него, приведена на рис. 2.

Рис. 2. Последовательно преобразованная структурная схема эквивалентной механической системы привода

Как видно из рис. 2, структурная схема привода последовательно сведена к схеме с двумя контурами обратной связи. Передаточная функция замкнутой системы с отрицательной связью запишется:

$$W(P) = \frac{\varphi_H(P)}{M_0(P)} = \frac{1}{P^2} \cdot \frac{W_1(P) \cdot i_3 \cdot (i_1 - i_2)}{1 + W_1(P) \cdot i_3^2 \cdot (i_1 - i_2)^2 \cdot J_H \cdot P^2} =$$

$$= \frac{i_3 \cdot (i_1 - i_2)}{[J_0 + i_1^2 \cdot J_1 - i_2^2 \cdot J_2 + i_3^2 (i_1 - i_2)^2 \cdot J_H] \cdot P^2}.$$

Введем обозначение:

$$J_{np} = J_0 + i_1^2 \cdot J_1 - i_2^2 \cdot J_2 + i_3^2 (i_1 - i_2)^2 \cdot J_H.$$

Таким образом, получено выражение для приведенного момента инерции. Присутствие в ней вычитаемого с моментом инерции J_2 свидетельствует о возможности снижения общего приведенного момента инерции привода за счет оптимизации конструкции комбинированной зубчатой муфты. Следует отметить, что данный результат распространяется только на случай присутствия в приводе инерционной нагрузки. При отсутствии инерционной нагрузки структура привода изменяется, становится без обратной связи по вращающему моменту. В этом случае приведенный момент инерции вычисляется обычным способом.

Для исследования характеристик электропривода с планетарным редуктором, был спроектирован и изготовлен лабораторный стенд (рис. 3), включающий в себя электродвигатель 1, исследуемый редуктор 2, тормозное устройство 4 и устройство нагружения инерционными массами 5. Так же в состав стенда входят устройства для измерения вращающего момента на входном 6 и выходном 3 валах редуктора и устройство для измерения частоты вращения вала электродвигателя 7.

Рис. 3. Стенд для исследования характеристик планетарного редуктора

В исследовательском стенде установлен планетарный редуктор с передаточным отношением $i=40$. Контроль угловой скорости осуществлялся при помощи тахогенератора 7, присоединенного к ротору электродвигателя.

Для передачи измеренных параметров на компьютер применяется комплекс весового оборудования, в состав которого входят: адаптер интерфейса и питания и динамический весовой преобразователь. Адаптер интерфейса предназначен для питания динамического преобразователя и преобразования сигналов интерфейса RS-485 в сигналы интерфейса RS-232. Адаптер содержит в себе трансформатор и сетевой фильтр для питания весового преобразователя, а так же обеспечивает передачу сигнала от преобразователя на компьютер через интерфейс RS-232. Весовой преобразователь содержит в своем составе 4 АЦП с выводами для подключения четырех датчиков, а так же выводами для подключения адаптера интерфейса и питания. Динамический весовой преобразователь способен считывать показания с датчиков с частотой 300 измерений в секунду,

т. е. временной интервал между любыми соседними показаниями составляет 0,00333 секунды, что позволяет говорить о возможности исследования быстропротекающих процессов, таких как разгон привода.

К выходному валу редуктора прикладывается инерционная нагрузка. Всего в стенде реализовано четыре варианта: от $J_I = 0.034 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ до $J_{IV} = 0.174 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Результаты экспериментов по определению зависимости времени переходного процесса электропривода с планетарным редуктором от величины инерционной нагрузки приведены на рис. 4.

Рис. 4. График зависимости времени разгона от величины инерционной нагрузки

Как видно из графиков, наличие экстремума во времени переходного процесса при изменении инерционной нагрузки присутствует как и при отсутствии масла в редукторе, так и с ним, что свидетельствует о возможности оптимизации параметров для создания такой конструкции привода, которая может обеспечить наибольшее быстродействие при прочих равных условиях.

Список используемых источников:

1. Головкин С.М. Пат. 2498128 Российская федерация, МПК F 16 H 37/08, F 16 H 3/74. Планетарный зубчатый редуктор. Заявитель и патентообладатель Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева. № 2012123692/11 заявл. 07.06.2012; опубл. 10.11.2013, Бюл. № 31. 5 с.

© 2016, Головкин С.М.

Исследование возможности повышения быстродействия электропривода использованием новой схемы планетарного редуктора с положительной обратной связью

© 2016, Golovkin S.M.

Research of a possibility of increase of high-speed performance of the electric drive use of the new scheme of a planetary reducer with positive feedback

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.042

Поступила (Received): 04.06.2016

Гончарук Н.М.
Обеспечение передачи видеотрансляций
в реальном времени через сеть интернет

Goncharuk N.M.
Providing live video transmission in real time via the Internet

В статье рассматриваются существующие программные комплексы для передачи прямой трансляции видео и мультимедиа через сеть интернет, а также средства их организации. Производится анализ эффективности, доступности, преимуществ и недостатков данных средств

Ключевые слова: программные средства, видеотрансляция, интернет

This article discusses existing software systems for the transmission of live video and multimedia via the Internet, as well as the tools for their organization. The analysis of the effectiveness, accessibility, advantages and disadvantages of these funds

Key words: software, live video transmission, Internet

Гончарук Никита Михайлович

Бакалавр

Московский технологический университет

г. Москва, проспект Вернадского, 78

Goncharuk Nikita Mikhailovich

Bachelor

Moscow technological university

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Прямые видеотрансляции через интернет обычно используются либо для передачи событий в реальном времени, либо для общения ведущего трансляции (например лекции) со слушателями, при этом лектор имеет возможность отвечать в прямом эфире на вопросы слушателей.

В настоящее время наиболее распространённый способ обеспечения видеотрансляций через сеть интернет – использование проприетарного программного обеспечения Adobe Flash [1], которое включает в себя программное Adobe Flash Video Server, принимающий поток данных от ведущего трансляции и передает его каждому клиенту, и плагин Adobe Flash Player для браузера, через который осуществляется просмотр потока клиентами. Ведущий трансляции может использовать тот же плагин Adobe Flash Player или Flash Media Live Encoder для трансляции с веб-камеры или другое программное обеспечение, которое может отправлять видеопоток в формате поддерживаемом Adobe Flash Video Server для трансляции потока поддерживаемого из источника поддерживаемого этим ПО (например трансляция экрана компьютера ведущего).

Следует отметить, что плагин Adobe Flash Player хоть и является бесплатным программным обеспечением, поддерживается только в операционных системах Microsoft Windows и Apple Mac OS X, а также ограниченно в Linux, при

этом только в версиях этих операционных систем для компьютеров на процессорах с архитектурой x86 и x86-64. Для мобильной платформы Android Adobe прекратила выпуск обновлений Flash Player 10 сентября 2013 года. Для мобильных платформ Microsoft Windows, Apple Ios, Ubuntu, Tizen и др. поддержки Adobe Flash нет.

Adobe Flash Video Server является платным проприетарным программным обеспечением, требующим сервер с процессором x86-64.

Также для создания своего модуля для плагина Adobe Flash Player необходимо программное обеспечение Adobe Flash Professional или Adobe Flash Builder.

Таким образом организация интернет видеотрансляций зависит от компании Adobe Systems и не поддерживается получившими широкое распространение на мобильных платформах. Аналоги Adobe Flash, такие как Microsoft Silverlight также зависят от компаний которые их разработали и поддерживают ещё меньшее число платформ.

Также может быть использован сервис, предоставляющий всё необходимое ПО, например twitch или youtube, но данные сервисы имеют свои юридические ограничения [2] [3].

Свободной альтернативой для трансляции через сеть является спецификация WebRTC [4] (web real-time communications), поддерживаемая большинством современных браузеров и веб-сервером node.js. При этом получение данных с веб-камеры, микрофона и рабочего стола пользователя, их передача и воспроизведение осуществляется браузером без плагинов. Для работы с WebRTC используется язык JavaScript. Данные передаются из браузера в браузер, сервер используется только для установления соединения между браузерами [5] (рис. 1). Но возможность использовать сервер всё ещё присутствует.

Рис. 1. Установление соединения между двумя клиентами

Из недостатков следует отметить, что источником видеотрансляции может быть только поддерживаемые браузером источники, поэтому если нет

браузера поддерживающего необходимый источник, придётся его разрабатывать, но на самом деле веб-камеры микрофона и рабочего стола обычно достаточно. Важно, что популярные браузеры chrome и firefox не поддерживают передачу изображения рабочего стола без дополнительной настройки (это сделано для защиты пользовательских данных), но принимать и воспроизводить ничего не мешает, поэтому это касается только ведущего трансляции.

Также возможно пользователям придётся обновлять или менять браузер, но в случаях с проприетарными системами им пришлось бы устанавливать плагины, так что нельзя считать это недостатком по сравнению с проприетарными системами.

Список используемых источников:

1. Adobe Media Server family. URL: <http://www.adobe.com/ru/products/adobe-media-server-family.html>
2. Terms of Service. URL: https://www.twitch.tv/user/legal?page=terms_of_service
3. Условия использования. URL: <https://www.youtube.com/t/terms>
4. WebRTC Home. URL: <https://webrtc.org/>
5. WebRTC #1 – Знакомимся. URL: <https://habrahabr.ru/post/163527/>

© 2016, Гончарук Н.М.

Обеспечение передачи видеотрасляций в реальном времени через сеть интернет

© 2016, Goncharuk N.M.

Providing live video transmission in real time via the Internet

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.045

Поступила (Received): 25.06.2016

Гумовский Ю.Н.
Способ частотного регулирования
тягодутьевых систем ТЭЦ

Goumovskiy Yu.N.
Method of frequency regulation draft CHP systems

Управление частотой вращения асинхронных двигателей вентиляторов для подачи воздуха в топку котла тепловых электростанций

Ключевые слова: частота, питание, дымососы, вентиляторы, двигатели, эффективность, сжигание топлива

The rotation speed control of induction motors of the fans for air supply in the boiler furnace of thermal power plants

Key words: frequency, power, exhaust fans, fans, motors, performance, fuel combustion

Гумовский Юрий Никитич

*Кандидат технических наук, доцент
Амурский институт железнодорожного
транспорта (филиал ДВГУПС)*

Goumovskiy Yuiiri Nikitih

*Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Amur institute of railway transport (DVGUPS
branch)*

Работа тягодутьевых устройств имеет существенное значение для бесперебойной работы электростанции, т.к. непредвиденная вынужденная остановка этого устройства приводит либо к прекращению работы котла, либо к снижению его производительности до 70%, если установлены два дымососа на один котёл. Двигатели дымососов должны обладать значительной мощностью, чтобы отсосать большое количество газов и создать в топке необходимое разрежение, преодолев аэродинамическое сопротивление котла, экономайзера, воздушного подогревателя, золоулавливающих устройств и всех соединяющих эти устройства трубопроводов.

Пусковые устройства двигателей тягодутьевых устройств блокируются между собой так, чтобы при отключении последнего дымососа отключались дутьевые вентиляторы, а отключение дутьевых вентиляторов вызывало бы остановку мельничных вентиляторов. В противном случае в топке котла может образоваться взрывоопасная смесь. Как правило, регулирование производительности вентиляторов и дымососов осуществляется обычно направляющими аппаратами или используют более экономичные регулирующие устройства – системы с гидроэлектроприводом (гидромуфты). Достоинства последних – плавное, бесступенчатое регулирование частоты вращения в широких пределах, возможность получения не только вращательного, но и поступательного движения. Недостатки гидромуфты – высокая стоимость оборудования и требования

к качеству рабочей жидкости, зависимость механических характеристик привода от температуры рабочей жидкости и регулирование сопровождается потерями мощности, пропорциональными скольжению. Изменение вращения без дополнительных потерь даёт применение многоскоростных асинхронных двигателей (АД) с короткозамкнутым ротором с переключением статорной обмотки на большее число пар полюсов (2 или 3 скорости). Отечественная промышленность не выпускает многоскоростные АД на мощности порядка 1...2 МВт.

Можно считать перспективным использование тиристорных преобразователей частоты (ТПЧ) на рабочие напряжения 6 или 10 кВ, которые способны обеспечить независимое плавное регулирование частоты и напряжения в широком рабочем диапазоне. Но ТПЧ имеют серьёзные недостатки – создают высокочастотную кондуктивную помеху в схеме собственных нужд станции,

дополнительные потери в магнитопроводе АД, ненормальное функционирование релейной защиты, большие сроки окупаемости при внедрении.

Дымососные установки являются одним из крупных потребителей энергии на собственные нужды (около 15 %), так что экономия электроэнергии, эффективность работы котла и турбоагрегата, достигаемая регулированием частоты вращения при различных нагрузках в целом на энергоблок, пониженных против номинальной, оправдывает усложнение устройств питания привода и в некоторой степени их удорожание.

Так как остановка двигателей тягодутьевых устройств приводит к нарушению нормального режима работы станции, то можно рекомендовать для использования систему синхронным преобразователям частоты, смонтированным на базе двух-трех синхронных генераторов. Система обеспечивает две-три точки стабилизированной пониженной рабочей частоты питания приводов дымососов и вентиляторов. Такой синхронный преобразователь можно собрать в условиях любой электростанции. Для этого потребуется в качестве электропривода синхронный двигатель (СД), механическая мощность которого должна на 5-10% превышать суммарную полезную мощность двух-трех СГ. Если взять за основу номинальную частоту вращения СД 750 оборотов в минуту и соединить через механический вал с двумя-тремя СГ, имеющих число пар полюсов 1-2-3, то получим пониженные против номинальной 50 Гц частоты, соответственно: 12.5 Гц, 25 Гц, 37.5 Гц. Для выбора оптимальной работы котла при суточной генерации электроэнергии за счет отсоса из топки продуктов горения необходима оптимизация режимов работы двигателей дымососов и соответствующий выбор рабочих частот.

В предлагаемой системе с синхронным преобразователем частот скорость вращения асинхронных двигателей (АД) дымососов и вентиляторов вторичного воздуха (подача воздуха в топку) должна быть, на наш взгляд, синхронизирована и одновременно изменяться ступенчато по выше указанным рабочим частотам. При этом одновременно изменяется амплитуда и частота напряжения, подводимого к статору АД мегаваттной мощности каждого. В системе обеспечивается закон пропорционального регулирования ($\alpha=1$). Диапазон ступенчатого регулирования обладает перегрузочной способностью и условиями перегрева

АД и может достигать $D=(7:1) \dots (8:1)$. К недостаткам системы следует отнести большой запас установленной мощности электрических машин, постоянство отношения $(U/f)^\alpha$, КПД не хуже 0.65. Применение системы оправдано в данном случае, так как необходимо одновременно понижать частоту вращения нескольких двигателей (до 4-6) и при очень больших мощностях (порядка 5...6 МВт), на которые двигатели постоянного тока изготавливают, но на очень низкие частоту вращения и по условиям эксплуатации на станциях у них будет низкая надежность работы.

Если $\alpha=2$, то рабочий механизм вентиляторного типа, преодолевающий только динамическое сопротивление, момент сопротивления изменяется пропорционально квадрату, а мощность на валу дымососа (или вентилятора) – пропорционально кубу изменения скорости вращения, то есть частоте.

Одновременное изменение напряжения и частоты оказывает сложное влияние на работу АД, поскольку воздействие этих факторов зависит от соотношения изменений и при определенных пределах изменений даже компенсируется. Понижение частоты в отношении влияния на потребление двигателем реактивной мощности примерно равнозначно увеличению напряжения. Поэтому, если при понижении частоты в системе одновременно, соответственно, снизить напряжение, то магнитные потоки в приводах, токи статора и ротора останутся примерно такими же, как и при нормальных напряжении и частоте. При этом, однако, скорость вращения АД и механизма, которой в конечном итоге определяется производительность агрегата, изменится пропорционально частоте. Снижение частоты и скорости вращения двигателя ухудшает охлаждение вентилируемых АД, особенно это наблюдается на низких частотах (примерно 10 Гц). У АД, класс нагревостойкости которых F или H, перегрев на низких частотах будет значительно меньше.

Следующим этапом модернизации частотного регулирования являются совмещение магнитных систем синхронных машин (СМ) преобразователя в общем магнитопроводе, то есть одномашинное (совмещенное) исполнение. В одномашинном преобразователе частоты (ОПЧ) имеется один общий для СМ преобразователя магнитопровод, в котором расположены разнополюсные обмотки «отдельных» СМ преобразователя.

ОПЧ отличаются компактностью и простотой конструкции и технологией изготовления, имеют хорошие массовые и энергетические показатели, удобны в эксплуатации. Масса и габариты ОПЧ на 30...60 % меньше массы трехмашинных ПЧ за счет уменьшения расхода конструкционных и активных материалов.

Автором были разработаны и переданы заказчику (Минсудопром) в 70-80-х годах источники тока на базе ОПЧ, поэтому при имеющемся опыте можно организовать проектно-конструкторские и технологические работы совместными силами кафедры ЭПП ОГУ и РАО «ЕЭС России» по изготовлению и эксплуатации ОПЧ для частотного регулирования АД тепловых электростанций.

Список используемых источников:

1. Грудинский П.Г. и др. Техническая эксплуатация электрической части станций и подстанций. М.: Госэнергоиздат, 1960. 560 с.

2. Танатар А.И. Методы регулирования скорости асинхронных двигателей. Киев: Техніка, 1968. 158 с.
3. Гумовский Ю.Н. Разработка и исследования совмещенного электромашиного источника периодических импульсов тока. Дисс.... канд. тех. наук. Томск, 1981. 193 с.

© 2016, Гумовский Ю.Н.

Способ частотного регулирования тягодутьевых систем ТЭЦ

© 2016, Goumovskiy Yu.N.

Method of frequency regulation draft CHP systems

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.049

Поступила (Received): 29.06.2016

Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Кулаков Н.В., Ушкалов В.Ю. Методика исследования инфракрасных излучателей

Dolgikh P.P., Kolmakov Yu.V., Kulakov N.V., Ushkalov V.Yu.
Technique of research of infrared radiators

При проектировании применяемых в технологии содержания сельскохозяйственных животных средств местного обогрева возникают трудности с определением коэффициента восприятия инфракрасного излучения. Предложена методика опытного определения величины инфракрасной облученности, учитывающая свойства источника и приемника излучения, а также схему облучения, для последующего использования в расчетах облучательных установок

Ключевые слова: инфракрасный излучатель, измерительный стенд

Долгих Павел Павлович

Кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Колмаков Юрий Владимирович

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Кулаков Николай Васильевич

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

Ушкалов Владимир Юрьевич

Старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет
г. Красноярск, пр. Мира, 90

In the design used in the technology of housing of farm animals means the local heating difficulties with the determination of the index of perception of infrared radiation. Proposed experimental methods for determining the value of infrared irradiance, taking into account the properties of the source and receiver of radiation and the scheme of irradiation for later use in calculations and irradiation facilities

Key words: infrared radiator, a measuring stand

Dolgikh Pavel Pavlovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Kolmakov Yuriy Vladimirovich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Kulakov Nikolay Vasilyevich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Ushkalov Vladimir Yuryevich

Senior teacher
Krasnoyarsk state agrarian university
Krasnoyarsk, Mira ave., 90

Введение. Технология содержания сельскохозяйственных животных подразумевает использование средств местного обогрева, как наиболее эффективного

механизма снижения энергозатрат в системах микроклимата и повышения сохранности молодняка животных и птиц [1].

Электрические инфракрасные облучательные установки обладают преимуществами по сравнению с другими типами нагревателей, что открывает широкие возможности для их применения [2]. Из трех основных способов локального обогрева можно выделить инфракрасный обогрев, так как установки для его реализации просты по устройству и эксплуатации, обладают малыми энерго-и материалоёмкостями. Поскольку инфракрасное излучение (ИК-излучение) мало поглощается воздухом, подавляющая часть направляемой на объект энергии может быть им поглощена. Поэтому при правильном применении таких обогревателей открывается возможность достижения высокого КПД использования энергии [3].

Методика и результаты. Для изучения инфракрасных излучателей предлагается использовать оборудование для исследования характеристик инфракрасных излучателей [4] с конструктивными доработками (см. рисунок).

В связи с тем, что эффективность использования ИК-излучения зависит от правильности сочетания оптических свойств излучателя и облучаемого объекта, а также от взаимного расположения в пространстве (поглощающая способность поверхности животного уменьшается при увеличении угла падения излучения), правильный выбор излучателя в соответствии с видом животных требует учета оптических свойств их поверхности [3].

Рис. 1. Модифицированный измерительный стенд по [5]

Для этого в существующем лабораторном стенде для снятия характеристик излучателей применяем приемник излучения с разными поглощательными способностями (см. рисунок). Приемную поверхность 1 делим по оси излучателя пополам. Одну половину изготавливаем из белой кожи, другую – из черной кожи толщиной 2 мм. Такое сочетание участков приемной поверхности позволяет расширить функциональные возможности измерительного стенда и давать оценку эффекту от использования ИК-обогрева, который зависит от соответствия максимума спектрального распределения энергии $\Phi_\lambda(\lambda)$ падающего потока от источника максимуму спектральной чувствительности $S_\lambda(\lambda)$ поверхности животного [2]. При этом падающий на тело животного $\Phi_{пад}$ и поглощенный им $\Phi_{погл}$ лучистые потоки равны:

$$\Phi_{пад} = \int_0^\infty \Phi_\lambda(\lambda) d\lambda; \quad (1)$$

$$\Phi_{погл} = \int_0^\infty \Phi_\lambda(\lambda) S_\lambda d\lambda. \quad (2)$$

Второй конструктивной доработкой является применение в схеме автотрансформатора 2, который позволяет изменять уровень напряжения на ИК-излучателе 3 в пределах от 100 до 240 В, отслеживая показания по вольтметру 4. Данное изменение в схеме в сочетании с регулированием высоты подвеса приемной поверхности позволит производить расчет облучательных установок по методике, изложенной в [6] и корректировать его с применением экспериментальных параметров. Целью эксперимента является определение опытным путем коэффициента восприятия инфракрасного излучения организмом животного для использования в дальнейших расчетах облучательных установок.

Рассчитываем на основании законов Стефана-Больцмана и Ламберта результирующий лучистый тепловой поток, Вт, между двумя произвольно расположенными в пространстве поверхностями A_1 и A_2

$$\phi_{1,2} = c_{np} \left[(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4 \right] \cdot A_{1,2}, \quad (3)$$

где c_{np} – приведенный коэффициент излучения.

Для тел, имеющих плоскопараллельные поверхности,

$$c_{np} = c_s \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right). \quad (4)$$

где ϵ_1 и ϵ_2 – коэффициенты излучения участвующих в лучистом теплообмене тел – соответственно излучающего и поглощающего; T_1 и T_2 – температура соответственно излучающего и поглощающего тел, К; c_s – постоянная Стефана-Больцмана [$c_s=5,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$].

Так как спектральные коэффициенты для белых и черных поверхностей различные, а литературные данные содержат противоречивые сведения [2], то для участка из белой кожи ϵ_2 примем равным 0,5, из черной – 1.

Взаимная поверхность лучистого теплообмена тел 1 и 2.

$$A_{1,2} = A_1 \psi_{1,2} = A_2 \psi_{2,1}, \quad (5)$$

где $\Psi_{1,2}$ – коэффициент облученности, показывающий долю лучистого потока, излучаемого телом 1, которая падает на тело 2; $\Psi_{2,1}$ – коэффициент облученности, показывающий долю лучистого потока, излучаемого телом 2, которая падает на тело 1.

Взаимная поверхность лучистого теплообмена между двумя параллельными кругами диаметрами d_1 и d_2 с центрами на одной оси и отстоящими на расстоянии h один от другого определяется по формуле

$$A_{1;2} = \frac{\pi}{4} \left[\sqrt{\frac{(d_2 + d_1)^2}{4} + h^2} - \sqrt{\frac{(d_2 - d_1)^2}{4} + h^2} \right]^2. \quad (6)$$

Облученность E , Вт/м², обогреваемой поверхности A_{Π}

$$E = \frac{\phi_{1;2}}{A_{\Pi}}, \quad (7)$$

где A_{Π} – площадь облучаемой зоны диаметром 1 м.

Полученное в результате эксперимента по (7) значение облученности для двух вариантов приемной поверхности подставляем в формулу и находим коэффициент восприятия [6]:

$$K_{\text{воспр}} = \frac{t_o - t_{\Pi}}{0,04E}, \quad (8)$$

где t_{Π} – температура помещения при комбинированном обогреве, °С; t_o – «ощущаемая температура», °С; $K_{\text{воспр}}$ – коэффициент восприятия инфракрасного излучения организмом животного.

Если в результате расчета получается значение коэффициента восприятия, отличающееся от единицы более чем на $\pm 5\%$, то повторяем эксперимент, варьируя высоту подвеса приемной поверхности и напряжение на ИК излучателе, достигая оптимальной облученности. Таким образом, достигается проверка на практике оптимальной схемы облучения для обеспечения требуемого температурного режима [7].

Вывод. Предложенная методика определения инфракрасной облученности позволит строить рациональные схемы облучения сельскохозяйственных животных, обеспечивающих требуемый температурный режим.

Список используемых источников:

1. Засыпалов В.В. Обоснование параметров и разработка энергосберегающей установки локального инфракрасного и ультрафиолетового облучения поросят: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. М., 1992. 18 с.
2. Быстрицкий Д.Н., Кожевникова Н.Ф., Лямцов А.К., Муругов В.П. Электрические установки инфракрасного излучения в животноводстве. М.: Энергоиздат, 1981. 152 с.
3. Растимешин С.А. Локальный обогрев молодняка животных (теория и технические средства). М.: Агропромиздат, 1991. 140 с.
4. Долгих П.П., Колмаков Ю.В. Оборудование для исследования характеристик инфракрасных излучателей // Инновационная наука. №9. Уфа. 2015. С. 76-78.
5. Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Самойлов М.В. Лабораторный стенд для снятия характеристик излучателей: пат. 159741 Рос. Федерация: МПК G09B25/00 / заявитель и патентообладатель Долгих Павел Павлович. № 2015127807/12; заяв. 09.07.2015; опубл. 20.02.2016. Бюл. № 5.

6. Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. М.: КолосС, 2008. 191 с.
7. Рекомендации по инфракрасному обогреву молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. М.: Колос, 1979. 30 с.

© 2016, Долгих П.П., Колмаков Ю.В., Кулаков Н.В.,
Ушкалов В.Ю.

Методика исследования инфракрасных излучателей

© 2016, Dolgikh P.P., Kolmakov Yu.V., Kulakov N.V.,
Ushkalov V.Yu.

Technique of research of infrared radiators

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.054

Поступила (Received): 02.06.2016

**Заводовский Н.А., Кирилюк В.А., Куклин Е.В.
Распределенная поисковая система Majestic-12**

**Zavodovskii N.A., Kirilyk V.A., Kuklin E.V.
Distributed search engine Majestic-12**

Заводовский Никита Алексеевич

Лицей №7

г. Томск, ул. Интернационалистов, 12

Zavodovskii Nikita Alekseevich

Lyceum №7

Tomsk, Internationalists st., 12

Кирилюк Василий Андреевич

Бакалавр

Национальный исследовательский Томский
государственный университет

г. Томск, пл. Ленина, 36

Kirilyuk Vasily Andreyevich

Bachelor

National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina ave., 36

Куклин Егор Владимирович

Бакалавр

Национальный исследовательский Томский
государственный университет

г. Томск, пл. Ленина, 36

Kuklin Egor Vladimirovich

Bachelor

National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina ave., 36

Распределенная поисковая система Majestic-12 является коммерческим проектом британской компании Majestic-12 Ltd., основанной в 2004 г [1]. Система Majestic-12 способно просматривать веб-страницы и индексировать большие объемы веб-данных. Для обеспечения релевантного полнотекстового поиска информации в интернет в программе используется созданный разработчиками программы индекс. Помимо возможности осуществления поиска с использованием этого индекса не только возможно вести поиск информации по релевантности, но также помогать финансировать работы по созданию конкурентоспособной общесетевой поисковой системы общего назначения, реализуемой Интернет-сообществом.

Для поддержки функционала в системе Majestic-12 используются ряд передовых инструментов: Site Explorer, Массовая Проверка Обратных Ссылок, Search Explorer, Keyword Checker, Clique Hunter и др.

Site Explorer. Предназначен для анализа информации о количестве ссылок, ссылающихся доменах, IP адресах сайтов, количестве текстовых ссылок, указанных в атрибуте nofollow. В результирующей таблице помимо общей статистикой указываются список страниц, на которых размещается ссылка на указанный пользователем сайт, а также дата добавления этой страницы в индекс сервиса.

Массовая Проверка Обратных Ссылок. Инструмент предназначен для расчета количества обратных ссылок на множество доменов, указанных пользователем (рис. 1).

Search Explorer. Инструмент предназначен для отображения поискового балла Search Score указанного URL по ключевым словам или другим параметрам (рис. 2).

Item	Topical Trust Topics													Flow Metrics						
	arts	business	computers	games	health	home	news	recreation	reference	regional	science	shopping	society	sports	Trust Flow	Citation Flow	External backlinks (EDU / GOV)	Referring domains (EDU / GOV)	IP Addresses	Class C Subnets
adobe.com Root domain Found	88	88	95					89	87	90			82		100	98	978,656,664 EDU: 10,182,960 GOV: 19,920,031	3,299,472 EDU: 18,323 GOV: 14,598	960,236	250,453
apple.com Root domain Found	89	75	93			66		78	77	71			64		98	95	1,116,080,428 EDU: 3,434,881 GOV: 2,129,755	1,975,218 EDU: 7,705 GOV: 3,386	701,205	194,258
blogspot.com Root domain Found	55	52	55	42		40		58	56	55	49		54		89	85	5,201,065,225 EDU: 20,875,611 GOV: 4,097,041	3,456,746 EDU: 14,493 GOV: 4,686	862,726	203,047
en.wikipedia.org Subdomain Found	81		81		74			93		73	79		83	67	98	94	977,875,663 EDU: 2,536,095 GOV: 660,985	2,489,091 EDU: 10,266 GOV: 5,622	735,665	191,534
facebook.com Root domain Found	87	84	79		54		64	89	88	88			78	47	99	98	30,416,972,269 EDU: 147,262,845 GOV: 88,333,953	16,202,363 EDU: 38,075 GOV: 16,848	2,355,289	346,429
google.com Root domain Found	80	81	94	79				90	88	85			75		99	99	15,013,164,895 EDU: 85,210,080 GOV: 33,867,381	13,761,673 EDU: 36,581 GOV: 17,646	2,153,178	351,457
linkedin.com Root domain Found		71	68					68	75	65	57		65		95	90	2,637,860,471 EDU: 22,185,921 GOV: 5,549,768	3,013,310 EDU: 8,445 GOV: 2,030	780,037	190,392
maps.google.com Subdomain Found	58	63	58		56			70	67	62			59		90	83	1,119,474,779 EDU: 6,768,958 GOV: 3,534,453	3,567,922 EDU: 13,059 GOV: 6,278	826,136	206,109
microsoft.com Root domain Found	61	66	92					68	75	65	65		64		96	94	598,164,395 EDU: 7,290,078 GOV: 3,412,396	1,766,691 EDU: 12,065 GOV: 7,427	691,432	229,867

Рис. 1. Интерфейс инструмента «Массовая Проверка Обратных Ссылок»

#	Позиция	Поисковый балл Search Score						Поток доверия (Trust Flow)		Поток цитирования (Citation Flow)		Домены-источники ссылок	
		Всего	InTitle	InAnchor	InURL	Прочее	Мультипликатор	Цитирования	Поток	Цитирования	Поток	Внешние обратные ссылки	Внешние обратные ссылки
1	Название: Example Domain example.com/	13 992	800	9 453	3 200	539	1.000	69	70	56	942	1 626	257
2	Название: Example Domain example.org/	7 065	531	4 051	2 126	357	1.000	44	60	13	012	745 954	
3	Название: Example Domain www.example.net/	4 528	318	2 556	1 378	276	1.000	32	42	1 990		6 763	
4	Название: example (@example) Twitter https://twitter.com/example/	2 968	165	2 071	247	485	1.000	26	44	349		58 276	
5	Название: empty-link.com/	2 781	-	2 498	-	283	1.000	40	42	373		89 574	
6	Название: kadencethemes.com/product/virtue-prem...	2 459	-	2 160	-	299	1.000	16	37	426		35 294	
7	Название: bahumbug.wordpress.com/2006/10/12/mod...	2 429	-	1 974	-	455	1.000	30	56	36	648	493 124	
8	Название: en.wiktionary.org/wiki/example	2 387	-	1 810	107	470	1.000	21	19	48		142	
9	Название: EXAMPLE.PL – dajemy dobry przy...	2 353	66	1 350	721	216	1.000	22	36	75		1 619	
10	Название: www.example-code.com/	2 220	-	1 184	631	405	1.000	47	49	53		10 203	

Рис. 2. Интерфейс инструмента «Search Explorer»

Keyword Checker. Инструмент предназначен для отображения информации об объемах поиска по каждому ключевому слову, указанному пользователем системы (сколько раз слово или фраза встречается в запросах всех пользователей).

Clique Hunter. Инструмент предназначен для поиска всех групп, отсылающих на список доменов.

Инструменты Majestic-12 рекомендуется использовать для анализа активности пользователей эксплуатируемых информационных систем и ресурсов, например для автоматизации обработки кафедральных документов [2, 3].

Список используемых источников:

1. Шевченко М.Ю. Вокруг загадки «Мажестик-12» // Земля и Вселенная. 1991. № 5. С. 81–84.
2. Фатеев А.А., Петелин А.Е. Автоматизация обработки кафедральных документов // Инноватика-2013. 2013. С. 372–377.
3. Стрельникова Е.О., Петелин А.Е. Разработка программно-информационного комплекса «Электронный журнал преподавателя» // Инноватика-2013. 2013. С. 356–361.

© 2016, Заводовский Н.А., Кирилюк В.А., Куклин Е.В.
Распределенная поисковая система Majestic-12

© 2016, Zavodovskii N.A., Kirilyk V.A., Kuklin E.V.
Distributed search engine Majestic-12

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.057

Поступила (Received): 01.06.2016

Зыбин И.Н., Коваленко А.С.
Особенности восстановления конических поверхностей
деталей электроконтактной наваркой проволокой

Zybin I.N., Kovalenko A.S.
Features of renewal of conical surfaces of details
by electrocontact welding of the wire

Рассмотрены существующие технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей электроконтактной наваркой проволокой. Разработаны технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей электроконтактной наваркой проволокой вертикальными и наклонными электродами. При разработке технологических вариантов учитывалось положительное влияние тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода

Ключевые слова: конические поверхности, электроконтактная наварка

The existent technological variants of renewal of conical surfaces of details by electrocontact welding of the wire are considered. Technological variants of renewal of conical surfaces of details by electrocontact welding of the wire by the vertical and inclined electrodes are developed. At development of technological variants positive influence of tangential component of effort of compression of electrode was taken into account

Key words: conical surfaces, electrocontact welding

Зыбин Игорь Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Zybin Igor Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.
Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

Коваленко Антон Сергеевич

Магистрант
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Kovalenko Anton Sergeevich

Master
Moscow state technical university named N.E.
Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

В условиях современного ремонтного производства при восстановлении различных деталей машин определяющим в выборе технологии восстановления является обеспечение требуемого качества восстановления при наименьших экономических затратах (наименьшей себестоимости) на выполнение процесса.

Одной из ресурсосберегающих технологий восстановления деталей машин различного назначения (технологического оборудования, сельскохозяйственной техники, путевых машин и т.д.) является электроконтактная наварка проволокой (ЭКНП).

Практический опыт применения ЭКНП для восстановления наружных поверхностей деталей типа “вал” показал, что наряду с цилиндрическими поверхностями деталей возникает необходимость в восстановлении конических поверхностей с углом конуса в большинстве случаев, находящимся в диапазоне от 0° до 30° [1].

В зависимости от угла конуса восстанавливаемой поверхности детали в работе [1] разработаны технологические варианты процесса наварки. При разработке технологических вариантов рассматривался процесс ЭКНП диаметром 1,6 мм с шириной рабочей поверхности роликового электрода 6 мм. При этом получены зависимости, позволяющие при выборе технологического варианта наварки учитывать и проволоки другого диаметра, а также различную ширину рабочей поверхности электрода.

Согласно первому технологическому варианту наварка осуществляется без разворота электродов относительно навариваемой поверхности (при относительно небольших углах наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали). В частности, показано [1], что данный технологический вариант целесообразно выполнять при углах наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали менее 8° (ширина рабочей поверхности электрода 6 мм, диаметр присадочной проволоки 1,6 мм, осадка вблизи большей кромки валика наваренного металла 65%).

Второй технологический вариант также выполняется без разворота электродов относительно навариваемой поверхности, но с незначительным внедрением кромки электрода в деталь в конце цикла наварки, когда валик наваренного металла практически сформирован.

Согласно третьему технологическому варианту осуществляется разворот электродов относительно навариваемой поверхности (при относительно больших углах конуса восстанавливаемой поверхности детали).

В процессе ЭКНП рабочая поверхность электрода постепенно изнашивается, что предопределяет необходимость в ее переточке. К дополнительному значительному износу рабочей поверхности электрода и изменению геометрической формы кромки электрода, как показал производственный опыт восстановления ЭКНП деталей типа “вал”, может приводить даже незначительное внедрение кромки электрода в деталь (согласно вышерассмотренному технологическому варианту). Это требует необходимости в более частой переточки рабочей поверхности электрода, что увеличивает затраты на восстановление деталей.

Анализ процессов внедрения кромки электрода в деталь показал, что возможно появление выплесков металла в месте внедрения электрода в деталь, перенос части металла электрода на деталь, что ухудшает структуру формируемого слоя металла и качество восстановления.

На рис.1 показана макроструктура образца с конической поверхностью в его продольном сечении при наварке с внедрением кромки электрода в деталь. Светлые пятна в макроструктуре по всей длине наварки показывают наличие материала электрода в наваренном слое металла. В качестве материала электрода использовался сплав БрХ1, присадочная проволока – сварочная проволока Св-08Г2С.

Рис. 1. Макроструктура наваренного металла конического образца:
1 – материал электрода; 2 – наваренный металл

Известно [2-4], что наличие тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода, действующего вдоль образующей восстанавливаемой поверхности детали, положительно сказывается на условии формирования соединения металлов, а именно, способствует интенсификации процессов схватывания металлов вследствие микроскопических перемещений в зоне контакта металлов, облегчая условия пластического течения металла и увеличивая фактическую площадь контакта металлов.

На основании вышеизложенного разработаны следующие технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей типа “вал”, представленные на рис. 2.

Рис. 2. Технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей ЭКНП

Технологические варианты можно разделить на две группы: без разворота электродов (вертикальными электродами) и с разворотом электродов (наклонными электродами).

ЭКНП вертикальными электродами может выполняться с цилиндрической и конической рабочей поверхностью электрода.

Наварка вертикальными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью следует выполнять при малых углах α наклона рабочей поверхности электрода к поверхности детали (рис.3), когда обеспечивается требуемая

осадка проволоки вблизи большей кромки валика наваренного металла при отсутствии соприкосновения электрода с деталью.

Рис. 3. Схема технологического варианта ЭКНП вертикальными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Отметим, что при использовании данного варианта наварки в зоне соединения металлов действует тангенциальная составляющая усилия сжатия электродов, которая положительно сказывается на условии формирования соединения металлов. Толщина наваренного металла в этом случае будет неравномерной вследствие разной величины осадки проволоки в ее поперечном сечении. Это обстоятельство необходимо учитывать при назначении количества проходов наварки с учетом припуска на последующую механическую обработку восстановленной поверхности детали.

Рис. 4. Схема технологического варианта ЭКНП вертикальными электродами с конической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Данный технологический вариант позволяет исключить отрицательное влияние соприкосновения электрода с предыдущим валиком наваренного металла, связанное с шунтированием тока в конце цикла наварки, а также появлением дефектов наварки, рассмотренных выше.

Поскольку с увеличением угла наклона рабочей поверхности возможно внедрение кромки электрода в деталь, то в этом случае при наварке вертикальными электродами целесообразно рабочую поверхность электрода проточить на конус (рис.4).

При данном варианте наварки валик наваренного металла характеризуется равномерной осадкой проволокой в ее поперечном сечении. Как и в предыдущем технологическом варианте ЭКНП в этом случае наварка выполняется при наличии тангенциальной составляющей усилия сжатия электродов.

Наварку наклонными электродами можно выполнять с цилиндрической (первый и второй технологические варианты) и с конической (третий технологический вариант) рабочей поверхностью электрода.

При наварке наклонными электродами согласно первому технологическому варианту электрод разворачивается относительно детали таким образом, чтобы цилиндрическая рабочая поверхность электрода была параллельна образующей конической поверхности восстанавливаемой детали (рис.5).

Рис. 5. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью:
1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла;
3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод

Для практической реализации данного и последующих технологических вариантов наварки необходимо предусмотреть устройство крепления электродов к клещевинам установки с возможностью поворота электродов относительно навариваемой поверхности. Как и в предыдущем технологическом варианте наварки вертикальными электродами валик наваренного металла характеризуется равномерной осадкой проволокой в своем поперечном сечении.

Согласно второму технологическому варианту выполняется разворот оси электрода относительно образующей навариваемой поверхности детали на угол α , что приводит к появлению угла наклона β рабочей поверхности электрода к поверхности детали (рис.6).

В данном технологическом варианте, как и при наварке вертикальными электродами усилие, действующее на электрод, будет раскладываться на две составляющие: нормальную и тангенциальную. Осадка проволоки является неравномерной в своем поперечном сечении. Как говорилось выше, это необходимо учитывать при назначении числа проходов наварки для обеспечения требуемой толщины наваренного слоя и припуска под последующую механическую обработку поверхности детали.

Рис. 6. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с цилиндрической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Также наварка по данному технологическому варианту характеризуется отсутствием соприкосновения электрода с ранее наваренным валиком металла, что исключает шунтирование тока через зону соприкосновения и характеризуется отсутствием дефектов, вызванных этим соприкосновением.

Согласно третьему технологическому варианту (рис.7) рабочая поверхность электрода имеет коническую поверхность. Ось электрода наклонена к образующей конической поверхности детали на угол β . При этом ось электрода развернута относительно оси детали так, что рабочая поверхность электрода параллельна образующей конической поверхности детали. Это позволяет восстанавливать конические поверхности деталей с равномерным по толщине слоем наваренного металла при наличии тангенциальной составляющей усилия, действующего на электрод.

Наварку конических поверхностей деталей с наличием тангенциальной составляющей усилия сжатия электрода следует выполнять таким образом, чтобы действие тангенциальной составляющей было направлено к ранее наваренному валику металла.

Следует сказать, что в случае отсутствия на установке для ЭКНП устройства для разворота электродов относительно навариваемой поверхности детали целесообразно предусмотреть возможность быстрой смены электрода с узла крепления к клещевине, например, при необходимости замены электрода с цилиндрической рабочей поверхностью на электрод с конической рабочей поверхностью.

Рис.7. Схема технологического варианта ЭКНП наклонными электродами с конической рабочей поверхностью: 1 – роликовый электрод; 2 – наваренный валик металла; 3 – деталь; P – усилие, действующее на электрод; P_1 – нормальная составляющая усилия сжатия электрода; P_2 – тангенциальная составляющая усилия сжатия электрода

Это расширит технологические возможности процесса ЭКНП, позволив восстанавливать детали широкой номенклатуры с цилиндрическими и коническими поверхностями при незначительных затратах времени на смену электрода.

Таким образом, предложены технологические варианты восстановления конических поверхностей деталей ЭКНП вертикальными и наклонными электродами, характеризующиеся как цилиндрической, так и конической рабочей поверхностью. При разработке технологических вариантов учитывалось влияние тангенциальной составляющей усилия сжатия, действующего на электрод, на условия формирования соединения металлов в зоне их контакта.

Список используемых источников:

1. Зыбин И.Н. Разработка процесса электроконтактной наварки проволокой наклонными электродами: дис.... канд. техн. наук. М., 2003. 197 с.
2. Гельман А.С. Основы сварки давлением. М.: Машиностроение, 1970. 312 с.
3. Шоршоров М.Х., Колесниченко В.А., Алехин В.П. Клинопрессовая сварка давлением разнородных металлов. М.: Металлургия, 1982. 112 с.
4. Зыбин И.Н. Особенности формирования соединения при электроконтактной наварке проволокой наклонными электродами // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15574>
5. Юдин И.Е., Боженко Б.Л., Федорущенко Н.Д. Установка для электроконтактной наплавки. А.с. 493310 СССР, опубл. 12.02.76, бюл. №44, 4 с.
6. Андронов С.Ф. Способ электроконтактной наплавки. А.с. 1830325 СССР, опубл. 30.07.93, бюл. №28, 4 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.064

Поступила (Received): 01.06.2016

Зыбин И.Н., Савосто В.В.

Устройство для поворота электрода относительно детали при электроконтактной наварке проволокой

Zybin I.N., Savosto V.V.

A device for the turn of an electrode concerning a detail at the electrocontact welding of the wire

Рассмотрен способ интенсификации скольжения проволоки по поверхности детали за счет поворота электрода относительно детали при электроконтактной наварке проволокой. Выполнен анализ существующих устройств для поворота электрода относительно детали. Разработано устройство для поворота электрода относительно детали, имеющее незначительные габаритные размеры и достаточно простую конструкцию

Ключевые слова: устройство для поворота электрода, электроконтактная наварка

The method of intensification of sliding of wire on a detail surface due to the turn of an electrode concerning a detail at the electrocontact welding of the wire is considered. The analysis of existent devices for the turn of an electrode in relation to a detail is executed. The device for the turn of an electrode concerning a detail having insignificant overall dimensions and rather simple design is developed

Key words: device of turn of an electrode, electrocontact welding

Зыбин Игорь Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Zybin Igor Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

Савосто Владимир Витальевич

Магистрант
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)
г. Калуга, ул. Баженова, 2

Savosto Vladimir Vitalievich

Master
Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)
Kaluga, Bazhenov st., 2

Электроконтактная наварка проволокой (ЭКНП) является одной из перспективных ресурсосберегающих технологий восстановления наружных поверхностей деталей вращения широкой номенклатуры.

К одним из показателей качества восстановленной ЭКНП детали наряду с отсутствием дефектов типа пор, трещин, выплесков и т.д. относится прочность соединения основного и присадочного металлов [1]. Важным являются мероприятия, направленные на повышение стабильности процесса ЭКНП, которые непосредственно взаимосвязаны со стабильным значением прочности соединения основного и присадочного металлов.

Одним из направлений, предложенных в работах [1,2] для повышения стабильности процесса ЭКНП, является уменьшение роли тепловой энергии в обеспечении физического контакта между соединяемыми металлами и образования между ними сварного соединения. Уменьшение этой роли возможно за счет интенсификации скольжения присадочной проволоки по поверхности детали в процессе термомеханического цикла ее наварки, что облегчает условия формирования физического контакта между присадочной проволокой и деталью [1]. Также известно [1,2], что скольжение проволоки по поверхности детали позволяет повысить прочность соединения металлов за счет дополнительного увеличения плотности активных центров схватывания.

Одним из способов, способствующих интенсификации скольжения присадочной проволоки по поверхности детали является способ, когда осуществляется поворот оси электрода относительно оси детали на угол α [1] (рис.1).

При использовании данного способа интенсификации скольжения проволоки по поверхности детали, необходимо предусмотреть такой узел сжатия роликовых электродов, который имел бы возможность разворота оси электрода относительно оси детали и стабилизации такого положения электрода при наварке.

Рис. 1. Поворот оси электрода относительно оси детали:
1 – роликовый электрод; 2 – деталь; 3 – присадочная проволока

Следовательно, актуальным представляется вопрос, направленный на проектирование узла крепления электрода с возможностью его поворота относительно детали.

Анализ литературных источников и патентный поиск позволил выявить ряд устройств, в которых рассматривается конструкция узла сжатия роликового электрода с возможностью поворота оси электрода относительно оси детали.

Согласно патенту [3] устройство крепления электрода имеет корпус 1, внутри которого находится электрод 2, установленный на оси 3 (рис.2). При этом торцы оси выполнены в виде сегментов 4 и размещены в кольцевом направляющем пазу 5 корпуса с возможностью вращения оси 3 с электродом 2 по окружности. Поворот электрода на требуемый угол осуществляется следующим образом. Сначала вправо отводят правую втулку 6, сжимая при этом

пружину 7 и нажимая на головку болта 8 влево. Далее вилки 9 получают возможность свободно вращаться вместе с осью 3 по окружности. Повернув вилки 9 вместе с осью 3 и электродом 2 на требуемый угол, возвращают правую втулку 6 в исходное положение, после чего пружина 7 раздвигается, поджимая втулки 6 с вилками 9 навстречу друг другу, фиксируя их и электрод 2 относительно корпуса 1.

Однако такое устройство характеризуется сложностью изготовления и значительными габаритными размерами, если учесть, что обычно диаметр электрода находится в диапазоне 250...350 мм. Это способствует уменьшению номенклатуры восстанавливаемых деталей.

Рис. 2. Устройство для поворота электрода относительно детали

В патенте [4] было предложено устройство (рис. 3), имеющее меньшие габаритные размеры по сравнению с предыдущим устройством. Подвод электрода к детали выполняется с помощью пневмоцилиндра, шток 1 которого жестко связан с осью 2 электрода 3. На штоке имеется конический элемент 4, характеризующийся наличием наружной конической поверхности, которая может входить во внутреннюю коническую поверхность втулки 5. Эта втулка 5 имеет возможность перемещаться по пазам 6 цилиндрической втулки 7, жестко закрепленной на корпусе пневмоцилиндра 8. При выключенном приводе сжатия роликовый электрод поворачивают на требуемый угол. При включении привода сжатия за счет давления воздуха, поступающего в пневмоцилиндр 8,

коническая наружная поверхность элемента штока 4 входит во внутреннюю коническую поверхность втулки 5 и за счет сил трения обеспечивается жесткое положение электрода относительно детали. Данное устройство характеризуется относительно несложной конструкцией и незначительными габаритными размерами в горизонтальном направлении.

Рис. 3. Устройство поворота электрода относительно детали

Однако необходимо учесть особенность практической реализации данного устройства, связанной с подводом тока в зону наварки через электрод. В пневмоцилиндре отсутствует плотный металлический контакт поршня 9 с корпусом пневмоцилиндра 8 вследствие наличия уплотнителей 10 (обычно в виде резиновых колец) на наружной поверхности поршня 9. Это предопределяет необходимость в подводе тока в зону наварки через электрод, исключив в сварочном контуре пневмоцилиндр.

Следовательно, для практической реализации данного устройства следует предусмотреть дополнительные технологические мероприятия, направленные на исключение из сварочного контура пневмоцилиндра, например, выполнение изоляции части штока с применением изолирующих элементов (втулок, прокладок и т.д.) из не токопроводящего материала для возможности подвода тока к той части штока, у которого на конце закреплен электрод.

С учетом вышерассмотренных вариантов устройств для поворота оси электрода относительно оси детали предложено следующее устройство крепления электрода, представленное на рис.4. В узле крепления поворот электрода 1 относительно оси детали осуществляется с помощью болтового соединения 2. Электрод 1 вместе с осью 3 и корпусом 4 с помощью болтового соединения кре-

питается к клещевине 5, имея возможность поворота относительно детали с помощью этого крепежного соединения. Такая конструкция позволяет осуществлять подвод тока по стандартной схеме, т.е. ток идет от вторичной обмотки сварочного трансформатора через медные шины к клещевине, далее через устройство крепления электрода и электроды (при применении двухроликовой схемы наварки) подается в зону контакта присадочного и основного металлов. По сравнению с ранее рассмотренным устройством с применением пневмоцилиндра данный узел крепления электрода характеризуется незначительными габаритными размерами и достаточно простой конструкцией.

Рис. 4. Устройство для поворота электрода относительно детали

Таким образом, предложено устройство крепления электрода, позволяющее выполнять поворот оси электрода относительно оси детали при ЭКНП деталей вращения, характеризующееся незначительными габаритными размерами и достаточно простой конструкцией.

Список используемых источников:

1. Латыпов Р.А., Булычёв В.В., Коротков В.В. Повышение стабильности процесса электроконтактной приварки проволоки // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13387>
2. Булычев В.В. Технологические пути повышения стабильности электроконтактной приварки проволоки // Научные технологии в приборостроении и развитии инновационной деятельности в ВУЗе. Т. 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. С. 275-276.
3. Михайлов В.П., Фатехов А.Х. Устройство для шовной электроконтактной сварки. А.с. 1044447 СССР, опубл. 30.09.83, бюл. № 36, 4 с.
4. Сайфуллин Р.Н. Устройство для роликовой электроконтактной сварки. Пат. № 2343053 Российская Федерация, опубл. 10.01.2009.

© 2016, Зыбин И.Н., Савосто В.В.

Устройство для поворота электрода относительно детали при электроконтактной наварке проволокой

© 2016, Zybin I.N., Savosto V.V.

A device for the turn of an electrode concerning a detail at the electrocontact welding of the wire

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.069

Поступила (Received): 24.06.2016

Исуткина В.Н., Дедов Н.И.**Проектирование сосудов давления при упругих и локальных пластических деформациях****Isutkina V.N., Dedov N.I.****Design of pressure vessels in elastic and plastic deformations of local**

Широкое применение тонкостенных оболочечных конструкций при проектировании нефтехимического оборудования вызывает необходимость разработки надежных и достаточно точных, для практического применения, методов расчета на прочность с учетом локальных пластических деформаций. Пластические деформации, возникающие в соединениях оболочек, имеют местный характер и практически не снижают несущую способность тонкостенных конструкций, что позволяет упростить расчетную схему при наличии пластического шарнира в стыке оболочек

Ключевые слова: краевой эффект, тонкостенные оболочечные конструкции

The widespread use of thin-walled shell structures in the design of petrochemical equipment makes it necessary to develop reliable and accurate enough for practical use, methods of calculation taking into account the strength of the local plastic deformation. Plastic deformation arise in membranes compounds are local in nature and do not substantially reduce the load carrying capacity of thin-walled structures, to simplify the design scheme if the plastic hinge in the joint casings

Key words: edge effect, thin-shell structure**Исуткина Вера Николаевна**

Кандидат физико-математических наук, доцент
Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Isutkina Vera Nikolaevna

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeiskaya st., 244

Дедов Николай Иванович

Кандидат технических наук, профессор
Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Dedov Nikolai Ivanovich

Candidate of Technical Sciences, Professor
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeiskaya st., 244

Цилиндрические сосуды давления со сферическими днищами используются при проектировании резервуаров, колонн и другого нефтехимического оборудования. При действии давления в цилиндрических и сферических оболочках возникают мембранные напряжения, кроме зон резкого изменения толщин, фланцев, опор и зон сопряжения оболочек, в которых возникают мембранные и изгибные напряжения. В сечениях стыка оболочек, заделки края оболочек, соединения с фланцами, опорами возникают краевые силы и моменты.

Причиной возникновения краевых сил и моментов является также скачкообразное изменение распределенных нагрузок, температур по длине, приложение сосредоточенных сил и моментов, изменение механических свойств материалов в местах соединения конструкций из разных материалов.

Для определения мембранных напряжений используется безмоментная теория оболочек. Изгибные напряжения, вызываемые краевыми силами и моментами, определяются по моментной теории оболочек, имеют местный характер и быстро затухают по мере удаления от зоны краевого эффекта. На небольшом расстоянии от стыка краевые напряжения и деформации настолько малы, что их допускается не учитывать и расчет ведут только по безмоментной теории оболочек. Для цилиндрических оболочек это расстояние по данным различных источников от $x = 1,1\sqrt{r\delta_y}$ до $x = 2,5\sqrt{r\delta_y}$. Оболочки, у которых краевые силы и моменты, приложенные к одному краю, практически не влияют на напряженно – деформированное состояние другого края называются длинными. Все рассматриваемые в данной работе оболочки будем считать длинными.

При отсутствии связей между оболочками их края при нагружении давлением получают, в общем случае неравные между собой линейные и угловые перемещения. В реальных конструкциях края оболочек соединены между собой и, следовательно, линейные и угловые перемещения их будут одинаковыми.

Вследствие разных жесткостей сферического днища и цилиндра в стыке двух оболочек возникают краевые силы и моменты, равномерно распределенные по краям оболочек: меридиональная сила N , поперечная сила P_0 и изгибающий момент M_0 .

За счет действия краевых сил и моментов обеспечивается равенство линейных и угловых перемещений краев стыка оболочек.

Результаты решения краевой задачи необходимы для назначения оптимальных геометрических размеров и форм оболочек при проектировании резервуаров, сосудов, корпусов аппаратов.

Рис. 1. Расчетная схема сосуда, нагруженного газовым давлением

На рис.1 показана расчетная схема сосуда, состоящего из цилиндра со сферическим днищем, нагруженного газовым давлением.

Вследствие разных жесткостей сферического днища и цилиндра в стыке двух оболочек возникают краевые силы и моменты, равномерно распределенные по краям оболочек: меридиональная сила N , поперечная сила P_0 и изгибающий момент M_0 . [1, с.175].

Для определения поперечной силы P_0 и изгибающего момента M_0 составляются уравнения совместности деформаций, выражающие равенство радиальных перемещений и углов поворота краев сферической и цилиндрической оболочек от действия сил газового давления, краевых сил и краевых моментов [2, с.199]

$$\Delta_{\text{вн}}^c + \Delta_{P_0}^c + \Delta_{M_0}^c = \Delta_{\text{вн}}^u + \Delta_{P_0}^u + \Delta_{M_0}^u,$$

$$V_{\text{вн}}^c + V_{P_0}^c + V_{M_0}^c = V_{\text{вн}}^u + V_{P_0}^u + V_{M_0}^u,$$

где $\Delta_{\text{вн}}^c, \Delta_{P_0}^c, \Delta_{M_0}^c, \Delta_{\text{вн}}^u, \Delta_{P_0}^u, \Delta_{M_0}^u$ - радиальные перемещения краев сферической и цилиндрической оболочек, $V_{\text{вн}}^c, V_{P_0}^c, V_{M_0}^c, V_{\text{вн}}^u, V_{P_0}^u, V_{M_0}^u$ - углы поворота краев оболочек.

Радиальные и угловые перемещения для края цилиндрической оболочки запишем в виде

$$\Delta_{\text{вн}}^u = A_1 p, \Delta_{P_0}^u = A_2 P_0, \Delta_{M_0}^u = A_3 M_0,$$

$$V_{\text{вн}}^u = 0, V_{P_0}^u = A_4 P_0, V_{M_0}^u = A_5 M_0,$$

$$\text{где } A_1 = \frac{2-\mu}{2\delta_1 E} r^2, A_2 = \frac{2k_1}{\delta_1 E} r^2, A_3 = \frac{2k_1^2}{\delta_1 E} r^2, A_4 = \frac{2k_1^2}{\delta_1 E} r^2, A_5 = \frac{4k_1^3}{\delta_1 E} r^2,$$

$$k_1 = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{r\delta_1}} - \text{коэффициент затухания кривой напряжений для цилиндрической оболочки, } r, \delta_1 - \text{радиус и толщина цилиндрической оболочки.}$$

Радиальные и угловые перемещения для края сферической оболочки запишем в виде

$$\Delta_{\text{вн}}^c = B_1 p, \Delta_{P_0}^c = -B_2 P_0, \Delta_{M_0}^c = B_3 M_0,$$

$$V_{\text{вн}}^c = 0, V_{P_0}^c = B_4 P_0, V_{M_0}^c = B_5 M_0,$$

$$\text{где } B_1 = \frac{1-\mu}{2\delta_2 E} R^2, B_2 = \frac{2k_2}{\delta_2 E} R, B_3 = \frac{2k_2^2}{\delta_2 E}, B_4 = \frac{2k_2^2}{\delta_2 E}, B_5 = \frac{4k_2^3}{\delta_2 E} r^2, k_2 = \sqrt[4]{3(1-\mu^2)} \sqrt{\frac{R}{\delta_2}} -$$

коэффициент затухания напряжений для сферической оболочки, R, δ_2 - радиус и толщина сферической оболочки.

Подставим линейные и угловые перемещения для цилиндрической и сферической оболочек в уравнение совместности деформаций стыка оболочек

$$A_1 p + A_2 P_0 + A_3 M_0 = B_1 p + B_2 P_0 + B_3 M_0,$$

$$A_4 P_0 + A_5 M_0 = B_4 P_0 + B_5 M_0.$$

Решая уравнения совместности деформаций, получим выражения для краевой силы и краевого момента

$$P_0 = - \frac{(B_1 - A_1)(A_5 - B_5)}{(A_3 - B_3)(A_4 - B_4) - (A_2 - B_2)(A_5 - B_5)} \cdot P,$$

$$M_0 = - \frac{(B_1 - A_1)(A_4 - B_4)}{(A_3 - B_3)(A_4 - B_4) - (A_2 - B_2)(A_5 - B_5)} \cdot P.$$

От действия краевых сил и моментов в сечениях оболочек возникают внутренние силовые факторы: меридиональная сила, поперечная сила, кольцевая сила, изгибающий меридиональный и кольцевой моменты, которые вызывают дополнительные краевые напряжения. Наибольшие краевые напряжения возникают в сечениях проходящих через края сопрягаемых оболочек.

Полные напряжения в краевом сечении определяются суммированием мембранных напряжений от действия внутреннего давления и дополнительных напряжений от краевого эффекта.

Эквивалентные напряжения, определенные по какой-либо теории прочности, могут превысить предел текучести материала. В этом случае возникает необходимость проведения расчетов при упруго-пластических деформациях. Возникновение в локальных зонах оболочек краевых напряжений изгиба, превышающих предел текучести материала, не приводит к исчерпанию несущей способности материала оболочек. В местах развитых пластических деформаций можно считать, что значение краевого момента достигает момента пластичности и возникает пластический шарнир, приводящий к упрощению расчетной схемы решения краевой задачи. Материал оболочек принимается идеально-упруго-пластическим и краевой изгибающий момент M_0 при дальнейшем увеличении нагрузки остается постоянным

$$M_0 = \text{const.}$$

Определим значения момента пластичности при изгибе [3, с.325]

$$M_T = \sigma_T W_T,$$

где $W_T = \frac{\delta_1^2}{4}$ – погонный осевой момент сопротивления, соответствующий деформации идеально-упруго-пластического материала. Направление момента пластичности совпадает с направлением угла поворота кромки оболочки. Принимая в расчетной схеме краевой задачи $M_0 = M_T$ получим значение краевой силы

$$P_0 = - \frac{A_5 - B_5}{A_4 - B_4} M_T.$$

При проектировании конструкций нефтехимического оборудования из пластичных и хрупких материалов с целью уменьшения краевых сил и моментов необходимо обеспечить плавные

переходы сопрягаемых элементов оборудования. Расчет краевых напряжений является обязательным для конструкций, изготовленных из хрупких материалов, так как пластический шарнир в них образоваться не может.

Список используемых источников:

1. Конторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов. М.: Машгиз, 1960. С. 941.
2. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химических аппаратов. М.: Машгиз, 1961. С. 624.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. М.: ГИТТЛ, 1953. С. 856.

© 2016, Исуткина В.Н., Дедов Н.И.

Проектирование сосудов давления при упругих и локальных пластических деформациях

© 2016, Isutkina V.N., Dedov N.I.

Design of pressure vessels in elastic and plastic deformations of local

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.074

Поступила (Received): 30.06.2016

Казаков А.В., Царев В.А.
Технические аспекты разработки системы
идентификации и прослеживание
рулонов металлопроката

Kazakov A.V., Tsarev V.A.
Technical aspects of the development of the system
of identification and tracking of metal rolls

Проблемы сопровождения рулонов металлопроката в настоящее время все более остро возникают в связи с внедрением автоматизированных систем учета и автоматических складов. В статье рассматриваются технические аспекты внедрения системы сопровождения рулонов металлопроката, основанной на применении технологии машинного зрения

Ключевые слова: автоматизация, машинное зрение, определение положения объектов, оптоэлектронная система

Казаков Алексей Викторович
Аспирант
Череповецкий государственный университет
г. Череповец, пр-т Луначарского, 5

Царев Владимир Александрович
Кандидат технических наук, доцент, генеральный директор
Малленом Системс
г. Череповец, ул. Металлургов, 21 Б

Problems of tracking of metal roll are now more acutely arise in connection with the introduction of automated accounting systems and automated warehouses. The article deals with the technical aspects of implementation of the tracking system of metal rolls, based on the application of machine vision technology

Key words: automation, machine vision, determining the position of objects, optoelectronic system

Kazakov Alexey Victorovich
Graduate
Cherepovets state university
Cherepovets, Lunacharskogo ave., 5

Tsarev Vladimir Alexandrovich
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, General Director
Mallenom Systems
Cherepovets, Metallurgov st., 21 B

Внедрение автоматизированного учета перемещения объектов на конвейере и их уникальная идентификация в настоящее время является одним из актуальных путей повышения производительности предприятия.

В процессе производства листовой продукции, рулоны маркируются [1] в потоке. В настоящее время на многих предприятиях маркировка выполняется вручную. В то же время реализуются мероприятия по автоматической маркировке рулонной продукции. Далее, рулоны передаются цепными транспортерами в другие цеха. Для идентификации продукции на входе в цех необходимо

выполнять идентификацию рулонов по их номеру, нанесённому на боковую поверхность машинным способом. Рулоны транспортируются в вертикальном положении, маркировка может располагаться в любом месте относительно вертикальной оси рулона.

После идентификации рулонов по маркировке требуется сопровождать рулон до момента его снятия с конвейера, т.е. необходимо знать позиции всех зашедших на конвейер рулонов до момента их снятия с заданной точностью и передавать эту информацию на сервер АСУ ТП. Конвейер с рулонами металлопроката движется неравномерно, с остановками. С конвейера рулоны снимаются краном в произвольном порядке.

Предлагаемая система основана на технологии машинного зрения и предназначена для определения в режиме реального времени местоположения каждого рулона (с привязкой к идентификатору) на конвейере с требуемой точностью, зависящей от требований конкретного предприятия.

На рисунке 1 приведен пример конвейера с рулонами металлопроката.

Рис. 1. Пример конвейера с рулонами металлопроката

Процесс функционирования системы идентификации и прослеживания рулонов металлопроката, основанной на применении технологий машинного зрения можно описать следующим образом:

1. При входе в цех система получает сигнал от индуктивного датчика наличия объекта.
2. Производится захват изображения с нескольких камер с их последующей склейкой. Применение нескольких камер необходимо, поскольку маркировка может находиться на любой стороне рулона.
3. Выполняется локализация и распознавание маркировки рулона металлопроката.

4. Производится выдача сигнала на начало отслеживания рулона.

5. Камеры через заданные интервалы времени выполняет захват контролируемой области.

6. На сформированном кадре выделяются шаблонные объекты – рулоны. Каждому рулону соответствует уникальный идентификатор – считанная на входе маркировка.

7. Полученный кадр анализируется на предмет изменения положения шаблонных объектов относительно предыдущего кадра.

8. Рассчитываются координаты выделенных объектов в соответствии с произведенной калибровкой, т.е. рассчитываются местоположения объекта относительно внешней системы координат.

9. При снятии рулона краном [2] с конвейера координаты рулона с уникальным идентификатором (маркировкой) передаются в MES-систему верхнего уровня.

Шаги 1-9 выполняются для каждого рулона, поступающего в цех. Таким образом, система обеспечивает учет продукции на складе для его дальнейшего распределения и реализации.

Существующие особенности технологического процесса транспортировки рулонов накладывают ограничения на необходимое функционирование и надежность системы. Известные решения и методы обработки изображений для обнаружения объектов и решения задачи прослеживания рулонов металлопроката зачастую не способны учитывать ряд следующих особенностей:

- Из-за высокой протяженности конвейера необходимо устанавливать несколько камер и выполнять интеграцию их данных.

- Множество алгоритмов работают только со статическим либо незначительно изменяющимся фоном. В процессе движения рулона по конвейеру в области контроля камер может двигаться кран или другие объекты, изменяющие уровень освещенности и создающие дополнительное движение в зоне контроля.

- Движущиеся краны могут перекрывать область контроля камер, что приводит к потере соответствия считанных ранее идентификаторов рулонов и их фактического положения. Как видно из рисунка 1 сбоку от конвейера камеры расположить невозможно, поскольку расстояние ограничено и не позволит обеспечить широкую зону контроля. Поэтому наилучшим местом монтажа камер является место над конвейером и над краном, либо в стороне от конвейера, но также на значительной высоте.

- В процессе движения рулона в зоне контроля одной камеры происходит искажение размеров и видимой проекции рулона на изображении.

- Многие алгоритмы выделения объектов не способны адаптироваться к изменению внешних условий.

- Проскальзывание приводных роликов может привести к случаю расположения рулонов друг за другом и возникновению проблемы их сегментации на изображении.

Поэтому разработка метода, алгоритмов и средств идентификации и прослеживания рулонов металлопроката обеспечивающая решение вышеописанных проблем в настоящее время рассмотрена недостаточно и требует проработки с учетом выявленных аспектов технологического процесса транспортировки рулонов металлопроката.

Модернизация линия транспортировки рулонов металлопроката с помощью систем машинного зрения позволяет закрыть механические недочеты составных частей линии и в целом повысить производительность технологического процесса.

Список используемых источников:

1. ГОСТ 7566-94. Металлопродукция. Приемка, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение. Введ. 1998-01-01. М.: Стандартиформ, 2005. 14 с.
2. Степанов А.Л. Перегрузочное оборудование портов и транспортных терминалов. СПб.: Политехника, 2013. 427 с.

© 2016, Казаков А.В., Царев В.А.

Технические аспекты разработки системы идентификации и прослеживание рулонов металлопроката

© 2016, Kazakov A.V., Tsarev V.A.

Technical aspects of the development of the system of identification and tracking of metal rolls

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.078

Поступила (Received): 24.06.2016

Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К.
Планирование эксперимента по определению
влияния высокочастотного воздействия на адгезию
грунтов к рабочим органам машин

Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K.
Planning for an experiment to determine the
effect of high-frequency effects on the adhesion
of soil to the working bodies of cars

В данной статье рассмотрены методы снижения примерзания грунтов к рабочим органам машин. Приведен план проведения эксперимента по определению влияния высокочастотного воздействия на процесс примерзания грунта с применением математической теории планирования эксперимента. Определены факторы и предложены интервалы варьирования этих факторов при проведении эксперимента

Ключевые слова: адгезия грунта, планирование эксперимента, высокочастотное воздействие, сопротивление сдвигу грунта

This article describes methods to reduce soil freezing to the working bodies of machines. An outline of the experiment to determine the effect of high-frequency effects on soil freezing process with the use of mathematical experiment planning theory. The factors and suggested ranges of variation of these factors during the experiment

Key words: adhesion of soil, design of experiments, the high impact resistance of the ground shift

Киргизов Роман Сергеевич

Магистрант

Братский государственный университет
г. Братск, ул. Макаренко, 40

Kirgizov Roman Sergeevich

Master

Bratsk state university
Bratsk, Makarenko st., 40

Бакшеев Юрий Константинович

Студент

Братский государственный университет
г. Братск, ул. Макаренко, 40

Baksheev Yuriy Konstantinovich

Student

Bratsk state university
Bratsk, Makarenko st., 40

При разработке влажных грунтов землеройными машинами, особенно при отрицательной температуре, примерзание грунтов к рабочим органам существенно снижает производительность машин [1-3].

Анализ патентной и научно-технической информации показал [4], что все известные методы снижения адгезии грунтов можно разделить на четыре группы. К первой относится создание на границе контакта промежуточного слоя [5-9], который может служить экраном для молекулярного взаимодействия фаз и должен обладать малым когезионным или адгезионным взаимодействием. Такой слой может быть твердым, жидким и газообразным. Ко второй

группе относятся методы, способствующие ослаблению адгезионных связей вследствие внешнего воздействия и приводящие к изменению свойств поверхностных слоев фаз [10-16]. К третьей группе относятся конструктивно-технологические и механические способы. И к последней группе относятся комбинированные способы борьбы с намерзанием грунта на поверхность рабочего органа [17-30].

Теоретические и экспериментальные исследования [31], показали возможность использования в экспериментах натурального грунта без изменения его физико-механических характеристик. При этом акустические и теплофизические характеристики грунта также остаются неизменными, соответствующими натурным.

Для поставленных задач экспериментальных исследований были использованы методы многофакторного планирования, что позволяет получить максимально полезную информацию об исследуемых процессах при минимальном количестве опытов. Это особенно важно, когда моделирование отдельных процессов (например, температурного режима) представляет определенные трудности.

В настоящем исследовании выбраны пять типов грунтов, характеризующихся различной дисперсностью, выраженной через эффективный диаметр частиц грунта, на основании его гранулометрического состава: глина, суглинок, супесь и две искусственные смеси из различных грунтов.

В экспериментах в основном будет использован суглинок как наиболее преобладающий на территории России [31]. По трудности разработки выбран грунт II категории трудности как грунт, на который должны рассчитываться оптимальные технические параметры универсальных землеройных машин, т.к. вероятность их разработки $P_i=0,63$ [31].

Подготовка к эксперименту грунта включает:

- доведение весовой влажности грунта до требуемой по условиям эксперимента согласно матрице планирования;
- уплотнение грунта в приборе Союздорнии для стандартного уплотнения по ГОСТ 22733-2002 до $C_{уд.} = 3...6$ ударов ударника ДорНИИ.

Для эксперимента предполагается использовать пьезокерамический трансдюсер ПП-251 (мощность одного преобразователя – 60 Вт, резонансная частота – 28,150-29,700 кГц, удельная акустическая мощность – 14Вт/см²).

К числу контролируемых параметров грунта относятся: гранулометрический состав (дисперсность), влажность, температура.

Контролируемые параметры процесса сдвига: нормальная нагрузка на образец, температура в плоскости сдвига, скорость сдвига.

Проведение экспериментальных исследований с уменьшением размеров объекта исследований приводит к уменьшению трудоемкости экспериментов, снижению материальных затрат и сокращению сроков исследования. В первом приближении эти расходы можно считать пропорциональными кубу линейного размера или объему исследуемого объекта.

Анализ априорной информации предполагает описание процесса полным квадратным уравнением [32]:

$$y = b_0 x_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_i x_i^2 \quad (1)$$

где: y – расчетное значение функции отклика; $b_0 x_0$ – свободный член; b_i – линейные коэффициенты; b_{ij} – коэффициенты парного взаимодействия факторов; $x_i x_j$ – эффект парного взаимодействия.

Для проведения активного эксперимента с целью получения математической модели вида (1), в соответствии с рекомендациями [30] и особенностями данных экспериментальных исследований выбираем ротатабельный центральный композиционный план (РЦКП) для пятифакторной модели с линейным ядром плана на полуреплике 2^{5-1} и общим числом точек $N = 32$ (выбор плана РЦКП вместо плана Хартли, являющегося также оптимальным для $n = 5$ обусловлен тем, что для планов РЦКП параллельные опыты проводить не требуется, план имеет "звездные точки" с плечом $\alpha = \pm 2$).

Кодирование уравнений факторов производится с помощью следующих соотношений [33]:

$$\overline{x_{ib}} = \frac{X_{ib} - X_{i0}}{\Delta X_i} = +1; \quad \overline{x_{in}} = \frac{X_{in} - X_{i0}}{\Delta X_i} = -1;$$

где: $\overline{x_{ib}}, \overline{x_{in}}$ – значения i -го фактора в кодированном виде; X_{in}, X_{i0}, X_{ib} – соответственно нижний, средний и верхний уровни фактора в натуральном значении; ΔX_i – интервал варьирования фактора, равный:

$$\Delta X_i = \frac{(X_{ib} - X_{in})}{2}.$$

Для перехода от кодированного вида к натуральным значениям необходимо воспользоваться следующим соотношением [33]:

$$X_i = x_i \cdot \Delta X_i + X_{i0},$$

где: X_i – натуральное значение фактора.

Таблица 1. Уровни факторов и интервалы варьирования при высокочастотном воздействии

Факторы	Уровни факторов					Интервалы варьирования
	-2	-1	0	1	2	
X_1 – дисперсность грунта, $D_э$, мм	$9 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
X_2 – нормальное давление на грунт P , кПа	0	10	20	30	40	10
X_3 – влажность грунта весовая, W , %	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	5,0
X_4 – температура внешней среды, T , °C	5	-5	-15	-25	-35	10
X_5 – продолжительность контакта грунта с металлом, t , мин	0,5	10,5	20,5	30,5	40,5	10

Уровни и интервалы варьирования факторов определены на основе анализа априорной информации и представлены в табл. 1.

Для исключения влияния систематических ошибок, опыты проводились в случайном порядке, т.е. экспериментальные исследования были рандомизированы.

Статистическая оценка значимости коэффициентов математической модели проводилась с помощью t – критерия.

Для проведения эксперимента разработан и изготовлен специальный сдвиговой стенд, позволяющий проводить эксперименты на моделях рабочих органов землеройных машин.

Список используемых источников:

1. Зеньков С.А., Батуро А.А., Булаев К.В. Теоретические предпосылки повышения производительности экскаваторов при устранении адгезии грунта к ковшу // *Механики XXI века*. 2006. № 5. С. 79-81.
2. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Игнатъев К.А. Анализ возможного повышения производительности экскаваторов при устранении адгезии грунта к ковшу // *Вестник МГСУ*. 2014. № 2. С. 98-104.
3. Rajaram G., Erbach D.C. Effect of wetting and drying on soil physical properties. // *Journal of Terramechanics* 36 (1999) P. 39-49.
4. Заднепровский Р.П. Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности. М.: Машиностроение, 1992. 176 с.
5. Зеньков С.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента для определения влияния жидкостного слоя на сопротивление сдвигу грунта по металлической поверхности при отрицательной температуре // *Механики XXI века*. 2006. № 5. С. 84-87.
6. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А. Применение полимерных противоналипающих листов для снижения адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин // *Механики XXI века*. 2010. № 9. С. 112-114.
7. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Игнатъев К.А., Кожевников А.С. Неметаллические покрытия как профилактическое средство снижения адгезии на отвальных рабочих органах землеройных машин // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2013. Т. 2. С. 30-35.
8. Зеньков С.А., Плеханов Г.Н., Балахонов Н.А., Чубыкин А.С. Оборудование для определения влияния жидкостного промежуточного слоя на адгезию грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Вестник Таджикского технического университета*. 2014. Т. 2. № 26. С. 28-32.
9. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Чубыкин А.С., Кожевников А.С. Анализ применения жидкостного промежуточного слоя для снижения адгезии грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2014. Т. 1. С. 189-195.
10. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Баев А.О., Дрюпин П.Ю. Определение мест установки электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2014. Т. 1. С. 195-202.
11. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Балахонов Н.А. Определение рациональных параметров оборудования теплового действия к рабочим органам землеройных машин для разработки связных грунтов // *Вестник Саратовского государственного технического университета*. 2013. Т. 2. № 2с (71). С. 124-129.
12. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Ничаев А.Н., Курмашев Е.В. Применение оборудования теплового воздействия для снижения адгезии грунтов // *Механики XXI века*. 2010. № 9. С. 129-132.
13. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Эффективность гибких нагревательных элементов для борьбы с адгезией грунтов к землеройным машинам // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2013. Т. 1. С. 134-137.
14. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Банщиков М.С. Исследование влияния теплового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // *Механики XXI века*. 2013. № 12. С. 228-232.
15. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Механики XXI века*. 2014. № 13. С. 156-160.

16. Зеньков С.А., Диппель Р.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента по исследованию влияния параметров теплового воздействия на сопротивление сдвигу грунта // *Механики XXI века*. 2005. № 4. С. 52-56.
17. Зенков С.А., Ереско С.П. Моделирование процесса копания грунта вибрирующим ковшовым рабочим органом при отрицательной температуре // *Горное оборудование и электромеханика*. 2008. № 12. С. 44-49.
18. Зеньков С.А. Методика расчета оборудования с акустическим воздействием для снижения адгезии грунтов к ковшам экскаваторов // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2006. Т. 26. № 2-1. С. 67-72.
19. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Определение параметров вибрационного оборудования к ковшам экскаваторов для снижения адгезии грунтов // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. 2009. № 89-2. С. 90-94.
20. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Применение пьезокерамических трансдюсеров для снижения адгезии при разработке связных грунтов // *Вестник Таджикского технического университета*. 2013. № 4 (24). С. 17-22.
21. Зеньков С.А., Игнатъев К.А. Влияние ультразвукового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // *Системы. Методы. Технологии*. 2012. № 2. С. 43-45.
22. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Балахонов Н.А. Устранение налипания грунта на рабочие органы землеройных машин с использованием пьезокерамических излучателей // *Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе*. 2013. Т. 1. С. 64-72.
23. Зеньков С.А., Батуро А.А. Комбинированное устройство снижения адгезии грунта к ковшу экскаватора // *Механики XXI века*. 2007. № 6. С. 76-78.
24. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А. Снижение адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин при помощи высокочастотного воздействия // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2011. Т. 2. С. 88-92.
25. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А., Зеньков А.С. Устранение адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин при помощи ультразвукового воздействия // *Механики XXI века*. 2011. № 10. С. 146-148.
26. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Планирование эксперимента по применению пьезокерамических излучателей для борьбы с адгезией грунтов к рабочим органам землеройных машин // *Механики XXI века*. 2012. № 11. С. 399-402.
27. Зеньков С.А., Товмасын Э.С. Математическая модель для определения параметров оборудования высокочастотного действия при проектировании ковшей экскаваторов // *Современные проблемы теории машин*. 2014. № 2. С. 41-44.
28. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Красавин О.Ю. Анализ повышения производительности экскаваторов при использовании пьезокерамических трансдюсеров // *Системы. Методы. Технологии*. 2009. № 4. С. 38-41.
29. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Анализ возможного повышения производительности экскаваторов при термоакустическом воздействии для устранения адгезии грунта к ковшу // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2008. № 2. С. 137-140.
30. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Игнатъев К.А. Пьезокерамические излучатели на ковшах экскаваторов для борьбы с налипанием грунтов // *Аспирант*. 2015. № 3 (8). С. 26-30.
31. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. М., Машиностроение, 1994. 432 с.
32. Баловнев В.И., Завадский Ю.В., Мануйлов В.Ю. Применение математической теории планирования эксперимента при исследовании дорожных машин. М., МАДИ, 1985. 104 с.
33. Завадский Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта. М., МАДИ, 1978. 156 с.

© 2016, Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К.

Планирование эксперимента по определению влияния высокочастотного воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам машин

© 2016, Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K.

Planning for an experiment to determine the effect of high-frequency effects on the adhesion of soil to the working bodies of cars

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.083

Поступила (Received): 03.06.2016

Ланщикова Г.А.
Сторителлинг как метод дизайна

Lanshchikova G.A.
Storytelling – method of design

В статье раскрыта суть сторителлинга – метода, используемого в дизайн-проектировании. Дана характеристика базовых элементов сторителлинга, формы представления повествования

Ключевые слова: сторителлинг, дизайн

The article reveals the essence of storytelling - the method used in the design - the design. The characteristic of the basic elements of storytelling, the narrative form of presentation

Key words: storytelling, design

Ланщикова Галина Александровна
Кандидат педагогических наук, доцент
Омский государственный педагогический университет
г. Омск, ул. Набережная Тухачевского, 14

Lanshchikova Galina Alexandrovna
Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor
Omsk state pedagogical university
Omsk, Tuhachevsky st., 14

Современный дизайнер для создания высококачественного продукта пользуется приемами и методами проектирования. Методика дизайна – наука формирующаяся, находящаяся в постоянном движении. Методика «назначает» типичные роли исследователю и участнику в процессе проектирования. Они определяются участием и генеративной деятельностью дизайнера – выработкой концепции и созданием первого прототипа, описанием экспертного анализа.

Неотъемлемой частью дизайн-проектирования на этапе предпроектного анализа являются разговоры, беседы с заинтересованными сторонами: разработчиками (дизайнерами) и клиентами – потребителями, которые в конечном итоге используют разрабатываемые продукты, системы и услуги. Такие методы играют важную роль в приобретении дизайнерами опыта и установлении доверительных отношений с аудиторией.

Как структурировать обсуждение для выбора яркого дизайнерского решения? Как правильно спланировать деятельность и что нужно предусмотреть, чтобы достичь успеха? Необходимо проанализировать примеры, расставляя приоритеты и фокусируясь на проблемах, которые нужно решить. Также следует создать общее терминологическое пространство для различных специалистов.

Одним из простых и вместе с тем эффективных методов, способствующих решению этого вопроса, является сторителлинг (буквально «рассказывание историй») – метод передачи знаний от одного поколения к другому. Это один из лучших способов обогащения знаний при общении с другими людьми.

Сторителлинг (storytelling) – метод «создания образов, эмоций и объяснение событий через взаимодействие между рассказчиком и аудиторией [1, с. 230].

Данный метод обеспечивает возможность структурировать процесс коммуникации, который позволяет лучше понимать людей, сопереживать, синтезировать и анализировать информацию, создавать более значимые продукты, ориентированные на пользователя, с учетом данных, полученных в результате исследований.

Базовая характеристика сторителлинга представлена основными элементами: место действия, действующие лица, сюжет, погружение, настроение, движение.

- Место действия настраивает аудиторию, создает атмосферу истории, позволяя окунуться в события.

- Действующие лица должны принимать активное участие в истории. Возможно поименное перечисление. При этом история должна соответствовать интересам этих лиц.

- Сюжет – следующее звено для событий истории, своеобразное «русло», по которому «течет» история. Например, представление событий в виде перечня фактов в хронологической последовательности с учетом причинно-следственной связи.

- Погружение (невидимость) – осознание необходимости «исчезновения» рассказчика по мере концентрирования на истории слушателя, захваченного сюжетом книги или фильма.

- Настроение – свет, звуки, музыка, стиль и манера повествования позволяют придать истории эмоциональный тон.

- Движение – в интересном рассказе события описываются последовательно, развиваясь плавно и понятно, без остановок.

Определены базовые элементы сторителлинга. По ходу повествования для повышения качества рассказа и передачи опыта аудитории элементы можно добавлять.

Различают способы «рассказывать истории»:

- устно (сказка, рассказ);
- визуально (фильм, диаграмма, график);
- письменно (повесть, поэма);
- с помощью цифровых средств (компьютеризированное слайд-шоу, цифровое видео, образовательный портал).

Рассказчик историй – любой человек – может представить информацию, которая неподдельно заинтересует аудиторию и заставит вникать в сюжет, следить за событиями.

Обогащение информации о дизайнерском продукте, контенте, захватывающим сюжетом, вызывающим определённый эмоциональный отклик у аудитории, позволяет вспомнить события истории и тем самым накопить личный опыт участников.

Различают метод *направленного* сторителлинга, который позволяет дизайнерам собрать множество историй о прошлом опыте участников, используя подготовленные заранее конкретные вопросы, продуманные подсказки. Этот метод основывается на социологическом нарративном анализе и является средством быстрого сбора интересных историй, когда неблагоприятные факторы мешают непосредственному объективному наблюдению в процессе исследования.

Сессии направленного сторителлинга начинаются с подсказки, например: «Расскажите историю о ...», направляя движение разговора в комфортное для рассказчика русло. Направляющие вопросы могут начинаться со слов «кто», «что», «когда», «где», «как». При этом целесообразно работать в паре: один руководит рассказыванием, а другой записывает, сохраняя полученную в сессии информацию для последующей интерпретации. Исходя из расставленных рассказчиком акцентов, в повествовании определяются главные идеи, основные сюжетные линии [2].

Выделенные идеи при необходимости группируют в кластеры, формируя структуру с контрольным материалом (диаграммами, графиками и картами). Эта визуальная информация влияет на дизайнерское решение в отношении контента и позволяет определить необходимость дополнительного исследования для оптимизации разработки.

Направленный сторителлинг является самым мощным методом для определения опыта рассказчика, несмотря на то, что он не требует больших затрат временных и человеческих ресурсов.

По принципу сторителлинга в последнее время устраивают выставки, чаще экспонатами служат предметы обихода и инсталляции, имеющие, несомненно, богатую и интересную историю. В данном случае рассказ может быть озвучен экскурсоводом или представлен в аннотации.

Список используемых источников:

1. Лидвелл У., Холден К., Батлер Д. Универсальные принципы дизайна. Спб.: Питер, 2012. 272 с.
2. Мартин Б., Ханигтон Б. Универсальные методы дизайна. Спб.: Питер, 2014. 208 с.
3. Will Eisner *Graphic Storytelling*, Poorhouse Press, 1996.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.086

Поступила (Received): 24.06.2016

Лебедев К.А., Габдрахимов Ш.Р., Хакимов Р.Т. Анализ энергоэффективности автотракторных двигателей при работе на природном газе

Lebedev K.A., Gabdrahimov Sh.R., Khakimov R.T.
Analysis of the efficiency of automotive engines
when operating on natural gas

В работе представлен анализ использования природного газа в качестве моторного топлива в двигателях по двум причинам. Во-первых, в связи с принятием для автотранспортных средств более жестких нормативов на выбросы вредных веществ с отработавшими газами. В стране действуют требования международных правил ООН «Евро». Применение природного газа позволяет выполнить эти требования с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с трудоемкой и дорогостоящей доводкой двигателей на жидких моторных топливах

Ключевые слова: газовый двигатель, природный газ, энергоэффективность, мощность, рабочий процесс

The paper presents an analysis of the use of natural gas as a motor fuel in engines for two reasons. First, in connection with the adoption of motor vehicles for more stringent standards for emissions of harmful substances with exhaust gases. In the country there are requirements of the United Nations rules for the "Euro". The use of natural gas allows to meet these requirements with less cost and in a shorter time compared to the tedious and costly fine-tuning of engines on liquid motor fuels

Key words: gas engine, natural gas, energy efficiency, capacity, workflow

Лебедев Кирилл Андреевич

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Lebedev Kirill Andreevich

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Габдрахимов Шамиль Рахимович

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Gabdrahimov Shamil Rakhimovich

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Хакимов Рамиль Тагирович

Кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Khakimov Ramil Tagirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Использование природного газа в качестве моторного топлива с каждым днем становится все актуальней, во-первых, в связи с принятием для автотранспортных средств более жестких нормативов на выбросы вредных веществ с отработавшими газами. С 2008 года действуют требования Евро-5, а с октября 2014 года частично ввелись нормы Евро-6. Применение природного газа позволяет выполнить эти требования с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с трудоемкой и дорогостоящей доводкой двигателей на жидких моторных топливах [1, с.17].

Во-вторых, наметившееся снижение объемов добычи нефти и мировой финансовый кризис, как следствие этого возникающий дефицит более удобных в применении традиционных жидких моторных топлив, также способствуют актуализации идеи газификации автомобильного транспорта [2, с. 22].

В настоящее время в мировом двигателестроении существует тенденция повышения эффективной мощности двигателей внутреннего сгорания путем форсирования по среднему эффективному давлению. Применительно к дизелям для этой цели широко используется турбонаддув, а также промежуточное охлаждение наддувочного воздуха. Вместе с тем, практика показывает, что используемые газовые двигатели имеют ряд недостатков, это связано в основном не совершенным рабочим процессом в частности горения газа при низких температурах, особенности конструкции камеры сгорания и предпускового тракта, отсутствие штатной электронной системы управления и т.д. [3]. Выше сказанное указывает на то что есть острая необходимость в решении этих и многих других вопросов, а это связано с изучением глубоких теоретических основ физико-химических явлений происходящих с рабочем телом в камере сгорания газового двигателя.

Среди всех альтернативных топлив важнейшее место занимает компримированный природный газ. Его преимуществами, в сравнении с другими видами топлив, являются высокая теплотворная способность, высокая полнота сгорания и низкое содержание токсичных компонентов в отработавших газах при сгорании в цилиндре дизеля [4, с.222].

При применении природного газа на дизельных двигателях эффективные характеристики изменяются следующим образом:

Эффективная мощность (N_e) и крутящий момент полностью сохраняются, а также возможно увеличение до 10% – 15% от исходных значений. Часовой расход топлива (G_t) на всем скоростном диапазоне при работе на природном газе меньше часового расхода топлива при работе на (ДТ).

Уменьшается температура отработавших газов. Также снижается часовой расход воздуха и удельный расход топлива. Исходя из вышеперечисленного, следует, что применение турбонаддува с промежуточным охлаждением воздуха в двигателе несет в себе большой потенциал и требует особого внимания при исследовании ряда работ по оптимизации рабочего процесса газового двигателя. Стоит отметить, что наиболее перспективными в данной области являются использование турбонаддувов с изменяемой геометрией. Способность таких наддувов перестраиваться на ходу позволяет двигателю создавать максимальный крутящий момент, одновременно имея минимальный расход топлива

[5, с.315]. А также способность создавать наддув при низких оборотах двигателя значительно снижает количество выбрасываемых в атмосферу на холостом ходу вредных микрочастиц.

Работоспособность двигателя с точки зрения устойчивости реализации рабочего цикла при изменении α в диапазоне от 0,4 (обогащённый кислородом воздух) до 1,1 (атмосферный воздух при нормальной концентрации кислорода) по результатам их экспериментов остаётся одинаковой, а тепловой эффект реакции окисления и выход технологического газа связаны соотношением [5, с.316].

$$H = 8230 - 2515\sigma, \quad (1)$$

где H – тепловой эффект реакции конверсии метана, ккал/м³; σ – выход технологического газа, м³ метана [6, с.128].

Последние, в свою очередь, зависят от α и могут быть определены в интервале значений $\alpha = 0,39 - 1,1$ по зависимостям

$$\begin{aligned} \sigma &= 4,18 - 4,35\alpha, \\ H &= 10940\alpha - 2285. \end{aligned} \quad (2)$$

Энергетическая эффективность процесса с точки зрения получения полезной энергии, вырабатываемой двигателем, может быть оценена по зависимости

$$E = 2,42\alpha - 0,51, \text{ кВт ч/м}^3 \text{ метана} \quad (3)$$

при постоянстве индикаторного $\eta_i = 0,24$ и механического $\eta_{\text{мех}} = 0,8$ коэффициентов полезного действия [7, с.64].

В результате анализа рассматриваемого вопроса по улучшению рабочего процесса газового двигателя с надувочным охлаждением воздуха, можно сделать следующий вывод:

Применение в конвертируемом дизельном двигателе, работающем по циклу Отто природного газа с охлаждением надувочного воздуха дает ряд преимуществ, по сравнению с двигателями работающими на нефтяных видах топлива, таких как уменьшение уровня шума, большим моторесурсом, лучшими экологическими показателями и экономией топлива [8, с.4]. По сравнению с другими типами двигателей он обладает достаточно эффективным КПД, что определяется большей степенью сжатия, допустимой при газовом рабочем процессе. Кроме того использование наддува с промежуточным охлаждением воздуха позволит улучшить процесс горения смеси и сделать его более эффективным. Также следует отметить простоту конвертации исходного дизельного двигателя для работы по газовому процессу [9, с.15].

Список используемых источников:

1. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Загорский С.М. Изменение дымности отработавших газов дизеля КамАЗ-740 в зависимости от режимов работы в жарких условиях // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 4 (26). С. 16-19.
2. Дыбок В.В., Хакимов Р.Т. Обеспечение экологической безопасности двигателей транспортных средств // Улучшение эксплуатационных показателей и технический сервис автомобилей, тракторов и двигателей. СПбГАУ. 2015. С. 20-25.
3. Кобозев Н.И., Казарновский Я.С., Менделевич И.И. Взрывная конверсия метана // Труды ГИАП. М., 1957.
4. Хакимов Р.Т. Экологическое состояние транспорта в России // Транспорт России проблемы и перспективы – 2010. 2010. С. 221-222.

5. Хакимов Р.Т. Особенности применения пьезоэлектронной форсунки в поршневом газовом двигателе с наддувом // *Фундаментальные основы научно-технической и технологической механизации АПК*. 2013. С. 314-318.
6. Фучкин С.В., Алексеевский Д.А., Соколов М.Г., Хакимов Р.Т. Экономические, экологические и прочностные характеристики ДВС при работе на природном газе // *Экологическая безопасность автотранспортного комплекса: передовой опыт России и стран Европейского Союза*. 2005. С. 127-131.
7. Хакимов Р.Т. Результаты экспериментального исследования динамики тепловыделения газового двигателя // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2011. № 11. С. 64.
8. Хакимов Р.Т., Николаенко А.В. Улучшение экологических, топливно-экономических и ресурсных показателей путем совершенствования технического обслуживания тракторных дизелей // *Сельский механизатор*. 2004. № 11. С. 4-5.
9. Хакимов Р.Т. Модель корреляции выбросов вредных веществ автомобиля с использованием динамометрического тестирования // *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2012. Т. 20. № 2. С. 15-19.

© 2016, Лебедев К.А., Габдрахимов Ш.Р., Хакимов Р.Т.
 Анализ энергоэффективности автотракторных
 двигателей при работе на природном газе

© 2016, Lebedev K.A., Gabdrahimov Sh.R.,
 Khakimov R.T.
 Analysis of the efficiency of automotive engines
 when operating on natural gas

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.090

Поступила (Received): 29.06.2016

Левкович Т.И., Хверенец И.С.
Обследование состояния цементобетонных покрытий
автомобильных дорог и площадок Брянской области

Levkovich T.I., Hwerenez I.S.
A condition survey of concrete pavements roads
and sites of the Bryansk region

В статье приведены результаты обследования состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог. Выявлены основные причины разрушений, указаны некоторые меры по устранению разрушений

Ключевые слова: бетон (цементобетон), дорожные покрытия, швы (стыковые соединения), напряженно-деформированное состояние, разрушение

Левкович Татьяна Ивановна

*Кандидат технических наук, доцент
Брянский государственный инженерно-технологический университет
г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3*

Хверенец Игорь Сергеевич

*Студент
Брянский государственный инженерно-технологический университет
г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3*

The article presents the results of a condition survey of concrete pavements of roads. The main reasons for destruction are some steps to repair the damage

Key words: concrete (cement concrete), pavement seams (butt joints), stress-strain state and destruction

Levkovich Tatiana Ivanowna

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Bryansk state engineering-technological university
Bryansk, Stanke Dimitrov st., 3*

Hwerenez Igor Sergeevich

*Student
Bryansk state engineering-technological university
Bryansk, Stanke Dimitrov st., 3*

Цементобетонные покрытия – жесткие покрытия. Модуль упругости у них находится в пределах 25000...35000 Мпа.

Проблема создания надежных цементобетонных покрытий с высокими эксплуатационными качествами остается актуальной и по сей день, несмотря на множество теоретических и экспериментальных исследований, касающихся работы покрытий при эксплуатации.

Одной из проблем является изучение напряженно-деформированного состояния существующих стыковых соединений с учетом их реальной работы в конструкции дорожных и аэродромных покрытий жесткого типа. Теоретические исследования сопряжены с большими трудностями математического характера, проведение конкретных экспериментальных работ не всегда выполнимо по причине ограничения технической возможности.

Цель работы – изучение имеющейся технической литературы, посвященной теоретическим и экспериментальным исследованиям напряженно-деформированного состояния стыковых соединений цементобетонных покрытий, обследование состояния ряда автомобильных дорог и бетонных площадок в Брянской области, построенных с использованием цементобетонной смеси.

Начиная с 70 годов прошлого столетия большинство покрытий автомобильных дорог и аэродромов в нашей стране было построено с бетонным (в дорожном строительстве – цементобетонным) покрытием.

Крупными дорожными организациями, которые занимались строительством автомобильных дорог и площадок в Брянской области были такие организации как: Дорстрой, СУ-848, Агропромдорстрой.

За годы перестройки эти организации стали убыточны и прекратили свое существование. Например, организация СУ-848 г.Брянска до перестройки имела свой крупный цементобетонный завод в п.Свень (5 км. от города Брянска). Этой организацией были построены сотни километров автомобильных дорог в Брянской области с цементобетонным покрытием.

В настоящее время в городе Брянск и области построено много цементобетонных заводов (ЦБЗ). На них готовят бетонную смесь для нужд городского, промышленного и сельскохозяйственного строительства, но к строительству автомобильных дорог с цементобетонным покрытием пока никто не приступил.

Преимуществами покрытий жесткого типа являются [1]: устойчивость при воздействии эксплуатационных и климатических факторов; высокая прочность и долговечность; отсутствие пыли; водонепроницаемость; малое сопротивление качению колес (0,0012-0,0015) и большое трение скольжения, как для сухого, так и для влажного состояния поверхности покрытия (0,7).

Как показывает практика эксплуатации цементобетонных дорожных покрытий, они начинают разрушаться в местах стыковых соединений примерно через 7-10 лет после ввода в эксплуатацию. При соответствующей ГОСТ эксплуатации, текущий ремонт у цементобетонных покрытий должен производиться через 12 лет, а капитальный ремонт – через 25 лет.

Причинами снижения долговечности покрытий являются неверный учет природно-климатических факторов, грунтово-геологических и мерзлотных условий строительства, ошибки при разработке конструкции дорожных одежд, нарушение технологии строительства, неправильная эксплуатация и т.д.

Дорожная одежда с жестким покрытием обычно состоит из нескольких конструктивных слоев: слой покрытия и слой основания, лежащие на земляном полотне. Каждый слой имеет свое назначение.

Для снижения этих напряжений и предотвращения образования трещин цементобетонные покрытия делят на отдельные плиты прямоугольной формы продольными и поперечными швами. По назначению поперечные швы в покрытии подразделяют на: контрольные, расширения, сжатия и коробления. Швы расширения предназначены для гарантии возможности горизонтальных перемещений цементобетонных плит при воздействии положительной темпера-

туры и изменении влажности цементобетона и предотвращения тем самым появления опасных сжимающих напряжений в плитах и обеспечения их продольной устойчивости. Швы сжатия в цементобетонных покрытиях предназначены для снижения растягивающих напряжений, которые возникают в плитах при сокращении их размеров за счет воздействия отрицательной температуры. Продольный шов устраивают при ширине покрытия более 4м. Швы любого типа образуют в цементобетоне разрывы, в них попадает вода, продукты разрушения цементобетонного покрытия. Проникновение через шов воды может явиться причиной снижения прочности основания и земляного полотна. Пыль и каменная мелочь, засорившие шов, препятствуют свободному расширению цементобетонных плит и это приводит к выкрашиванию краев шва. Для того, чтобы предотвратить или свести к минимуму попадание воды и пыли в шов, его верхнюю часть на глубину $1/3$ или $1/4$ толщины покрытия – мастикой.

К мастикам для изоляции швов предъявляют ряд требований, в частности, они должны обладать хорошим сцеплением с цементобетоном, расширяемостью без образования трещин, устойчивостью против просачивания вглубь и растекания вдоль шва при высокой температуре, а также достаточной прочностью.

Используемые в конструкции швов стыковые (штыревые) соединения требуют дальнейшего совершенствования. Помимо этого, в настоящее время отсутствуют пока теоретически обоснованные методы их расчета и нет ясного представления о действующих величинах напряжений в элементах стыковых соединений.

Наличие в покрытии швов сжатия и расширения снижает несущую способность покрытия, так как при нагружении краевые и угловые участки не соединенных друг с другом плит по сравнению с центральными оказываются более слабыми [2].

Обширные экспериментальные исследования работы штыревых соединений на цементобетонных образцах и моделях из прозрачных материалов были проведены профессором В.С. Порожняковым (МАДИ) и другими учеными нашей страны и других стран.

Нами обследовано состояние цементобетонных покрытий ряда автомобильных дорог и бетонных площадок г.Брянска и области.

Например, при осмотре городской автомобильной дороги улицы Советской в г. Жуковка нами было выявлено: среднее расстояние между поперечными швами изменяется от 4,5м до 6,2м, ширина покрытия везде составляет 5,2 м, толщина слоя цементобетона – 20см, глубина «раскрытого» шва – от 3 до 4 см (у всех швов: поперечных и продольного), ширина швов разная от 2,0 до 9,0 см. Покрытие городской дороги было построено в 1985 году и до сих пор ни разу не ремонтировалось. Поперечные и продольный швы в настоящее время находятся в ненадлежащем состоянии. Во многих поперечных швах за годы эксплуатации дороги исчезла мастика, которой были заполнены швы во время строительства. В некоторых швах мастика растрескалась, частично была выбита колесами автомобильного транспорта, частично выветрилась, частично смылась

водой во время дождей. Поперечные швы во время обследования были заполнены песком вместо мастики. Состояние швов отражено на рисунке 1.

Рис. 1. Внешний вид цементобетонного покрытия с продольными и поперечными швами по ул. Советской в г. Жуковка

При осмотре автомобильной дороги с цементобетонным покрытием п.г.т. Выгоничи – с.Жирятино нами были обнаружены следующие дефекты. Поперечные и продольный швы «раскрыты», то есть не заполнены мастикой, загрязнены, в некоторых швах произрастает растительность.

Нами было обследовано состояние швов в цементобетонных покрытиях в населённых пунктах Кузьмино и Толмачёво. Эти дороги были построены в 1985г. Покрытия из монолитной цементобетонной смеси до сих пор находятся в хорошем состоянии, хотя дорожная организация обслуживающая данный участок никаким ремонтом до сих пор не занималась (рисунок 2). Все швы заполнены мастикой.

Рис. 2. Внешний вид цементобетонного покрытия с продольными и поперечными швами ул. Зелёная п. Толмачёво

При осмотре автомобильной дороги с цементобетонным покрытием п.г.т. Выгоничи – с.Жирятино нами были обнаружены следующие дефекты. Попереч-

ные и продольный швы «раскрыты», то есть не заполнены мастикой, загрязнены, в некоторых швах произрастает растительность. Дорога построена 32 года назад (в 1984 году), но до сих пор эксплуатируется без текущего и капитального ремонтов. В некоторых местах автомобильной дороги произошло смещение отдельных плит «домиком», в отдельных местах произошел скол крайних плит у обочин.

Также нами были обследованы деформационные швы в цементобетонных плитах на участке хранения древесного сырья реконструируемого завода ЖБИ под строительство завода ДСтП и ЛДСП в п.г.т. Дятьково Брянской области. Цель этого исследования – получение экспертного заключения для установления причин трещинообразования в цементобетонных плитах промышленной бетонной площадки, выдача рекомендаций по дальнейшему производству работ и устранению появившихся у швов плит трещин. Площадка с цементобетонным покрытием имеет размеры 105 x 250 (м). Она построена в летне-осенний период 2015 года на песчаном основании. Песчаный слой имеет толщину 75 см. Площадка разрезана деформационными швами на отдельные цементобетонные плиты размерами 5 x 5 (м), толщиной – 0,20 м. В качестве поперечных деформационных швов служат швы расширения, сжатия, и коробления. В продольном направлении устроена сеть продольных швов (расстояние между швами 5 м). По результатам исследований трещин у швов расширения и сжатия было выявлено, что трещины появились на том участке, где при устройстве швов в цементобетонных плитах использовались штыри из арматуры класса АIII, имеющие периодический профиль. Такие штыри были уложены согласно имеющемуся на производство работ проекту. Также нами были измерены прочность цементобетонных плит покрытия и плотность песчаного основания [5, 8]. Они соответствовали данным, указанным в проекте. Обследуя трещины у швов и данные проекта, нами было установлено, что на некоторых плитах около шва образовались поперечные трещины, в основном параллельно шву, с шириной раскрытия до 5 мм и на расстоянии до 30 см от шва. Некоторые трещины переходят с одной стороны шва на другую и имеют произвольную форму.

Армирование швов следующее:

- швы расширения армированы арматурой класса АIII диаметром 22 мм длиной 500 мм, расстояние между штырями 300 мм.
- швы сжатия армированы арматурой класса АIII диаметром 22 мм длиной 450 мм, расстояние между штырями 1000 мм.
- швы коробления армированы арматурой класса АIII диаметром 20 мм длиной 500 мм, расстояние между штырями 500 мм.

Продольные швы армированы арматурой класса АIII диаметром 16 мм длиной 750 мм, расстояние между штырями 1000 мм.

Оказалось, что трещины у швов расширения и сжатия цементобетонных плит появились на тех участках, где строители при устройстве швов в цементобетонных плитах использовали штыри из арматуры класса А-III периодического профиля. На тех участках, где по рекомендациям представителей БГИТУ (доцентов Мевлидинова З.А., Левкович Т.И. и студентов) для устройства швов строительная организация стала в дальнейшем использовать штыри из арматуры

класса АІ, имеющие гладкую поверхность, трещины не появились. То есть дальнейшее появление трещин прекратилось.

В заключение отметим следующее:

– анализ отечественного и зарубежного опыта эксплуатации жестких дорожных и аэродромных покрытий показывает, что одним из существенных недостатков цементобетонных покрытиях является наличие швов. Они снижают несущую способность отдельных зон покрытий и являются первоначальными очагами их разрушения;

– проведенные нами испытания прочности уложенного в покрытие бетона до сих пор на обследуемых дорогах и площадке соответствует требуемой и достигают в среднем 40,0 МПа;

– трещины у швов на бетонной площадке в п.г.т. Дятьково появились на том участке, где при проектировании была допущена ошибка, то есть для использования в швах были запроектированы штыри из арматуры класса АІІІ, имеющие периодический профиль, вместо арматуры класса АІ, имеющие гладкую поверхность, так как при работе каждая плита должна скользить по выравнивающему слою из песка;

– за цементобетонными покрытиями, особенно за швами в Брянской области не ведется должный уход, предусмотренный ГОСТ.

– но главное, что цементобетонные покрытия автомобильных дорог в Брянской области продолжают исправно служить, не взирая на отмеченные ранее недостатки.

Список используемых источников:

1. Битнев П.А. Напряженно-деформированное состояние жестких покрытий в зоне штыревых соединений: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2006.
2. Артемова Л.Ю. Несущая способность плит жестких аэродромных покрытий при неполном контакте с упругим основанием: Дис.... канд. техн. наук. М., 2002.
3. СТО НОСТРОЙ 2.25.41-2011 Автомобильные дороги. Устройство цементобетонных покрытий автомобильных дорог. Дата актуализации 21.05.2015. М.: МАДИ-плюс, 2011. 44 с.
4. ВСН 139-80 Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог. М.: Минтрансстрой СССР, 1980. 55 с.
5. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Технические условия – Государственный комитет СССР по делам строительства, 1984. 18 с.
6. ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. М.: Госстрой СССР, 1988. 20 с.
7. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. М.: Стандартиформ, 2013. 20 с.
8. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5), переиздан 2005. М.: Госстрой СССР, 1982. 12 с.

© 2016, Левкович Т.И., Хверенец И.С.

Обследование состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог и площадок Брянской области

© 2016, Levkovich T.I., Hwerenez I.S.

A condition survey of concrete pavements roads and sites of the Bryansk region

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.096

Поступила (Received): 04.06.2016

Лезгин Е.В., Коробова И.Л.
Разработка подсистемы САПР
расположения контейнеров на складе

Lezgin E.V., Korobova I.L.
The development of subsystems CAD layout containers in stock

В данной статье рассказывается о преимуществе использования научных методов, передовых подходах в задаче компоновки грузов на складе.

Благодаря совмещению уже имеющихся данных и познаниях в этой области с новыми научно-техническими разработками предоставляется возможным получить очень мощный инструмент, при помощи которого возможно будет добиться максимально возможной оптимизации складского пространства

Ключевые слова: САПР, компоновка, оптимизация

This article describes the advantages of the use of scientific methods, innovative approaches to the problem of arrangement of goods in a warehouse. By combining existing data and knowledge in this field to new scientific and technical developments the opportunity to get a very powerful tool with which it will be possible to achieve the greatest possible optimization of storage space

Key words: CAD, layout, optimization

Лезгин Евгений Витальевич

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Ленинградская, 1

Lezgin Eugeniy Vitalievich

Tambov state technical university

Tambov, Leningradskaya st., 1

Коробова Ирина Львовна

Кандидат технических наук, доцент, зав.кафедрой

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Ленинградская, 1

Korobova Irina Lvovna

Candidate of Engineering Sciences, Associate

Professor, Head of Department

Tambov state technical university

Tambov, Leningradskaya st., 1

Склад – это сложное техническое сооружение (здание, разнообразное оборудование и другие устройства), предназначенное для приемки, размещения, накопления, хранения, переработки, отпуска и доставки продукции потребителям.

Большая часть складов проектируется для хранения сырья до выполнения операций и готовой продукции до её дистрибуции. В меньшей степени здесь хранят незавершенное производство, расходуемые материалы и запасные части.

Целью работы является разработка подсистемы САПР оптимальной загрузки складского помещения. С помощью данной подсистемы мы сможем нагляднее представить загрузку склада всевозможными контейнерами и оптимизировать этот процесс. Кроме того, использование базы данных позволит быстрее оперировать информацией в процессе проектирования. В результате мы получим оптимально загруженное складское помещение.

При планировании размещения прибывающих на склад грузов на свободную складскую площадь в качестве критериев оптимальности могут быть использованы несколько показателей.

В данном проекте оптимальным считается такое размещение грузов, в результате которого наиболее полно используется полезная площадь склада.

В общем случае высоту штабеля определяют из условий:

- прочности контейнеров,
- возможности средств механизации,
- физико-химических свойств груза,
- требование правил техники безопасности,
- высоты склада,
- технической формы нагрузки – определение рациональных маршрутов доставки;

Разработка подсистемы САПР расположения контейнеров на складе требует решения следующих задач:

1) Разработка структурной схемы подсистемы САПР, которая отражает состав технических средств, программного, математического, информационного и методического обеспечений.

2) Разработка функциональной схемы работы САПР, которая реализует последовательность действий при процессе разработки подсистемы САПР расстановки контейнеров на складе.

3) Разработка математической модели расстановки контейнеров.

4) Постановка задачи оптимального проектирования и выбор метода ее решения.

5) Разработка информационно-поисковой подсистемы.

6) Разработка подсистем ввода-вывода.

Разрабатываемая САПР предназначена для оптимизации складированных контейнеров в помещениях складского типа.

В данной статье мы разобрали подсистему САПР расположения контейнеров на складе. При неграмотном подходе к данному вопросу их ожидает уменьшение товарооборота из-за не оптимальной загруженности склада. Это может стать решающим фактором на рынке, где производитель должен стараться предложить максимально большой выбор товара, чтобы оставаться достаточно конкурентноспособным.

Список используемых источников:

1. Савин В.И. Организация складской деятельности. М.: Дело и Сервис, 2007. 543 с.
2. Маликов О.Б. Деловая логистика. СПб.: Политехника, 2003. 224 с.
3. Маликов О.Б. Склады и грузовые терминалы. М.: Бизнес-Пресса, 2005. 560 с.
4. Аникин Б.А. Логистика. М.: ИНФРА-М, 1998. 350 с.
5. Гражданский А.М. Основы логистики. М.: Маркетинг, 1995. 58 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.098

Поступила (Received): 04.06.2016

Ляпунов С.М.**Программные средства для реализации ролевого взаимодействия для образовательных процессов****Lyapunov S.M.****The software for role-play interaction in education process**

В данной статье будет рассмотрена Система Автоматизации Когнитивной Ролевой Игры (далее САКРИ) и средства для ее реализации. Был проведен анализ предметной области, разработка схемы системы, а также рассмотрение инструментов и сервисов, позволяющих максимально эффективно реализовать возможности САКРИ

Ключевые слова: программные средства, дистанционное обучение, деловая игра, автоматизация

Article contains observation of Automatic Cognitive Role-play game system (ACRGS) and the software to its realization. With analysis of object fields, development of system's working schemes, and services and instruments look over, that may maximally effective maintain the possibilities of ACRGS

Key words: software, distance learning, business game, automation

Ляпунов Сергей Михайлович

Бакалавр

Московский технологический университет

г. Москва, проспект Вернадского, 78

Lyapunov Sergey Mikhailovich

Bachelor

Moscow technological university

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Система дистанционного обучения (СДО) – информационная система, предназначенная для планирования, проведения и управления всеми учебными мероприятиями. В нашей системе используется такая современная технология обучения, как деловая игра. Фактически, деловая игра (ДИ) – это средство моделирования разнообразных условий профессиональной деятельности, человеческой активности и социального взаимодействия. Также можно сказать, что ДИ выступает и как «метод поиска новых способов ее (деятельности) выполнения», и как «метод эффективного обучения, поскольку снимает противоречия между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности» [1]. Образовательная функция деловой игры очень значима, поскольку «деловая игра позволяет задать в обучении предметный и социальный контексты будущей профессиональной деятельности и тем самым смоделировать более адекватное по сравнению с традиционным обучением условия формирования личности специалиста» [2]. Теперь рассмотрим нашу предметную область более углубленно. Современная система дистанционного обучения должна быть качественной и эффективной, что достигается следую-

щими основными функциями: централизованное управление; быстрое и эффективное размещение и предоставление учебного материала; единую платформу для решения основных задач в рамках планирования, проведения и управления всеми учебными мероприятиями; поддержку современных стандартов в сфере технологий дистанционного обучения; широкий диапазон средств организации взаимодействия между всеми участниками учебного процесса. Использование таких СДО позволяет повысить эффективность обучения, снизить затраты на обучение (что особенно важно для коммерческих организаций или компаний), сократить сроки обучения, упростить оценку эффективности проводимого обучения. Сейчас существует большое разнообразие классификаций деловых игр, различающихся по времени проведения, оценке деятельности, конечному результату, конечной цели и методологии обучения. Мы используем ролевые игры, где каждый участник имеет определенную роль, которую он должен исполнить в соответствии с заданием. Деловая игра относится к активным имитационным методам обучения. Кроме того, это еще и коллективный метод обучения. В деловых играх решения вырабатываются коллективно, коллективное мнение формируется и при защите решений собственной группы, а также при критике решений других групп. Область применения практически не ограничена: от экономики и психологии, до инженерных дисциплин и управления. Деловая игра может включать в себя целый комплекс методов активного обучения, например: дискуссию, мозговой штурм, анализ конкретных ситуаций, действия по инструкции, разбор почты и т.п. Специфика обучающих возможностей деловой игры как метода активного обучения в сравнении с традиционными играми состоит в следующем: 1) «В игре воссоздаются основные закономерности движения профессиональной деятельности и профессионального мышления на материале динамически порождаемых и разрешаемых совместными усилиями участников учебных ситуаций» [2, с. 132]. Иными словами, процесс обучения максимально приближен к реальной практической деятельности руководителей и специалистов. Это достигается путем использования в деловых играх моделей реальных социально – экономических отношений. 2) Метод деловых игр представляет собой не что иное, как специально организованную деятельность по операционализации теоретических знаний, переводу их в деятельностный контекст. То, что в традиционных методах обучения дается каждому учащемуся без учета его готовности и способности осуществить требуемое преобразование, в деловой игре приобретает статус метода. Происходит не механическое накопление информации, а деятельностное распредмечивание какой-то сферы. На данный момент большинство систем дистанционного обучения реализуются без использования готовых платформ или движков. Наша разработка – программное обеспечение для организации образовательного веб-сайта, контент которого создают сами пользователи и администраторы, используя браузер или программное обеспечение для одной из операционных систем. Данное программное обеспечение содержит основной функционал, используемый в образовательных платформах: учет успеваемости и посещаемости занятий, распределение заданий, их оценка, различные средства предоставления материала учащимся, а также чат между пользователями и возможность проведения аудио

и видео занятий. Помимо данных функций, система должна содержать возможности легкого добавления модулей для любых образовательных задач. Эти модули должны быть полностью интегрируемы в систему, должны использовать все имеющиеся возможности и данные системы. Одним из таких модулей является рассмотренный модуль организации Когнитивного Ролевого Взаимодействия между учащимися. Данный модуль работает со списком обучающихся в данной системе, позволяет учитывать качество и эффективность выполнения задач каждой из ролей, производить обмен информацией в рамках игры, давать задания, получать отчетность. Преподаватель видит все информационные процессы, касающиеся взаимодействия, на основе которых может оценивать результат проведенной игры. Система, организующая образовательный процесс, располагается на одном или нескольких серверах, который содержит основную логику платформы и используемые базы хранения информации. Сама система состоит из следующего набора компонентов: сервер, который генерирует систему на основе требуемых задач, в случае необходимости образовательный ресурс может быть размещен на тех же вычислительных ресурсах, которые содержат саму систему; сервер образовательного ресурса; базы данных образовательного ресурса, которые содержат как информацию об образовательном процессе, так и информацию о учащих; клиентское приложение. В зависимости от типа аккаунта: приложение учащегося, которое позволяет ему получать материал и задания, проходить контроль, пользоваться дополнительными модулями; приложение преподавателя, которое позволяет ему создавать и подавать обучающие материалы, контролировать ход образовательного процесса.

Подводя итоги, можно сказать, что реализация выбрана удачно, ведь благодаря анализу предметной области и разработке структурной схемы системы, были выбраны решения и сервисы, позволяющие наилучшим образом реализовать САКРИ.

Список используемых источников:

1. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высш. шк., 1991. 207 с
2. Нечаев В.В., Мальшаков В.Д. Когнитивные игровые методы телеобучения. современные технологии преподавания естественнонаучных дисциплин в системе общего и профессионального образования // Информационные и коммуникационные технологии в образовании. Борисоглебск: БГПИ, 2013.

© 2016, Ляпунов С.М.

Программные средства для реализации ролевого взаимодействия для образовательных процессов

© 2016, Lyapunov S.M.

The software for role-play interaction in education process

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.101

Поступила (Received): 24.06.2016

Макаров Ю.А., Морозова Т.С., Лукашина С.В.
Геотекстильные материалы в строительстве и
ландшафтном дизайне

Makarov Yu.A., Morozova T.S., Lukashina S.V.
Geotextile materials in the construction and landscape design

В статье рассмотрены основные направления использования геотекстильных материалов. Представленные результаты обоснованы опытом экспериментального применения геотекстиля, приводится большое количество примеров его использования на конкретных объектах. Показано, что геотекстиль является универсальным материалом и может применяться в самых разнообразных отраслях промышленности и народного хозяйства

Ключевые слова: геотекстиль, полиэстер, фильтрующие качества, армирующие функции

Макаров Юрий Алексеевич

Кандидат технических наук, доцент
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Морозова Татьяна Серафимовна

Преподаватель
Саранский строительный техникум
г. Саранск, ул. Веселовского, 3

Лукашина Светлана Владимировна

Студент
Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

In the article the basic directions of use of geotextiles. These results justified the pilot experience of application of geotextiles is given numerous examples of its use at specific sites. It is shown that the geotextile is a versatile material and can be used in a variety of industries and the national economy

Key words: geotextile, polyester, filter quality, reinforcing function

Makarov Yury Alekseevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Mordovia state university named N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevikskaya st., 68

Morozova Tatyana Serafimovna

Teacher
Saransk construction college
Saransk, Veselovsky st., 3

Lukashina Svetlana Vladimirovna

Student
Mordovia state university named N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevikskaya st., 68

В настоящее время в строительстве прослеживается четкая тенденция к использованию новых материалов, обладающих уникальными свойствами, невысокой стоимостью, экологической чистотой и простотой в применении. Один из них – геотекстиль.

Геотекстиль – один из видов геосинтетиков, изготавливаемых иглопробивным, термоскрепленным или гидроскрепленным способом из полипропиленовых или полиэфирных нитей.

Геотекстиль разрабатывался для использования при укладке дорог и строительстве зданий. Изначальное его назначение – создание прослойки, предотвращающей смешивание слоев грунта, защиты от оползней, обвалов и других почвенных разрушений.

Современные технологии позволяют производить геотекстиль улучшенного качества, что делает его универсальным материалом и дает возможность применения в самых разнообразных отраслях промышленности и народного хозяйства.

В настоящее время материал применяется: в строительстве при возведении фундаментов и кровли; в землеустроительстве для создания дренажных и протозерозийных конструкций, фильтрации, армирования и разделения слоев грунта разного типа; в природоохранной деятельности для устройства защитных экранов оснований полигонов захоронения отходов, а при консервации грунтов – в качестве экранов на его поверхности; в ландшафтном дизайне и благоустройстве территорий для укрепления и защиты почвы от оползней, обвалов и выветривания.

Геотекстильный материал может быть тканым (геоткань) или нетканым (геополотно) (рис. 1).

Геоткань – тканый геотекстиль. Получают материал путем переплетения синтетических нитей. Такое полотно является высокопрочным, водопроницаемым, устойчивым к деформированию и разрывам. Эти характеристики позволяют применять геоткань как армирующую составляющую для повышения устойчивости и несущей способности грунтов, усиления сложных оползневых почв, в строительстве дамб и берегоукреплении, для чего создают специальные замкнутые объемные конструкции (геоконтейнеры и геотубы).

Рис. 1. Геоткань и геополотно

Геополотно – это нетканый вид геотекстиля. Его получают скреплением синтетических (пролипропилен, полиэфир) нитей или волокон различными способами:

- химическим – путем склеивания нитей полимеров;
- термическим – путем сплавления пропиленовых нитей;
- механическим иглопробивным – путем сшивания нитями полиэстера.

Геотекстиль, как и все геосинтетики, отличается повышенной упругостью, устойчивостью к нагрузкам и механическим повреждениям, высокая прочность и надежность. Структура материала такова, что он имеет отличные фильтрующие качества: он легко пропускает влагу и воду, но полностью задерживает частицы земли, песка и другого грунта. Материал способен выполнять армирующие функции. При этом полотно не подвержено органическому разложению и не выделяет в окружающую среду токсических и химически вредных соединений.

Геотекстиль обладает высокой устойчивостью к ультрафиолету, термоокислительному старению и агрессивному химическому воздействию сред, не подвержен гниению, заражению грибками, плесенью, безразличен для грызунов.

В качестве дополнительных положительных характеристик следует выделить относительное удлинение при натяжении до 45%, препятствующее разрыву материала, высокие фильтрующие показатели в условиях максимального давления грунта и сильной вибрации, быстроту и легкость монтажа, простоту в обработке.

Одно из немаловажных преимуществ геотекстиля – это экологическая чистота материала.

На строительном рынке представлены разные марки и виды геотекстиля, технические характеристики которого несколько отличаются в зависимости от производителя. Усредненные показатели можно посмотреть в представленной ниже таблице.

Таблица 1. Усредненные физико-механические характеристики геотекстиля

Характеристика	Ед. изм.	Марка материала							
		190	250	310	360	400	450	500	600
Поверхностная плотность	г/м ²	190	250	310	360	400	450	500	600
Толщина	мм	2,2	3,2	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	6,7
Прочность при растяжении	кН/м	3,0	4,2	5,6	6,8	7,8	8,8	10,0	11,6
Удлинение при разрыве									
вдоль волокна	%	115	115	115	115	125	125	125	125
поперек волокна	%	130	130	130	130	140	140	140	140
Усилие продавливания	Н	650	1140	1500	1700	1850	2040	2220	2500
Модуль деформации	кН/м	7	8	10	11	12	14	17	20
Коэффициент фильтрации	м/сут	110	100	90	90	90	80	70	60

Производителями геотекстиля поставляется в рулонах. Длина полотна в рулоне 100-350 м, ширина – от 1,6 до 6 м. Область применения материала зависит от плотности полотна, которая варьируется от 80 до 600 г/м².

Например, легкое нетканое полотно (100-200 г/м²) целесообразно применять как фильтрующий материал в дренажных системах, для защиты от сорняков и обустройства дорожек. Геотекстиль нетканый средней плотности (200-350 г/м²) используется для защиты почв от эрозий, разделения слоев грунта и укрепления почвы. Геотекстиль нетканый плотный (350-600 г/м²) рекомендуется к применению в качестве подушки в геомембранах, как разделитель слоев

при строительстве дорог (рис. 2) и как защитный материал при обустройстве дамб, бассейнов и береговых зон (рис. 3).

Рис. 2. Геотекстиль в дорожном строительстве

Рис. 3. Геотекстиль в строительстве дамб и береговых зон

Основной опасностью для бетонных конструкций является капиллярное смачивание их грунтовыми водами. Именно поэтому гидроизоляция монолитного фундамента не является полностью надежной, несмотря на свое качество. Вспомогательной прослойкой при обустройстве гидроизоляции монолитного фундамента может быть геотекстиль (рис. 4). Его особенность заключается в том, что разделение гравийной подсыпки от мелкозернистого грунта закрывает смешивание слоев, а, значит, и любую возможность смачивания стен.

Рис. 4. Геотекстиль в обустройстве гидроизоляции фундамента

К тому же использование данного материала сможет обеспечить эффективный водоотвод, препятствуя продолжительному контакту бетонных конструкций с влагой.

Геотекстиль является отличным фильтрующим материалом: при прохождении воды через материал задерживаются частицы почвы и грунта. Для обеспечения эффективного водоотвода лучшим вариантом является использование перфорированных труб. Чтобы защитить трубы от засорения, можно использовать геотекстиль. Этим материалом необходимо обернуть трубы.

Для быстрого осушения территории очень часто трубы укладывают в дренажном гравийном слое, в таком случае фильтр из геотекстиля сохраняет конструкцию и долговременно отделяет дренаж от грунта (рис. 5). Что касается использования автономной канализации, то в данном случае геотекстильная оболочка вокруг гравия дает отличную аэрацию, что способствует эффективной биотрансформации стоков.

Рис. 5. Геотекстиль в устройстве дренажа

Важную роль геотекстиль играет в обустройстве крыш. При монтаже инверсионных кровель его укладывают на утеплитель, устраняя проникновение частиц пригрузочного слоя между слоями утеплителя. В случае устройства зеленых крыш геотекстиль располагают над гидроизоляционным слоем, но между гумусом и водоотводным слоем. Это защищает гидроизоляцию кровли от повреждений при смешивании данных слоев.

Геотекстиль повышенной плотности может быть использован как армирующая подложка в технологии получения изоляционных слоев путем нанесения битумных эмульсий. Таким образом, уменьшаются показатели сжатия и расширения основы при резких колебаниях температуры.

Работы по укладке подъездных дорог к дому, садовых дорожек и площадок являются трудоемким процессом. Постепенно почва проседает и вместо ровных дорожек и площадок возникают неровности и перепады.

Использование геотекстиля не позволяет слоям грунта смешиваться и перераспределяет нагрузку равномерно на всю поверхность. Дренажный геотекстиль, проложенный между почвой и насыпным материалом (рис. 6), задерживает проникновение песка и гравия в грунт, способствует эффективному дренажу, улучшает распределение нагрузок на опоры, препятствует распространению трав и сорняков.

Рис. 6. Дренажно-разделительный слой геотекстиля при устройстве дорожек

Рис. 7. Применение геотекстиля при обустройстве бассейнов

При обустройстве как полноценных бассейнов, так и маленьких декоративных водоемов, требуется сооружение гидроизоляционной прослойки. При этом сохраняется повышенная опасность порчи защитного гидроизоляционного слоя корнями растений или выступающими краями камней. Здесь на помощь приходит геотекстиль: проложенный под слой гидроизоляции он защищает гидроизоляционные материалы от повреждений (рис. 7).

Если дополнительно уложить полотно текстиля поверх основания водоема, то можно выложить дно красивыми декоративными камнями (рис. 8).

Рис. 8. Искусственный водоем, созданный с применением геотекстиля

Использование геотекстиля позволяет более эффективно устроить функциональные зоны дворов и площадок в частном секторе. Материал дает возможность результативнее армировать грунты. Это дает возможность сооружать высокие насыпи во дворах, реализуя различные идеи геопластичного улучшения ландшафта. Геотекстиль отлично пропускает влагу и воздух, но не допускает прорастание сорняков и появление насекомых и грызунов. Материал рекомендуется использовать для создания каменистых садов, рукотворных насыпей и игровых площадок, чтобы минимизировать или вовсе предотвратить рост нежелательных растений.

Существуют специальные виды геотекстиля, которые используются в песочницах: не дают песку смешиваться с грунтом и землей, предотвращают проседание песчаного слоя.

Универсальность геотекстиля открывает для садоводов и огородников расширенные возможности: его можно использовать для упрощения процесса выращивания садово-огороднической продукции, повышения урожаев, борьбы с сорняками. Геотекстиль, проложенный поверх малоплодородных почв (под насыпной грунт), предотвращает вымывание плодородного слоя и позволяет сохранить в нем все полезные элементы. Это в свою очередь повышает урожайность культур.

Некоторые специальные виды геотекстиля предназначены для предотвращения прорастания сорняков и мульчирования. Прodelав отверстия в слое материала, можно избавиться от трудоемкой прополки (рис. 9). При этом на поверхности остаются только культивируемые растения, что обеспечивает максимально выгодные условия для их роста. Этот прием применяется как для выращивания овощей и ягодных культур, так и декоративных растений и цветов на клумбах.

Рис. 9. Геотекстиль в садоводстве и огородничестве

С помощью применения геотекстиля возможно предотвратить разрастание корней деревьев в сторону садовых дорожек, фундаментов, подъездных дорог (рис. 10), так как садовый геотекстиль принуждает разветвленную корневую систему расти вертикально, избавляя в будущем от возможных проблем на участке.

Рис. 10. Геотекстиль ограничивает разрастание корней деревьев

Особой опасностью для растений в переходный период являются ночные заморозки. Применение геотекстиля дает растениям защиту не только от заморозков, но и от палящего летнего солнца (рис. 11).

Рис. 11. Применение геотекстиля для защиты растений от заморозков

Таким образом, геотекстиль является настолько универсальным, простым в применении материалом, что его можно использовать в качестве прослойки в любом необходимом месте, не обладая при этом особыми знаниями и навыками. Это, а также экологическая чистота материала, делают его очень перспективным не только в строительстве, но и в самых разнообразных отраслях народного хозяйства.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.110

Поступила (Received): 04.06.2016

Москалец Н.В., Поповская Е.О., Тарасов К.А.
Оптимизация суммарного взвешенного времени
обслуживания в пиринговой сети

Moskalets N.V., Popovskaya E.A., Tarasov K.A.
Optimization of total weighted service time in the P2P network

Описанные модели и методы теории расписаний позволяют адекватно отображать структуру и функцию пиринговой сети и учитывать их динамику, ограничение предшествований, перестановки, прерывания и другие типовые технологические решения, что может быть использовано для повышения производительности сети и качества предоставления услуг QoS, QoE

Ключевые слова: пиринговая сеть, теория расписаний, качество обслуживания

Described models and methods of scheduling theory can adequately display the structure and function of peer to peer networks and take into account their dynamics, precedence constraints, permutations, interrupts, and other typical technological solutions that can be used to improve network performance and quality of service QoS, QoE

Key words: P2P-network, scheduling theory, quality of service

Москалец Николай Вадимович

Кандидат технических наук, доцент
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
Украина, г. Харьков, проспект Науки, 14

Moskalets Mykola Vadymovych

Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Kharkiv national university of radio electronics
Ukraine, Kharkiv, Nauky ave., 14

Постановка проблемы: На основе разработки математической модели в сетях пиринговой связи дается формулировка задачи оптимизации суммарного взвешенного времени обслуживания.

Методы: Оптимизация математической модели, построенной на теории расписаний.

Результаты: Получено общесистемное решение, позволяющее оптимизировать время обслуживания пиринговой сети.

Практическая значимость: Описанные модели и методы теории расписаний позволяют адекватно отображать структуру и функцию пиринговой сети и учитывать их динамику, ограничение предшествований, перестановки, прерывания и другие типовые технологические решения, что может быть использовано для повышения производительности сети и качества предоставления услуг QoS, QoE.

Введение

Приложения Peer-To-Peer (P2P) стали очень популярны среди интернет-пользователей. P2P технологии улучшают масштабируемость системы при низ-

ких затратах реализации. В отличие от традиционных клиент-серверных архитектур, пиры в сети выступают в качестве клиента (лич-скачивающий) и сервера (сид-раздающий). Пир не только скачивает файл из сети, но и раздает загруженный файл другим пользователям в сети. Части файлов обмениваются через прямые соединения между пирами.

Другим важным свойством пиринговых сетей является возможность упорядоченности фрагментов, прерываний, вхождений и выходов из сети в любой момент времени.

Практическое применение пиринговых сетей постоянно расширяется, а пользовательский трафик по данным Cisco Systems в 2020 году достигнет 60 петабайт/месяц [1]. Большую практическую пользу дает возможность организации распределенных вычислений, что позволяет этим сетям конкурировать с производительностью современных суперкомпьютеров. Значительная доля задач приходится на организацию он-лайн игр (MMOG). Однако, по тем же данным [1], около половины трафика пиринговых сетей приходится на организацию файлообмена P2P-TV, что привлекает к этой технологии особое внимание.

Архитектура пиринговых сетей может быть структурированной или неструктурированной [2]. В структурированных системах P2P-NQTV структура оверлея обычно представляет полудетерминированную топологию, что вызывает сложности в реструктуризации при присоединении или отсоединении очередного пира. Отличительной особенностью неструктурированной архитектуры P2P-TV систем является то, что топология оверлея полностью отделена от топологии распределения. В результате образуется mesh-топология позволяющая реализовать высокую степень динамичности и децентрализации.

Пиринговые сети, являясь частными, оверлейными файлообменными сетями, обладают рядом специфических особенностей по отношению к общей IP-сети. Так в известных файлообменных приложениях (Bit Torrent) оптимизация производительности сети сводится к поиску «лучшего» пира из которого загружается содержимое. Укажем на другие важные для повышения производительности сети задачи, которые необходимо решать параллельно в реальном времени [3, с.150]: алгоритмы планирования элементов, выбор пира с низкими задержками, обеспечение взаимодействия между динамикой оверлея и IP-маршрутизацией.

Таким образом, общесистемные критерии качества: QoS и QoE, хотя и имеют непосредственную зависимость от качества решения перечисленных и многих других задач, не всегда позволяют получить решение в целом. Поэтому многие работы, посвященные исследованиям пиринговых сетей носят частный характер [4, с.10]. Наша задача состоит в попытке получения общесистемного решения, оптимального по критерию минимума задержки при завершении обслуживания, при наличии ряда типовых ограничений [5-7].

Постановка задачи:

Будем считать, что P2P-TV сеть обеспечивает одновременный просмотр n m – программ $m \in M$. Одну из этих программ просматривает l -абонентов (пи-

ров) $l \in L$. В любой момент каждый из l -пиров имеет право прекратить обслуживание, а затем – также начать. У каждого пира имеется $N = \{1, 2, \dots, n\}$ требований, представимых в виде отдельных j -фрагментов скачиваемого контента.

Длительность обслуживания сетью каждого из перечисленных j -фрагментов составляет $p_j p_j'$, где $j \in N$. Процесс скачивания контента представляет собой последовательность процедур с обеспечением частичной упорядоченности, что в конечном счете определяется ограничениями предшествования. В случае если в ограничениях имеется директивный срок завершения обслуживания по j -фрагменту d_j , то разница между моментом завершения C_j и директивным моментом d_j при $C_j > d_j$ считается запаздыванием в обслуживании или обслуживанием с опережением при $C_j < d_j$.

Будем считать, что каждый пользователь обладает буфером, способным содержать все множество требований $N = \{1, 2, \dots, n\}$, где n - количество мест для хранения n -фрагментов, полученных на предыдущих шагах, плюс одно место, предназначенное для получения очередной новой порции данных. В соответствии с правилом загрузки, после того, как сервер случайным образом выбрал пира для начальной загрузки, он находит в сети другого пира и пытается загрузить от него недостающую порцию данных. Таким образом, в результате различий в пропускных способностях каналов и длительностях загрузки и приема буфера могут иметь место случаи нарушения частичного порядка [8, с15-27].

Для учета ограничений предшествования в обслуживании зададим бинарное отношение строгого порядка на множестве требований N . Требование i является предшественником требования j , а требование j - последователем потомком по отношению к i . Данное отношение задается ориентированным бесконтурным графом G , множество вершин (узлов) которого идентифицируется с множеством требований, а путь из вершины i в вершину j существует, когда $i \rightarrow j$.

Формулировка задачи минимизации суммарного взвешенного времени обслуживания.

Будем считать, что при реализации N -го требования на терминал поступает не более одного фрагмента одновременно. Для каждого j -го фрагмента, принадлежащего множеству $N = \{1, 2, \dots, n\}$ заданы параметры:

- длительность обслуживания j -фрагмента – p_j' , $0 < p_j^L \leq p_j' \leq p_j^U$; где индексы L и U относятся соответственно к нижней и верхней границам обслуживания. Обычно длительность обслуживания p_j' оказывается неизвестной вплоть до момента завершения данного j -обслуживания. Случайный характер p_j' определяется различием в параметрах линий скачивания и используемых технологий;

- каждому j -требованию сопоставляется весовой множитель $w_j > 0$. Значения весовых коэффициентов w_j не могут быть одинаковыми, в первую очередь из-за того, что важность последующих фрагментов к концу скачивания возрастает, поэтому $w_n \geq w_{n-1} \geq \dots w_1$.

Для нахождения решений задачи воспользуемся результатами теории расписаний (Scheduling Theory) [9, с.80; 10, с.21], которая в частности сводится к построению функции, определенной на множестве перестановок и к разработке оптимизационных алгоритмов. На каждом из n – этапов обслуживания возможны различные длительности реализации p_j каждого из j – обслуживаний, $j \in N$. На практике значение p_j образуют счетное множество вариантов из интервала $[p_j^L; p_j^U]$. Таким образом можно рассматривать k – мерный вектор

$$p_j^T = (p_1, p_2, \dots, p_k), p_j \in [p_j^L; p_j^U]. \quad (1)$$

Значения p_j в общем случае становятся известны после приема каждого из фрагментов: $p_j = p_{ps}^{(j)}$.

Пусть P – обозначает множество всех векторов (1) возможных длительностей обслуживания требований

$$p_i^T = (p_1^{(l)}, p_2^{(k)}, \dots, p_n^{(k)}), k = 1, 2, \dots, k. \quad (2)$$

Вектор (2) представляет собой сценарий событий, последовательности n – фрагментов по заявке данного пира.

Очевидно P – замкнутый прямоугольник неотрицательных чисел.

При планировании расписания S следования фрагментов скачиваемого контента и реализации сценария (2) в качестве критериальной можно выбрать аддитивную взвешенную линейную функцию:

1. Суммарное взвешенное время, затрачиваемое для приема вектора (2)

$$f_i(C_i) = \sum_{i=1}^n w_i C_i, \quad (3)$$

где w_i – весовой множитель, определяющий значимость i – го фрагмента, в том числе времени его обслуживания.

Для различных w_i значения (3) функций $f_i(C_i)$ представляется в виде прямых на графиках рис.1а.

2. Суммарное взвешенное количество фрагментов, принятых с опозданием $f_i(C_i) = \sum_{i=1}^n w_i U_i$,

где U_i равна нулю, если $C_i \leq d_i$ – директивный срок (в отсутствии опозданий) и равна единице при $d_i \leq C_i$.

Возможные значения функций $f_i(C_i)$ представлены на рис.1б.

3. Суммарное взвешенное опоздание фрагментов

$$f_i(C_i) = \sum_{i=1}^n w_i T_i, \quad (4)$$

где $T_i = \max(0, C_i - d_i)$.

Значения функции (5) представлены на рис. 1 в. а-(3); б-(4); в-(5).

Следует иметь в виду, что сценарий (2) в общем случае остается неопределенным вплоть до момента завершения обслуживания по всем i и j . При этом из-за NP – полноты минимизация критериальных функций (3),(4),(5) невозможна по крайней мере на стадии вычисления и составления его оптимального расписания.

Рис. 1. График качественного поведения критериальных функций

Вместе с тем, для основных технологий P2P-TV, при скачивании конкретных файлов, дифференциальная фрагментация как правило не используется. Это позволяет выбирать для всех p_i

$$p_i = p, \forall i. \quad (5)$$

С условием (5) можно считать параметры вектора (1) известным априори. При этом удастся уйти от NP-полноты и решить оптимизационную задачу за время $O(n \log n)$ [10;11, с.577]:

$$f_{opt}(t) = \min_s \sum_{i=1}^n w_i C_i(p_i = p). \quad (6)$$

В теории расписаний имеется множество расписаний подобных задач при условии дополнительных ограничений. Так известны решения, основанные на методе динамического программирования [12]. Среди других практически важных следует указать на методы дихотомии [12,13], робастные методы. Перспективным является метод, основанный на анализе чувствительности [8,с.20], предлагающий двухстадийное принятие решений: стадию априорного планирования k - вариантов в режиме off-line и стадию составления расписаний в режиме on-line. В силу различий условий скачивания контента, других случайных факторов в последовательности принимаемых пиром фрагментов могут быть нарушены условия предшествования, что потребует упорядочения и соответствующих перестановок в порядке следования фрагментов. Это накладывает дополнительные ограничения на решение оптимизационной задачи. Так выбранный нами ранее критерий (3) с учетом необходимой процедуры перестановки $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n!)$ $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n!)$ приобретает вид:

$$J = \sum_{j=1}^n w_j C_j(\pi, P) = \min_{\pi_k} \left\{ \sum_{\pi} \sum_j w_j C_j(\pi_k p) \right\} \quad (7)$$

Очередным важным ограничением, встречающемся в процессе функционирования пиринговых сетей, является наличие прерываний, вызванных технологическими причинами при обслуживании в условиях большой нагрузки или за счет влияний более приоритетных обслуживаний [8].

Рассмотрим пример оптимизации среднего взвешенного времени начала обслуживания. Будем считать M – длительность обслуживания скачиваемого файла известной. Исходные данные:

$I=\{i\}$ – множество фрагментов; $P=\{p_i\}$ – множество длительностей обслуживания; $W=\{w_i\}$ – множество штрафов требований.

Целевая функция: $F(X)=W^T * X \rightarrow \min$

Для каждой пары фрагментов $i, j \in I$ выполняется одно из условий $x_i - x_j \geq p_j$, что соответствует предшествованию j по отношению к фрагменту i или $x_j - x_i \geq p_i$, когда i предшествует выполнению j . Пусть также коэффициент предшествования равен $y_{i,j}=1$, если i предшествует j и 0 в противоположном случае. Это позволяет записать систему ограничений в виде:

$$(M + p_j)y_{ij} + (x_i - x_j) \geq p_j, \quad (8),$$

$$(M + p_i)(1 - y_{ij}) + (x_j - x_i) \geq p_i. \quad (9)$$

Таким образом, получена следующая целевая функция:

$$F(X)=4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 \rightarrow \min.$$

С использованием пакета Matlab получено оптимальное решение для четырех фрагментов при предположении: $p=\{6,2,2,3\}$; $W=\{4,2,2,3\}$.

Полученное оптимальное решение, представленное на рис.2 диаграммой Гантта в виде последовательности.

Рис. 2. Оптимальная последовательность скачиваемых фрагментов

Заключение

1. Пиринговые P2P-TV сети интенсивно развиваются и приобретают все большую популярность как в области индустрии развлечений, так и при решении ряда профессиональных задач инфокоммуникационного направления.

2. Существующие технологии пиринговых P2P-TV сетей позволяют находить решения по оптимизации имеющихся ресурсов, направленных на повышение производительности сети и качества предоставления услуг QoS, QoE.

3. Модели и методы теории расписаний являются адекватными при решении задач в области улучшения качественных показателей пиринговых сетей. Они позволяют адекватно отображать как структуру, так и функции этих сетей, учитывать их динамику, ограничение предшествований, перестановки, прерывания и другие типовые технологические условия.

Список используемых источников:

1. Cisco Visual Networking Index; Forecast and Methodology // Cisco Public, 2012-2017.
2. Tarkoma S. Overlay Network: Toward Information Networking // CRC Press, 2010.
3. Setton E., Girod B. Peer-to-Peer Video Streaming // Springer. 2007. 150 p.
4. Адами Амину, Гайдамака Ю.В. Аппроксимация вероятностных характеристик модели сети P2P // Л.2013. Инф.унр.сему. С.4-10.
5. Wehrle K., Gunes M., Gross J. Modeling and tools for Network simulation // Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York. 2010.

6. Дорт-Гольц А.А. Анализ функционирования наложенных сетей в сетях операторов // М.Электросвязь №3, 2014. Стр.22-27.
7. Moskalets, N.V., Vasylenko, Yu.A. Analysis of probability characteristics of the combined multiple access // CriMiCo 2013 – 2013 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings, pp.466.
8. Гордон В.С., Долгий А.Б. Задачи теории расписаний с заданным частичным порядком // М. Автоматика и телемеханика №10, 2010. Стр.15-27.
9. Лазарев А.А., Кварцхелия А.Г. Свойство оптимальных расписаний задачи теории расписаний минимизации суммарного взвешенного момента окончания для одного прибора // М. Автоматика и телемеханика №10, 2010. Стр.80-90.
10. Baptiste Ph. Scheduling Equal-Length Jobs on Identical Parallel Machines // Discrete Appl.Math. 2000, №103, p. 21-32.
11. Engels D.W., Feldman Y., Karger D.R. Parallel processor scheduling with delay constraints // SODA, 2001, p. 577-585.
12. Pinedo M. Scheduling Theory, Algorithms and Systems // Springer-Verlag, 2008.
13. Brucher P., Knust S. Complex Sheduling // Springer-Verlag, 2006.

© 2016, Москалец Н.В., Поповская Е.О., Тарасов К.А.
 Оптимизация суммарного взвешенного времени
 обслуживания в пиринговой сети

© 2016, Moskalets N.V., Popovskaya E.A.,
 Tarasov K.A.
 Optimization of total weighted service time in the
 P2P network

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.117

Поступила (Received): 04.06.2016

Мякинин Р.А.**Разработка подсистемы автоматизированного проектирования центра управления автоперевозками****Myakinin R.A.****The development of subsystems of computer-aided design of traffic management center**

Статья рассказывает о преимуществах передовых технологических и исследовательских решений, которые можно использовать при решении разнообразных задач транспортной логистики. Благодаря совмещению уже имеющихся данных и познаниях в этой области с новыми научно-техническими разработками предоставляется возможным получить очень мощный инструмент, при помощи которого возможно будет добиться максимально возможной оптимизации трудозатрат выполняя задачи, поставленные перед логистами организаций

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, оптимизация, транспортная логистика, решение задачи коммивояжера, АРМ, Муравьиный алгоритм

The article tells about the benefits of advanced technological solutions and research that can be used in solving various problems of transport logistics. By combining existing data and knowledge in this field to new scientific and technical developments the opportunity to get a very powerful tool with which it will be possible to achieve the greatest possible effort to optimize performing the tasks assigned to logisticians organizations

Key words: computer-aided design, optimization, transport logistics, traveling salesman problem solution, AWP, ant algorithm

Мякинин Роман Александрович

Бакалавр

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Советская, 106

Myakinin Roman Alexandrovich

Bachelor

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

Научный руководитель:
к.т.н., доцент Майстренко Н.В.

В современном мире мы уже не мыслим свое существование без использования всех благ цивилизации которыми пользуемся, хоть и не всегда обращаем на них внимание. Ведь человек даже не всегда задумывается о том, каким образом вещь, заказанная им в каком-либо из десятков тысяч интернет магазинов, достигнет своего пункта назначения, а если даже и задумывается, то на ум ему приходят вполне тривиальные решения отправления товара из пункта А в пункт Б. И только люди, непосредственно связанные с наукой – логистикой – понимают, что этот процесс совсем не так прост, как кажется.

Существует множество определений понятия «логистика», что свидетельствует о неопознанности всех сторон и глубин ее концепции. Здесь же мы рассматриваем только одно из ответвлений, а именно транспортную логистику. Мы постараемся представить каким образом должно выглядеть автоматизированное рабочее место центра управления перевозками на примере решения задачи коммивояжера – одной из самых известных задач комбинаторной оптимизации, заключающейся в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город.

Необходимо создать подсистему автоматизированного проектирования центра управления автоперевозками, которая будет решать следующие задачи:

- создание централизованного ЦУПа для решения конкретных задач отдельно взятого предприятия;
- создание транспортных систем;
- совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта (в случае смешанных перевозок);
- обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса;
- выбор способа транспортировки и транспортного средства;
- определение рациональных маршрутов доставки;

Решение поставленных задач предлагается разбить на две категории: создание непосредственно рабочего места работника центра, и программное обеспечение необходимое ему для эффективной работы. Первая часть вполне легко решается реализацией небольшой программы, своеобразного конструктора, в котором будет находиться база данных необходимых вещей для создания рабочего места: столы, стулья, офисные принадлежности, офисная техника, варианты как готовых персональных компьютеров, так и их комплектующие. Для удобства работы можно использовать не базу данных, а непосредственную синхронизацию с сайтами известных интернет магазинов, для обеспечения наиболее актуальной информацией о последних ценах и наличии на складах необходимых товаров, но в то же время для такой концепции требуется постоянное подключение к сети Интернет, что не всегда предоставляется возможным. В то же время необходимо и специально разработанное программное обеспечение, призванное облегчить работу логиста. К таковой мы можем отнести визуализированное построение проложенного маршрута, с возможностью по заданным параметрам отыскать максимально удовлетворяющий потребностям путь автоколонны. Так как для примера мы пытаемся решить задачу коммивояжера, требуется найти оптимальный метод нахождения кратчайшего пути между городами. По последним научным данным одним из самых эффективных является Муравьиный алгоритм.

Муравьиный алгоритм – один из эффективных полиномиальных алгоритмов для нахождения приближённых решений задачи коммивояжёра, а также решения аналогичных задач поиска маршрутов на графах. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьёв, ищущих пути от

колонии к источнику питания и представляет собой метаэвристическую оптимизацию. В реальном мире, муравьи (первоначально) ходят в случайном порядке и по нахождению продовольствия возвращаются в свою колонию, прокладывая феромонами тропы. Если другие муравьи находят такие тропы, они, вероятнее всего, пойдут по ним. Вместо того, чтобы отслеживать цепочку, они укрепляют её при возвращении, если в конечном итоге находят источник питания. Со временем феромонная тропа начинает испаряться, тем самым уменьшая свою привлекательную силу. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная тропа. На коротком пути, для сравнения, прохождение будет более быстрым и как следствие, плотность феромонов остаётся высокой. Испарение феромонов также имеет свойство избегания стремления к локально-оптимальному решению. Если бы феромоны не испарялись, то путь, выбранный первым, был бы самым привлекательным. В этом случае, исследования пространственных решений были бы ограниченными. Таким образом, когда один муравей находит (например, короткий) путь от колонии до источника пищи, другие муравьи, скорее всего пойдут по этому пути, и положительные отзывы в конечном итоге приводят всех муравьёв к одному, кратчайшему, пути. Муравьи используют окружающую среду как средство общения. Они обмениваются информацией косвенным путём, через феромоны, в ходе их «работы». Обмен информацией имеет локальный характер, только те муравьи, которые находятся в непосредственной близости, где остались феромоны – могут узнать о них. Такая система называется стигмергия и справедлива для многих социальных животных (была изучена для случая строительства столбов в гнёздах термитов). Данный механизм решения проблемы очень сложен и является хорошим примером самоорганизации системы. Такая система базируется на положительной (другие муравьи укрепляют феромонную тропу) и отрицательной (испарение феромонной тропы) обратной связи. Теоретически, если количество феромонов будет оставаться неизменным с течением времени по всем маршрутам, то невозможно будет выбрать путь. Однако из-за обратной связи, небольшие колебания приведут к усилению одного из маршрутов, и система стабилизируется к кратчайшему пути.

В данной статье мы попытались разработать подсистему автоматизированного проектирования центра управления автоперевозками, на примере решения задачи коммивояжера. Каждой организации по мере её роста приходится сталкиваться с решением логистических задач, в том числе и транспортной логистики, и от этого решения зачастую может зависеть успешность и прибыльность растущей компании, ведь при неграмотном подходе к данному вопросу их ожидает повышение стоимости их продукции с расчетом стоимости доставки товара покупателю. Это может стать решающим фактором на рынке, где производитель должен стараться предложить максимально выгодные условия, чтобы оставаться достаточно конкурентоспособным.

Список используемых источников:

1. Волгин В.В. *Логистика приемки и отгрузки товаров*. М., 2009. 457 с.
2. Гаджинский А.М. *Логистика: учебник для высших учебных заведений по направлению подготовки "Экономика"*. М. 2011. 481 с.

3. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. М., 2011. 317 с.
4. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. С.П., 2010. 659 с.
5. Еловой И.А., Лебедева И.А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов: (теория, методология, организация). Минск, 2011. 460 с.

© 2016, Мякинин Р.А.

Разработка подсистемы автоматизированного проектирования центра управления автоперевозками

© 2016, Myakinin R.A.

The development of subsystems of computer-aided design of traffic management center

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.121

Поступила (Received): 24.06.2016

Наумец А.Ю., Богданов Д.Ю., Савченко А.В. **Математическое и физическое моделирование** **режимов работы автоматизированного** **электропривода системы пожаротушения**

Naumets A.Yu., Bogdanov D.Yu., Savchenko A.V.
Mathematical and physical modeling operation mode
automated electric fire extinguishing system

Об особенностях математического и физического моделирования режимов работы насосного агрегата, управляемого преобразователем частоты, в автоматизированной системе пожаротушения

Ключевые слова: автоматизированная система пожаротушения, автоматизированный электропривод

On peculiarities of mathematical and physical modeling of modes of operation of the pump unit controlled by a frequency converter, an automated fire extinguishing system

Key words: automated fire extinguishing system, automatic electric

Наумец Антон Юрьевич

Студент

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова

г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Naumets Anton Yuryevich

Student

South-Russian state technical university named M.I. Platon

Novocherkassk, Prosveshcheniya st., 132

Богданов Дмитрий Юрьевич

Аспирант

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова

г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Bogdanov Dmitry Yuryevich

Graduate

South-Russian state technical university named M.I. Platon

Novocherkassk, Prosveshcheniya st., 132

Савченко Александр Владимирович

Кандидат технических наук, доцент

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова

г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Savchenko Aleksandr Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

South-Russian state technical university named M.I. Platon

Novocherkassk, Prosveshcheniya st., 132

Разработка новых подходов в проектировании автоматизированных электроприводов, в том числе для систем пожаротушения является актуальным вопросом, обусловленным также активным ростом в мире количества промышленных предприятий и новых технологических процессов, приводящих к увеличению параметра взрывопожароопасности. Так же, кроме защиты предприятий,

актуальным вопросом является усовершенствование мероприятий по предотвращению распространения пожаров в жилых и общественных помещениях, количество которых с ростом населения тоже растёт.

При возникновении очага возгорания есть короткий промежуток времени, после завершения, которого наблюдается значительное увеличение масштабов пожара. Для предотвращения распространения пожара, его локализации и тушения огня еще на ранних стадиях необходимо, чтобы система выходила на номинальные значения напора H и расхода Q за максимально короткое время. В статическом же режиме ожидания в трубопроводах сплинкерной системы должно поддерживаться постоянное давление, для этого в них предусматривается водопитание.

Одним из средств реализации автоматической системы пожаротушения является частотно регулируемый электропривод основного насоса, который одновременно выполняет и функцию водопитателя. Для оценки эффективности выбранного оборудования, при проектировании систем пожаротушения, необходимо выполнять математическое моделирование режимов работы автоматизированных электроприводов этих систем [1-5] с реализацией технологических процессов тушения пожара и подпитки трубопроводов.

Исходными данными при моделировании являются технологические и нормативные требования к автоматизированной системе пожаротушения. Целью математического моделирования является исследование различных режимов работы системы пожаротушения и получение графиков переходных процессов изменения угловой скорости, момента двигателя, подачи и напора насосного агрегата в режиме пожаротушения (номинальном) и статическом режиме (водопитания).

В рассмотренном случае исследуемая система пожаротушения должна была обеспечивать общий расход воды $Q_{\text{общ. пож}} = 61,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $Q_{\text{общ. вод}} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, при гарантированном напоре развиваемом насосом $H_{\text{нр. пож}} = 80,7 \text{ м}$ и $H_{\text{нр. вод}} = 48,9 \text{ м}$ в режиме пожаротушения и водопитания соответственно [6]. Используемый насос фирмы ООО НПС «Римос» [7] серии «K100-65-200a» со значением номинального расхода $Q_{\text{ном}} = 64 \text{ м}^3/\text{ч}$, и номинальной угловой скоростью $\omega_{\text{ном}} = 303 \text{ рад/с}$, который приводился в движение двигателем компании «Eldin» марки «RA180L2» [8] с $\omega_{\text{ном}} = 307 \text{ рад/с}$ и мощностью $P_{\text{ном}} = 18,5 \text{ кВт}$. Скорость вращения двигателя регулировалась с помощью преобразователя частоты фирмы «Vacon» марки «Vacon 20» [9]. Информация о требуемом режиме работы поступала с датчиков давления установленных в распределительной сети трубопроводов системы пожаротушения.

Для моделирования системы пожаротушения необходимо было реализовать структурную схему частотно-регулируемого насосного агрегата [10-12]. Данная система представлена на рисунке 1. Моделирование производилось с использованием среды Simulink пакета MatLab.

Рис. 1. Структурная схема компьютерной модели насосного агрегата

Структурная схема разомкнутой системы частотного управления асинхронным двигателем с регулятором тока и напряжения представлена в субблоке «модель электропривода» (рисунок 2). Выходная координата модели частотно-регулируемого электропривода – изменение угловой скорости.

Рис. 2. Структурная схема субблока «модель электропривода»

На схеме субблока «модель электропривода»:

- вход 1 (In 1) – напряжение задания частоты;
- вход 2 (In 2) – вычисленная величина момента статического сопротивления насоса M_c с выхода Out 3;
- выход 1 (Out 1) – вычисленная величина угловой скорости ω .

Модель насоса представлена тремя субблоками. Входные (исходные) характеристики насоса задаются с помощью семи блоков параметров. Переходные процессы по напору, подаче и моменту, регистрируются на соответствующих осциллографах.

Расчётный субблок «Подача насоса» позволяет определять зависимость подачи насоса от угловой скорости насоса по формуле:

$$Q = Q_{\text{ном}} \cdot \sqrt{\frac{H_{\phi} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{ном}}}\right)^2 - H_{\text{св}}}{H_{\phi} - H_{\text{св}}}}$$

где H_{ϕ} – фиктивное значение напора, м;

$H_{\text{св}}$ – свободный напор, м.

Субблок представлен на рисунке 3.

Рис. 3. Структурная схема субблока «Подача насоса»

На схеме субблока «Подача насоса»:

- вход 1 (In 3) – подается угловая скорость ω с выхода модели электропривода;
- вход 2 (In 4) – номинальная угловая скорость $\omega_{\text{ном}}$ электродвигателя;
- вход 3 (In 5) – фиктивное значение напора H_{ϕ} при нулевой подаче, для насосов чистой воды $H_{\phi} = 1,25 H_{\text{ном}}$;
- вход 4 (In 6) – свободный напор $H_{\text{св}}$;
- вход 5 (In 7) – паспортная (номинальная) величина подачи насоса $Q_{\text{ном}}$;
- выход 1 (Out 2) – вычисленное относительное значение угловой скорости двигателя $\omega/\omega_{\text{ном}}$, используется в дальнейших расчетах с помощью модели;
- выход 2 (Out 3) – вычисленная величина подачи насоса Q ;

– выход 3 (Out 4) – вычисленное подкоренное выражение используется в дальнейших расчетах с помощью модели.

С помощью субблока «Напор насоса», который представлен на рисунке 4. реализованы зависимости напора насоса от угловой скорости насоса, определяющиеся по формуле:

$$H = H_{\phi} + (H_{\phi} - H_{\phi}) \cdot \frac{H_{\phi} \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{НОМ}}}\right)^2 - H_{\text{св}}}{H_{\phi} - H_{\text{св}}}$$

Рис. 4. Структурная схема субблока «Напор насоса»

На схеме субблока «Напор насоса»:

– вход 1 (In 8) – подается вычисленное подкоренное выражение с выхода Out 3;

– вход 2 (In 9) – паспортный (номинальный) напор насоса $H_{\text{НОМ}}$;

– вход 3 (In 10) – свободный напор $H_{\text{св}}$;

– выход 1 (Out 5) – вычисленная величина напора насоса H ;

С помощью субблока «Момент насоса» реализована зависимость, статического момента сопротивления насоса от угловой скорости:

$$\eta_{\text{нас}} = 1 - \frac{1 - \eta_{\text{НОМ}}}{\left(\frac{\omega}{\omega_{\text{НОМ}}}\right)^{0,36}};$$

$$M_c = \frac{\rho \cdot Q \cdot H \cdot 10^3}{102 \cdot \eta_{\text{нас}} \cdot \omega}$$

ρ – плотность воды, кг/м³;

$\eta_{\text{НОМ}}$ – номинальный КПД насоса, определяющий энергоэффективность системы пожаротушения [13].

Субблок «Момент насоса» представлен на рисунке 5.

На схеме субблока «Момент насоса»:

– вход 1 (In 11) – подается вычисленная относительная угловая скорость с выхода Out 2;

– вход 2 (In 12) – паспортный (номинальный) КПД насоса $\eta_{\text{н.ном}}$;

– вход 3 (In 14) – подается вычисленная подача насоса Q с выхода Out3;

– вход 4 (In 15) – подается вычисленный напор насоса H с выхода Out5;

– вход 5 (In 16) – плотность жидкости ρ ;

- вход 6 (In 17) – подается угловая скорость ω с выхода модели электропривода;
- выход 1 (Out 6) – вычисленная величина момента статического сопротивления насоса M_c .

Рис. 5. Структурная схема субблока «Момент насоса»

С помощью параметризированной компьютерной модели произведено исследование работы насосной установки в режиме пожаротушения и режиме водопитания. На рисунке 6 и 7 приведены переходные процессы изменения угловой скорости и момента двигателя; подачи и напора насоса в режиме пожаротушения и водопитания соответственно.

Рис. 6. Графики переходных процессов изменения угловой скорости ω и момента M двигателя и расхода Q и напора H насоса в режиме пожаротушения

При переходе системы в режим пожаротушения, из-за падения давления в трубопроводе после вскрытия сплинкеров, скорость двигателя достигает номинального значения скорости $\omega_{\text{ном}} = 307$ рад/с за время, удовлетворяющие заданному технологическому процессу пожаротушения $t = 4$ с. Значение расхода в начальный момент времени и до $t=0,8$ с имеет нулевое значение. Это связано с тем, что скорость двигателя в этот промежуток времени находится в диапазоне значений, при котором характеристика насоса находится в нерабочей зоне.

Рис. 7. Графики переходных процессов изменения угловой скорости ω и момента M двигателя и расхода Q и напора H насоса в режиме водопитания

При переходе системы в режим водопитания, из-за падения давления в трубопроводе в результате утечек, скорость двигателя достигает номинального значения скорости $\omega_{\text{ном}} = 307$ рад/с за время, удовлетворяющие технологическому процессу пожаротушения. Значение расхода в начальный момент времени и до $t=5,8$ с имеет нулевое значение.

Дополнительно посредством физического моделирования авторами было выполнено исследование адекватности примененной математической модели и корректности примененных законов управления автоматизированным электроприводом системы пожаротушения при реализации режимов пожаротушения и водопитания. Для получения характеристик изменения давления с увеличением частоты вращения двигателя при управлении насосом «К100-65-200а» произведен ряд опытов на физической модели системы водоснабжения, реализованной с помощью лабораторного стенде «Исследование электроприводов насосных агрегатов систем водоснабжения и водоотведения» на кафедре «Электроснабжение и электропривод» Южно-российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова». Результаты физического моделирования приведены на рисунках 8-9.

Рис. 8. График изменения напора H и угловой скорости ω со временем в режиме пожаротушения

Из рисунка 8 видно, что в момент времени 54:56, произошло значительное падение давления в трубопроводе из-за открытия сплинкеров, в результате чего началось резкое возрастание скорости двигателя. В момент времени 54:59 система пожаротушения выходит на номинальные параметры.

Рис. 9. График изменения напора H и угловой скорости ω со временем в режиме водопитания

Из рисунка 9 видно, что в момент времени 03:38, произошло падение давления в результате утечек в трубопроводе. В результате срабатывает реле давления, подавая сигнал на включение электродвигателя. Увеличивается скорость до значения, при котором насос сможет увеличить напор до требуемого значения. После восстановления давления подаётся сигнал на отключение двигателя.

Из полученных в результате математического моделирования графиков переходных процессов напора и расхода, можно сделать вывод о соответствии параметров разработанного автоматизированного электропривода системы пожаротушения заданным требованиям. А именно, в режиме пожаротушения обеспечивается расход воды $Q_{\text{общ}} = 65,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напор $H_{\text{нр}} = 82 \text{ м}$ при требуемых $Q_{\text{общ пож}} = 61,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_{\text{нр пож}} = 80,7 \text{ м}$, аналогично в режиме водопитания обеспечивается $Q_{\text{общ}} = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_{\text{нр}} = 49 \text{ м}$ при требуемых $Q_{\text{общ пож}} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H_{\text{нр пож}} = 48,9 \text{ м}$. Адекватность математической модели подтверждена результатами физического моделирования режимов работы системы пожаротушения.

Список используемых источников:

1. Савченко А.В., Колчанов И.С., Шалыто А.А. Исследование законов управления насосными агрегатами в системе жилищно-коммунального хозяйства // Мехатроника и робототехника. Современное состояние и тенденции развития. Новочеркасск: ЛИК, 2010. С. 135-139.
2. Богданов Д.Ю., Катюхина Д.И., Савченко А.В. Методика расчета эффективности использования электроэнергии в автоматизированных электроприводах систем водоснабжения и водоотведения // Электромеханика. 2014. №3. С. 67-70.
3. Савченко А.В., Акуленко А.Е. Методология определения КПД и эффективности использования электроэнергии автоматизированных электроприводов и автоматизированных систем управления технологическими процессами // Научный альманах. 2015. № 11-3 (13). С. 368-375.
4. Савченко А.В., Безъязычный С.Д. Адаптация методики расчета КПД и эффективности использования электроэнергии автоматизированным электроприводом в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом водоснабжения трехэтажного жилого дома // Научный альманах. 2015. № 11-3 (13). С. 356-362.
5. Савченко А.В., Кругляк Е.К. О результатах применения адаптированной методики расчета коэффициента полезного действия и эффективности использования электроэнергии автоматизированным электроприводом // Научный альманах. 2015. № 11-3 (13). С. 363-367.
6. ГОСТ Р 52283-2004. Национальный стандарт Российской Федерации. Насосы центробежные пожарные, общие технические требования, методы испытаний. М.: ИПК Издательство стандартов, 2005.
7. Официальный сайт компании «Римос» // Каталог центробежных насосов. URL <http://www.rimos.ru/catalog/pump/>
8. Техническая документация и каталог продукции компании «Eldin» «Трёхфазные низковольтные частотно-регулируемые электродвигатели с короткозамкнутым ротором общепромышленного исполнения».
9. Официальный сайт компании Vacon в России // Преобразователь частоты «Vacon 20». URL: <http://www.vacon.com/ru-RU/Products/--/vacon-20/?source=products>
10. Гребенников В.И. Системы управления электроприводов: учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2004. 20 с.
11. Кравчик А.Э. Асинхронные двигатели серии 4А: справочник. Москва: М.: Энергоиздат, 1982. 504 с.
12. Фащилко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. Москва, 2009.
13. Савченко А.В., Луценко А.С., Добродей В.Н. Экономия электроэнергии в системах автоматизированного управления технологическим процессом водоснабжения // Студенческая научная весна-2015. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2015. С. 120-121.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.130

Поступила (Received): 24.06.2016

Незнамов И.Е., Симау Э.Б.
Исследования физико-химического состава
полусинтетического моторного масла

Neznamov I.E., Simao E.B.
Research of physical and chemical composition
of the semi-synthetic engine oil

В работе представлены исследования по определению степени загрязнения, где были проведены лабораторные исследования полусинтетических моторных масел работавших на автомобилях с поршневым двигателем, прошедшие пробег 10000 км. Исследования проводились по основным физико-химическим параметрам, в основном по семи показателям, где проводились сравнительные анализы ОПСМ, а так же представлены значения тех же показателей по ГОСТ ТУ для данного масла и фактическое значение показателей свежего масла

Ключевые слова: моторное масло, вязкость, присадки, двигатель, регенерации

Незнамов Игорь Евгеньевич

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Симау Элеутериу де А Бенжамин

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

The paper presents the study to determine the degree of contamination, which were conducted laboratory tests of semi-synthetic motor oils were working on vehicles with a piston engine, the last run of 10,000 km. The studies were conducted on basic physical and chemical parameters, mainly on the seven indicators, where a comparative analysis of the PAPR, and also shows the values of the same indicators in accordance with GOST TU for the oil and the actual value of fresh oil indicators

Key words: motor oil, viscosity, additives, motor regeneration

Neznamov Igor Evgenevich

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Simao Eleuterio de A Benjamin

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

На рынке нефтепродуктов представлены различные синтетические и полусинтетические масла, которые в несколько раз дороже и эффективнее обычного масла на минеральной основе. Следовательно, возникает вопрос о возможности регенерации отработанного полусинтетического и синтетического масла.

Моторное масло состоит из масляной основы (базового масла) и присадок. Свойства масла определяются прежде всего химическим составом базового масла. Присадки предназначены для корректировки и улучшения этих характе-

ристик. Масляные основы бывают минеральными и синтетические. Комбинация минеральных и синтетических основ, при условии не менее 25 % синтетического базового масла, называется полусинтетической базой. Минеральное базовое масло. Это продукт прямой перегонки нефти, состоящий из молекул разной длины и разного строения. Из-за этой неоднородности маслам на минеральной основе свойственна нестабильность вязкостно – температурных свойств, высокая испаряемость, низкая стойкость к окислению. Сырьем для синтетических базовых масел являются некоторые компоненты нефти и углеводородные газы – этилен или бутилен [4, с.83]. При производстве синтетического масла используется процесс управляемого химического синтеза, получаемый продукт обладает заданными заранее свойствами. Отсюда стабильные характеристики, стойкость к окислению, высокие противоизносные свойства и пусковые качества при низких температурах.

Все современные моторные масла содержат в своем составе пакет (набор) присадок, содержание которых суммарно может достигать 20%. Как в синтетические масла, так и в минеральные масла добавляют различное количество тех или иных присадок. Так например вязкостные присадки в синтетические масла добавляют в меньшем количестве чем в минеральные так как данная присадка повышает индекс вязкости а у синтетической основы индекс вязкости выше чем у минеральной. Для определения степени загрязнения были проведены лабораторные исследования полусинтетических моторных масел работавших на автомобилях с бензиновым двигателем и дизельным, прошедшие пробег 10000 км [1, с.115]. Исследования проводились по основным физико-химическим параметрам, в основном по семи показателям, где проводились сравнительные анализы ОПСМ, а так же представлены значения тех же показателей по ГОСТ ТУ для данного масла и фактическое значение показателей свежего масла.

Кинематическая вязкость является одним из основных параметров моторного масла, по которому можно судить о его работоспособности при высоких и низких температурах. Кинематическая вязкость определялась по ГОСТ 33-82 [2] изменение кинематической вязкости в отработанном масле обусловлено срабатыванием загущающей присадки, окислением углеводородов и выпадением в осадок, попадания в масло воды и топлива. Этими же факторами обусловлено изменение такого параметра как индекс вязкости, характеризующий изменение вязкостно-температурные свойства масла. О наличии в масле топлива можно судить, по температуре вспышки в открытом тигле как указано в табл.1, [2, с.100]. Если в ОСМ присутствует топливо то температура вспышки ниже номинала. Щелочное число: параметр по которому можно судить о степени срабатываемости моющей присадки. Определялось щелочное число методом потенциометрического титрования ГОСТ-11362-96.

Исследования показали, что существует некоторое расхождение во всех параметрах обусловленное различными условиями работы моторного масла, из параметров видно, что масло работавшее в двигателе [3, с.12] более загрязнено это обусловлено более тяжелыми условиями работы масла. В источниках о рабочем процессе газового двигателя [5, с.25] при этом масло подвержено большей

степени окисления, так как в дизельных топливах соединений серы содержится больше а они окисляют масло, из-за не полного сгорания топлива в большей степени образуется нагар и сажные отложения, газовый двигатель более динамически нагруженный, что требует большего давления масла в системе смазки, в результате более низкое значение кинематической вязкости и щелочного числа [6, с.5]. Масло в двигателях быстрее вырабатывает свой ресурс это хорошо представлено при экспериментальных исследованиях в следующих источниках [7, с.315].

По результатам проведенного лабораторного исследования можно составить технологическую карту регенерации исследованного масла, так как в результате исследования становится ясно какие основные загрязнения присутствуют в масле. Обычно современные технологические процессы восстановления качества отработанных масел с целью их последующего использования по прямому назначению являются многоступенчатыми и в общем виде включают этапы, представленные на рисунке 1.

Рис. 1. Схема процесса регенерации масел

Отдельные этапы процесса регенерации отработанных масел могут исключаться, совмещаться или выполняются в иной последовательности в зависимости от конкретных физико-химических свойств регенерируемого масла и особенностей технологических операций, выбранных для восстановления качества этого масла. Лабораторные исследования по испытанию составных элементов системы смазки проводились в СПбГАУ, [8, с.606].

Список используемых источников:

1. Артамонов М.В., Хакимов Р.Т. Анализ конвертации дизельного двигателя с высоким наддувом при работе на природном газе // Наука, техника и образование. 2016. № 3 (21). С. 114-116.
2. Дзюба Е.Ю., Хакимов Р.Т. Анализ средств оценки конструкции и работ по алюминиевым радиаторам, проводимых в лаборатории «ОНИЛТА» // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. Т. 1. № 25. С. 99-101.

3. Неговора А.В., Низамутдинов А.И., Хакимов Р.Т. Специализированное устройство для исследования закона подачи топлива в системах питания дизелей // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 3(29). С.11-13.
4. Хизбуллин Ф.Ф., Саттаров А.Р., Хакимов Р.Т. К вопросу организации переработки твердых бытовых отходов в Российской Федерации // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 3 (29). С. 82-87.
5. Хакимов Р.Т. Стендовые гидродинамические исследования моделей роторных алюминиевых радиаторов // Известия Международной академии аграрного образования. 2016. № 26. С. 24-27.
6. Хакимов Р.Т., Николаенко А.В. Улучшение экологических, топливно-экономических и ресурсных показателей путем совершенствования технического обслуживания тракторных дизелей // Сельский механизатор. 2004. № 11. С. 4-5.
7. Хакимов Р.Т. Особенности применения пьезоэлектронной форсунки в поршневом газовом двигателе с наддувом // Фундаментальные основы научно-технической и технологической модернизации АПК. БашГАУ, 2013. С. 314-318.
8. Хакимов Р.Т. Экспериментальные исследования процесса тепловыделения рабочего цикла газового двигателя с применением пьезоэлектрической форсунки // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. СПбГАУ. 2015. С. 605-610.

© 2016, Незнамов И.Е., Симау Э.Б.

Исследования физико-химического состава полусинтетического моторного масла

© 2016, Neznamov I.E., Simao E.B.

Research of physical and chemical composition of the semi-synthetic engine oil

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.134

Поступила (Received): 30.06.2016

Нейман Л.А.
Анализ процесса взаимодействия импульсов
сил в электромагнитной ударной системе
с потерями кинетической энергии

Neyman L.A.
Analysis of power pulses interact with the loss of
kinetic energy in the electromagnetic shock system

При передаче энергии ударом в деформируемую среду рассмотрен вопрос учета процесса взаимодействия импульсов сил в задачах моделирования электромагнитных ударных систем. Процесс характеризуется потерями кинетической энергии при ударе и отскоком бойка от рабочего инструмента, который зависит от параметров ударной системы. Получены зависимости, отражающие относительную величину кинетической энергии переданной в виде полезной работы и относительной скорости при отскоке к максимальной скорости бойка при ударе

Ключевые слова: электромагнитная ударная система, потери кинетической энергии

Нейман Людмила Андреевна

Кандидат технических наук, доцент
Новосибирский государственный технический университет

г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

If the impact energy transfer to the deformable medium considered the account of the interaction of pulse power for modeling electromagnetic shock systems. The process is characterized by the loss of kinetic energy upon impact and rebound from the striker working tool and depend on the parameters of the shock system. The dependencies, reflecting the relative magnitude of the kinetic energy transmitted in the form of useful work and the relative velocity of the rebound to the maximum speed of the striker during impact

Key words: electromagnetic shock system, the loss of kinetic energy

Neyman Lyudmila Andreevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk state technical university
Novosibirsk, Karl Marx ave., 20

В различных областях техники используются низкочастотные механизмы и устройства ударного действия, использующих в качестве электропривода электромагнитный двигатель возвратно-поступательного действия [1-6].

Ударный режим работы возникает в результате возвратно-поступательного движения ударной массы бойка, периодически взаимодействующей с магнитным полем катушки и рабочим инструментом, который является промежуточным звеном при передаче энергии в деформируемую среду [7-13].

Достоинством такого электропривода является относительно высокая его надежность, высокий ресурс работы и простой способ управления энергией и частотой ударов [14-17].

Расширение области использования электромагнитного ударного привода непосредственно связано с основами его рационального конструирования, а также с совершенствованием методик по его расчету и проектированию в различных режимах работы [18-22].

В особенности большие сложности возникают при расчетах динамических режимов зависящих от времени, скорости, инерции подвижных масс, и т.д. [23-30].

При возбуждении периодических импульсов сил движение ударной массы бойка в существенной мере зависит от всякого рода внешних воздействий, таких как изменение коэффициента отскока и коэффициента восстановления бойка, которые определяют эффективность передачи энергии в деформируемую среду. В этой связи важным моментом в задачах моделирования ударных систем является решение вопросов, связанных с взаимодействием импульсов сил при частично упругом ударе.

Необходимо понимать, что при частично упругом ударе не вся кинетическая энергия бойка переходит рабочему инструменту и далее в обрабатываемую среду. Часть этой энергии возвращается обратно в колебательную систему в период холостого хода бойка и частично расходуется на деформацию и нагревание тел при ударе, что сопровождается потерей кинетической энергии. Количество энергии, переданной в обрабатываемую среду, и энергии, возвращенной обратно в механическую систему, зависит от свойств деформируемой среды, параметров ударной системы и импульсов сил, воздействующих на среду.

Процесс взаимодействия рабочего инструмента с деформируемой средой в реальных конструкциях ударных систем достаточно сложен и многообразен. При составлении модели предполагалось, что сопротивление среды, оказываемое перемещению инструмента, зависит от жесткости и демпфирующих свойств введенных упругих связей, а эффективность передачи энергии в эту среду определяется только параметрами элементов ударной системы. Расчетная схема электромагнитной ударной системы представлена на рис. 1. Ударная масса бойка 1 совершает возвратно-поступательное движение при взаимодействии с периодическим магнитным полем катушки 2 и наносит удары по рабочему инструменту 3, который передает свою энергию в деформируемую среду 4.

Рис. 1. Схема электромагнитной ударной системы

Разделяя процесс при прямом центральном ударе двух тел на две стадии в момент и после удара можно получить скорости центра масс бойка и рабочего инструмента после частично упругого удара:

$$\begin{cases} \bar{v}_1 = \bar{v} + k_{\hat{a}} (\bar{v} - \bar{v}_1), \\ \bar{v}_2 = \bar{v} + k_{\hat{a}} (\bar{v} - \bar{v}_2), \end{cases} \quad (1)$$

где v_1, v_2 – скорости центра масс бойка и рабочего инструмента до удара; $\bar{v}_1, \bar{v}_2$ – скорости центра масс бойка и рабочего инструмента по окончании удара; $\bar{v}$ – скорость центра масс абсолютно неупругого удара; $k_{\hat{a}}$ – коэффициент восстановления скорости.

Скорость центра масс в абсолютно неупругом ударе получим на основании закона сохранения импульса

$$\bar{v} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}. \quad (2)$$

Полагая, что в колебательной системе на момент удара скорость рабочего инструмента $v_2 \approx 0$, то скорость центра масс тел после окончания удара, принимая во внимание (1) и (2),

$$\begin{cases} \bar{v}_1 = v_1 \frac{m_2}{m_1 + m_2} \left(\frac{m_1}{m_2} - k_{\hat{a}} \right), \\ \bar{v}_2 = v_1 \frac{m_1}{m_1 + m_2} (1 + k_{\hat{a}}) \end{cases}.$$

Направление движения бойка при ударе изменяется на противоположное. Следовательно, скорость бойка при отскоке от рабочего инструмента $\bar{v}_1 \leq 0$.

Коэффициент отскока бойка, зависящий от параметров ударной системы, учитывая знак скорости

$$k_{\hat{1}\hat{0}} = \frac{-\bar{v}_1}{v_1} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \left(k_{\hat{a}} - \frac{m_1}{m_2} \right).$$

Влияние параметров ударной системы с потерями кинетической энергии на деформацию в виде зависимости $k_{\hat{1}\hat{0}} = f\left(\frac{m_1}{m_2}, k_{\hat{a}}\right)$ рассмотрено на диаграмме, приведенной на рис. 2, отражающей относительную величину скорости бойка после удара (скорости отскока) по отношению к скорости бойка перед ударом.

Кинетическая энергия, возвращаемая в механическую систему при отскоке бойка

$$T_1 = \frac{m_1 \bar{v}_1^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} \left[\frac{m_2}{m_1 + m_2} \left(k_{\hat{a}} - \frac{m_1}{m_2} \right) \right]^2.$$

Полезная работа, совершаемая электромагнитным двигателем, имеет импульсный характер и при фиксированном коэффициенте восстановления может быть оценена кинетической энергией бойка, переходящей рабочему инструменту при ударе

$$T_2 = \frac{m_2 \bar{v}_2^2}{2} = \frac{m_2 v_1^2}{2} \left[\frac{m_1}{m_1 + m_2} (1 + k_{\hat{a}}) \right]^2.$$

Рис. 2. Зависимость коэффициента

отскока $k_{\text{от}} = f\left(\frac{m_1}{m_2}, k_{\hat{a}}\right)$

Рис. 4. Зависимость коэффициента

эффективности $k_{\text{эф}} = f\left(\frac{m_1}{m_2}, k_{\hat{a}}\right)$

Потери кинетической энергии при ударе составят

$$\Delta T = T - T_1 - T_2 = \frac{m_1 v_1^2}{2} \left[1 - k_{\text{от}}^2 - \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} (1 + k_{\hat{a}})^2 \right],$$

где $T = \frac{m_1 v_1^2}{2}$ - кинетическая энергия бойка перед ударом.

Коэффициент эффективности передачи энергии ударом при учете потерь кинетической энергии на деформацию тел

$$k_{\text{эф}} = \frac{\dot{O} - \dot{O}_1}{\dot{O}} = 1 - \left[\frac{m_2}{m_1 + m_2} \left(k_{\hat{a}} - \frac{m_1}{m_2} \right) \right]^2.$$

Зависимость $k_{\text{эф}} = f\left(\frac{m_1}{m_2}, k_{\hat{a}}\right)$, отражающая относительную величину энергии, переданной в деформируемую среду по отношению к полной кинетической энергии бойка за время рабочего цикла, приведена на диаграмме рис. 2.

Список используемых источников:

1. Мошкин В.И., Нейман В.Ю., Угаров Г.Г. Импульсные линейные электромагнитные двигатели. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. 220 с.
2. Угаров Г.Г., Нейман В.Ю. Анализ показателей электромагнитных ударных машин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1996. № 2. С. 72–80.
3. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Низкочастотные ударные электромагнитные машины и технологии // Актуальные проблемы в машиностроении. 2014. №1. С. 256–259.
4. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Исследование двухкатушечной синхронной электромагнитной машины с инерционным реверсом бойка // Современные проблемы теории машин. 2014. № 2. С. 109–110.
5. Нейман Л.А. Синхронный электромагнитный механизм для виброударного технологического оборудования // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2014. № 6 (207). С. 17–19.
6. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Линейные синхронные электромагнитные машины для низкочастотных ударных технологий // Электротехника. 2014. № 12. С. 45–49.
7. Нейман В.Ю. К вопросу о рационализации рабочих процессов и выбора конструктивных схем электромагнитных ударных машин // Автоматизированные электромеханические системы: Коллективная монография. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. С. 155–169.

8. Нейман В.Ю., Евреинов Д.М., Нейман Л.А., Скотников А.А., Смирнова Ю.Б. Способы повышения энергетических показателей однообмоточных импульсных устройств с электромагнитным возбуждением // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2010. № 8. С. 29–31.
9. Аксютин В.А., Нейман Л.А., Нейман В.Ю., Скотников А.А. Прессовое оборудование с линейным электромагнитным приводом для механизации технологических процессов ударной сборки и штамповки мелких изделий // *Актуальные проблемы в машиностроении*. 2015. №2. С. 220–224.
10. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Рабочий цикл двухкатушечной синхронной электромагнитной машины со свободным выбегом бойка // *Известия вузов. Электромеханика*. 2013. № 6. С. 48–52.
11. Нейман В.Ю. Интегрированные линейные электромагнитные двигатели для импульсных технологий // *Электротехника*. 2003. № 9. С. 25–30.
12. Нейман В.Ю. Анализ процессов энергопреобразования линейных электромагнитных машин с предварительным аккумулярованием магнитной энергии в динамических режимах // *Электротехника*. 2003. № 2. С. 30–36.
13. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Новые конструктивные решения проблемы точной синхронизации возвратно-поступательного движения бойка неуправляемой электромагнитной машины ударного действия // *Актуальные проблемы в машиностроении*. 2015. №2. С. 280–285.
14. Нейман В.Ю. Режимы форсированного аккумулярования магнитной энергии в импульсных линейных электромагнитных двигателях // *Научный вестник Новосибирского государственного технического университета*. 2003. № 1. С. 105–112.
15. Нейман В.Ю. Петрова А.А. Сравнение способов форсировки импульсных линейных электромагнитных двигателей // *Электротехника*. 2007. № 9. С. 47–50.
16. Нейман В.Ю., Нейман Л.А., Петрова А.А. Сравнение геометрически подобных систем электромагнитов по условию постоянства теплового критерия // *Электротехника*. 2011. № 12. С. 14а–16.
17. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Шабанов А.С. Упрощенный расчет электромагнитного ударного привода в повторно-кратковременном режиме работы // *Электротехника*. 2014. № 12. С. 50–53.
18. Нейман В.Ю., Нейман Л.А., Петрова А.А. Расчет показателя экономичности силового электромагнита постоянного тока с помощью моделирования магнитного поля // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2008. № 6. С. 21–24.
19. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Повышение точности аналитического расчета радиальных сил одностороннего магнитного притяжения некоаксиальных элементов магнитопровода // *Научный вестник Новосибирского государственного технического университета*. 2015. № 1 (58). С. 246–256.
20. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Применение метода проводимостей для учета силы одностороннего магнитного притяжения асимметричного электромагнита // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2015. № 2 (97). С. 214–218.
21. Нейман В.Ю., Нейман Л.А. Оценка конструктивного совершенства систем принудительного охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия // *Журнал Сибирского Федерального университета*. 2015. Т.8. № 2. С. 166–175.
22. Нейман В.Ю., Нейман Л.А., Петрова А.А. Влияние соотношений главных размеров электромагнитов на значения конструктивного фактора и показателя экономичности // *Автоматизированные электромеханические системы*. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. С. 177–187.
23. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Математическая модель электромеханической системы колебательного движения с упругими связями // *Вестник Ивановского государственного энергетического университета*. 2015. № 6. С. 35–40.
24. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Моделирование динамических процессов в электромагнитных преобразователях энергии для систем генерирования силовых воздействий и низкочастотных вибраций // *Известия Томского политехнического университета*. 2015. Т. 326. № 4. С. 154–162.
25. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Динамическая модель электромагнитного привода колебательного движения для систем генерирования низкочастотных вибраций // *Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации*. 2015. № 3(28). С. 75–87.
26. Нейман Л.А. Приближенный расчет циклического электромагнитного привода с учтенным начальным превышением температуры в переходном тепловом процессе нагрева // *Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации*. 2014. № 1 (22). С. 113–122.
27. Нейман Л.А., Скотников А.А., Нейман В.Ю. Исследование нагрева электромагнитного двигателя в переходных режимах // *Известия вузов. Электромеханика*. 2012. № 6. С. 50–54.
28. Нейман Л.А. Оценка перегрузочной способности ударного электромагнитного привода по средней температуре перегрева в переходных режимах // *Известия вузов. Электромеханика*. 2013. № 6. С. 58–61.

29. Нейман Л.А., Нейман В.Ю. Моделирование процессов в электромагнитном вибрационном преобразователе с потерями энергии в магнитопроводе // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2016. Т. 19. № 1. С. 73–78.

30. Малинин Л.И., Нейман В.Ю. Определение напряжения преобразования энергии и электромагнитных сил в электромеханических системах // Электричество. 2008. № 6. С. 57–62.

© 2016, Нейман Л.А.

Анализ процесса взаимодействия импульсов сил в электромагнитной ударной системе с потерями кинетической энергии

© 2016, Neyman L.A.

Analysis of power pulses interact with the loss of kinetic energy in the electromagnetic shock system

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.140

Поступила (Received): 04.06.2016

Овчинникова Л.А.**Проектирование общественных туалетов
в городской среде. Модульные конструкции****Ovchinnikova L.A.****The design of public toilets in the urban environment.
Modular designs**

В статье рассмотрены существующие конструкции общественных туалетов, мировые аналоги и пути решения данной проблемы во многих странах мира. Модульные конструкции, выполненные из современных материалов – это оптимальное решение в условиях крупного города

Ключевые слова: модульные конструкции, эргономика, проектирование

The article deals with the existing design of public toilets, world counterparts and ways to solve this problem in many countries. Modular design, made of modern materials – this is the optimal solution in a large city

Key words: modular design, ergonomics, design

Овчинникова Людмила Анатольевна

Магистрант

Омский государственный педагогический
университет

г. Омск, Набережная Тухачевского, 14

Ovchinnikova Lyudmila Anatolievna

Master

Omsk state pedagogical university

Omsk, Naberezhnaya Tukhachevskogo, 14

Где бы Вы ни находились, куда бы ни заносила Вас судьба, потребность в туалете будет сопровождать всегда и везде. Общественный туалет существовал и существует во многих вариациях. Сейчас туалеты стали воплощением фантазии инженеров и дизайнеров, во многих странах они выглядят по-разному. Но различия в дизайне или предназначении, суть и цель остаётся прежней – содержание мест существования человека в чистоте [1]. Чаще всего данная тема обходится в науке (и в обществе в целом) стороной.

Цивилизация своей легкой рукой уже коснулась решительно всего, и если раньше словосочетание «общественный туалет» вызывало у населения самые негативные ассоциации, то теперь их легко можно развеять. Никаких резких запахов и перепачканных полов, все аккуратно и по-европейски достойно. Конечно, существуют и досадные исключения. Но они – лишь результат небрежного отношения к нюансам строительства подобных объектов и неправильного подбора сантехнического оборудования.

За границей общественные туалеты поражают своей функциональностью и заботой о гигиене посетителя. В Германии распространены биотуалеты, представляющие собой небольшие кабинки,

оснащенные современной электроникой. Чтобы воспользоваться услугой, надо опустить монетку в специальное отверстие. Двери автоматически откроются и так же автоматически закроются. Выйти из кабинки можно будет только после того, как посетитель спустит воду, вымоет

руки и высушит их специальной сушилкой. Зато все по правилам! Еще у немцев существует и правовое регулирование этого вопроса. Так, например, гражданин, который в течении двух часов, не смог воспользоваться туалетом в поезде из-за его неисправности, получает компенсацию в судебном порядке от железнодорожной компании в размере 300 евро за моральный вред.

В столице Великобритании в ночное время из-под земли появляются необычные цилиндры – общественные туалеты «Urilift». Такие «выпрыгивающие» туалеты абсолютно бесплатны и экономят пространство. Единственное, чего стоит опасаться, – это того, что капсула вдруг прямо с посетителем начнет опускаться под землю. Среди предоставляемых услуг в данной сфере, для удобства пользования в Австралии впервые была выпущена национальная карта общественных туалетов по всей стране. На ней указано более 14 тысяч частных и общественных заведений с полной информацией не только о месторасположении, но и о времени работы, наличии кабинок для детей и инвалидов и наиболее удобных способах доступа. И это отнюдь не роскошь, а забота о здоровье нации. Вот к чему необходимо стремиться каждой стране.

Среди многих городов в данной сфере особенно выделяется Гонконг. Поддержание и расширение сети коммунальных (бесплатных) общественных туалетов нетипично для многих стран Европы. Сегодня на улицах и в парках города насчитывается более полутора тысяч туалетов, не считая тех, которые находятся в ведении торговых центров, и метро или частных, «мокрых» рынков Гонконга. «Общественные туалеты позволили всем нам выйти из дома, отсутствовать дольше, чем раньше, посещать новые места и пользоваться большей свободой во время работы и на отдыхе», – справедливо замечает Г. Рамстер, научный сотрудник отдела дизайна Королевского колледжа искусств в Лондоне [2].

Общественные туалеты, безусловно, отражают экономическое состояние города. Так, в 1970-х годах в Нью-Йорке начали сокращать количество туалетов, город балансировал на грани банкротства и резко вырос уровень преступности и вандализма. Сейчас там почти не осталось сети государственных общественных туалетов – многие из них превращены в складские помещения или магазины, или же были просто закрыты и оставлены пустовать. Та же история повторилась во многих зарубежных городах. При наступлении экономических затруднений в первую очередь сокращают именно этот вид услуг, и потом их редко восстанавливают после улучшения положения.

Но, к сожалению, «по-европейски достойно» и даже по-китайски, бывает не везде. Сейчас в нашей стране данная проблема активно решается только в столице, а в провинциальных городах вопрос общественных туалетов остается открытым. О нехватке общественных туалетов в России, их плачевном, диком состоянии говорят многие. Поэтому важно создать комфортную среду для каждого человека, организовать «интимное» пространство. Стационарный обще-

ственный туалет, который будет отвечать всем функциональным и эстетическим требованиям, вписываться в городскую среду и принимать все группы населения: люди с ограниченными возможностями, мамы с маленькими детьми – именно такого эргономичного сооружения не хватает современному городу [3]. В условиях крупного города будут оптимальны модульные конструкции туалетов. В районах с большой проходимостью туалетных кабинок может быть несколько, а в некоторых местах достаточно одной-двух единиц. Важно отметить, что материалы, которые используются при изготовлении туалетных модулей, должны быть качественными и доступными. Например, инновационное стекло, которое становится матовым и непрозрачным, как только посетитель попадает в кабинку. Антибактериальный металл и самоочищающийся пластик – все это постепенно входит в жизнь современного развивающегося города.

Общественный туалет – место, оборудованное сантехникой и другими техническими приборами, где каждый желающий может, привести в порядок свой внешний вид. Описанные выше виды конструкций и материалов, дают возможность разработать оптимальную конструкцию с учетом современных технологий. Актуальность заявленной темы подтверждает выставка Toilet&CleaningExpo 2015, которая проходила 18–20 июня 2015 года в Москве, в павильоне № 75 ВДНХ. Организатором выступал Союз архитекторов России [4]. Основные направления работы экспозиции – разработка оборудования, реклама фирм и производителей, выпускающих продукцию для клининговых компаний. Выставка показала, что проблема отсутствия общественных туалетов требует незамедлительного решения и сейчас данная тема является одной из важнейших при благоустройстве города и страны.

Список используемых источников:

1. Алимов И., Хисматулин А. *Сосуды тайн: туалеты и урны в культурах народов мира*. Азбука. Петербургское востоковедение, 2002. 176 с.
2. Богданов И. А. *Unitas, или краткая история туалета. Культура повседневности. Новое литературное обозрение*. М., 2007. 192 с.
3. Набаров А. Большая нужда: Омску необходимы общественные туалеты // *Аргументы и факты*. 2012. № 23. 6 июня.
4. Илюхина О. *Общественный туалет и ваша безопасность*.
URL: http://www.tualet.ru /BASE /tua_obchestv_1.html

© 2016, Овчинникова Л.А.

Проектирование общественных туалетов в городской среде. Модульные конструкции

© 2016, Ovchinnikova L.A.

The design of public toilets in the urban environment. Modular designs

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.143

Поступила (Received): 04.06.2016

Петров А.И., Коломийцев А.Ю., Чумак Б.Б.
Интеллектуальный интернет-каталог
торгово-промышленных ресурсов

Petrov A.I., Kolomiytsev A.Yu., Chumak B.B.
Intelligent Internet-directory commercial industrial resources

В статье рассматривается проблема поиска информации в сети Интернет и ее решение на примере интернет-каталога торгово-промышленных ресурсов с использованием экспертной системы. В статье представлено описание разработанного для системы управления сайтом модуля «Экспертная система», его структура и принцип работы. Наконец, произведено сравнение процедур поиска в поисковой системе и в интернет-каталоге, использующем разработанный модуль

Ключевые слова: интернет-каталог торгово-промышленных ресурсов, экспертная система

The article deals with the problem of the searching information in the Internet and resolving its with example of internet catalog of shopping-industrial resources using expert system. The article describes the module "Expert system" developed for content management system, its structure and principles of operation. As a result, this article contains comparison search procedures in the search engine and in the internet catalog, uses developed module

Key words: online catalog shopping-industrial resources, expert system

Петров Алексей Иванович

Бакалавр

Московский технологический университет

г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Petrov Alexey Ivanovich

Bachelor

Moscow technological university

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Коломийцев Александр Юрьевич

Старший преподаватель

Московский технологический университет

г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Kolomiytsev Alexander Yurievich

Senior lecturer

Moscow technological university

Moscow, Vernadskogo ave., 78

Чумак Борис Борисович

Кандидат технических наук, доцент

Московский технологический университет

г. Москва, Проспект Вернадского, 78

Chumak Boris Borisovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Moscow technological university

Moscow, Vernadskogo ave., 78

В работе представлен разработанный информационно-аналитический интернет-каталог торгово-промышленных ресурсов имеющий аналитическую систему обработки запроса пользователя в виде экспертной системы для улучшения качества результирующей выборки торгово-промышленных ресурсов.

Количество веб-сайтов в интернете растет с большой скоростью. В одну секунду создается около 3-4 веб-сайтов, а общее количество сайтов превысило 1 миллиард. Динамика роста количества веб-сайтов приведена на рисунке 1.

Рис. 1. Динамика роста количества веб-сайтов с 2000 по 2015 год

Таким образом можно говорить об актуальности задачи создания информационно-аналитического интернет-каталога торгово-промышленных ресурсов, имеющего понятный, простой и удобный интерфейс пользователя, и также имеющего аналитическую систему обработки запроса пользователя для улучшения качества результирующей выборки торгово-промышленных ресурсов.

В интеллектуальном интернет-каталоге используется продукционная модель анализа запроса. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простой механизм логического вывода.

В работе реализован модуль «Экспертная система». Он служит основой для реализации одной из основных особенностей каталога – создания интеллектуального помощника для подбора торгово-промышленных ресурсов по запросу пользователя.

Модуль представляет из себя класс сущности «правило» базы знаний RuleTable, а также класс для непосредственной работы с экспертной системой Expert.

Основным методом класса Expert является статический метод analyse, который на вход принимает массив фактов, на основе которого формируется рабочая память.

Запуск работы модулей происходит в файле страницы. Для запуска аналитической обработки запроса пользователя была создана страница /catalog/search.php.

Страница представляет из себя php-скрипт, в котором происходит подключение модуля экспертной системы, обработка запроса, и, наконец, подключение компонента «Список элементов».

Для функционального анализа процесса обработки запроса пользователя. используется DFD (Data Flow Diagrams) – диаграмма потоков данных. Такой анализ процесса позволяет сделать требования процедур ясными и понятными на каждом уровне детализации основного процесса.

Использование базы знаний позволяет минимизировать время ответа на запрос пользователя.

Например, поисковый запрос «свадьба» в поисковой системе «Яндекс» выдает 144 млн. результатов. Огромную часть в этих запросах составляют сайты, используемые для рекламы других ресурсов. Другую часть этих результатов занимают информационные сайты, содержащие всевозможные статьи о свадьбе, о приметах, о традициях и т.д. И лишь малая часть из этих результатов будет полезна пользователю, желающему организовать свадьбу. На поиск действительно полезной информации по запросу в поисковой системе пользователь потратит уйму времени. А используя разработанный интернет каталог – считанные минуты! Однако это не весь выигрыш в эффективности. Ведь поисковая система выдает ссылки на другие ресурсы, на которые необходимо зайти, на которых необходимо разобраться, понять подходит ли он пользователю и если подходит, найти способ связаться, если нет, то перейти к другому. В разработанном интернет-каталоге сразу представляются карточки компаний, краткая информация о компании и контактная информация.

Список используемых источников:

1. Джозеф Джарратано, Гари Райли «Экспертные системы: принципы разработки и программирование». М.: Вильямс, 2006. 1152 стр.
2. Калянов Г.Н. Теория "Моделирование потоков данных (процессов)". 2004.
URL: <http://www.business-process.ru/designing/methodology/dfd/dfd.html>
3. Мэт Зандстра. PHP. Объекты, шаблоны и методики программирования. М.: Вильямс, 2011. 560 с.
4. Элизабет Фримен, Эрик Фримен, Кэти Сиерра, Берт Бейтс. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2013. 656 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.146

Поступила (Received): 15.06.2016

**Пономарева Г.В., Схляхо З.Ч.,
Багаманова А.И., Хрисониди В.А.
Разработка математических моделей расчета
гидратообразования в газопроводе**

**Ponomareva G.V., Shalyaho Z.Ch., Bagamanova A.I., Hrisonidi V.A.
Development of mathematical models of calculation of
hydrate formation in the pipeline**

В современных условиях себестоимость добычи и транспорта газа не является дешевым удовольствием, поэтому в целях минимизации себестоимости, актуальной становится задача совершенствования существующих и разработка новых методик раннего обнаружения участков гидратообразования, учитывающих по возможности комплексное влияние основных процессов протекающих при эксплуатации газопроводов

Ключевые слова: гидратообразование, газопровод, математические модели

In modern conditions the cost of gas production and transportation is not a cheap pleasure, so in order to minimize production costs, is becoming urgent task of improving existing and developing new techniques for early detection of sites of hydrate formation, taking into account the possible influence of the main complex processes occurring in the operation of gas pipelines

Key words: hydrating, pipeline, mathematical models

Пономарева Галина Викторовна

Старший преподаватель
Майкопский государственный технологический университет
Адыгея, пос. Яблоновский, ул. Связи, 11

Ponomareva Galina Victorovna

Senior Lecturer
Maikop state technological university
Adygea, vill. Yablonovsky, Svyazi st., 11

Схляхо Зарема Чатибовна

Кандидат философских наук, доцент
Майкопский государственный технологический университет
Адыгея, пос. Яблоновский, ул. Связи, 11

Shalyaho Zarema Chatibovna

Candidate of Philosophy Sciences, Associate Professor
Maikop state technological university
Adygea, vill. Yablonovsky, Svyazi st., 11

Багаманова Алина Ильнуровна

Студент
Майкопский государственный технологический университет
Адыгея, пос. Яблоновский, ул. Связи, 11

Bagamanova Alina Ilnurovna

Student
Maikop state technological university
Adygea, vill. Yablonovsky, Svyazi st., 11

Хрисониди Виталий Алексеевич

Старший преподаватель
Майкопский государственный технологический университет
Адыгея, пос. Яблоновский, ул. Связи, 11

Hrisonidi Vitali Alexeyvich

Senior Lecturer
Maikop state technological university
Adygea, vill. Yablonovsky, Svyazi st., 11

В целях минимизации себестоимости добычи и транспорта газа, актуальной задачей является, совершенствование существующих и разработка новых методик раннего обнаружения, участков начала конденсации влаги и гидратообразования, учитывающие по возможности комплексное влияние основных процессов протекающих при эксплуатации газопроводов.

К технологическим факторам, влияющим на образование гидратов, относят:

а) недостаточно тщательные продувки газопровода перед пуском;
б) отсутствие конденсатосборников и продувочных патрубков в пониженных местах газопровода или нерегулярное удаление из них скапливающейся жидкости;

в) недостаточную очистку газа до подачи его в магистральный газопровод.

Знать места возможного гидратообразования очень важно для своевременного их предупреждения. Эксплуатация промысловых газосборных сетей и магистральных газопроводов производится, как правило, в условиях турбулентного режима, когда жидкая вода, конденсирующая из газа и не отделенная в сепараторах, переносится газовым потоком в виде пленочной или мелкодисперсной капельной жидкостью. Поэтому почти вся жидкая вода, выпадающая из газового потока в определенных условиях, может переходить в гидраты. Для правильного определения места образования гидратов необходимо иметь следующие данные:

- состав газа, его плотность;
- изменение давления;
- изменение температуры;
- влажность газа.

Зная влажность и состав подаваемого газа, а так же зависимость этих параметров от давления и температуры, можно определить время начало образования гидратов, место и скорость накопления их в газопроводе. Это позволяет своевременно принять надлежащие меры.

Если точка росы лежит выше равновесной кривой гидратообразования, то гидраты образуются в точке пересечения линии изменения температуры в газопроводе с кривой равновесной температуры гидратообразования. Если точка росы лежит ниже равновесной кривой гидратообразования, но выше минимума температурной кривой в газопроводе, гидраты образуются в точке росы. В условиях, когда точка росы лежит ниже равновесной кривой гидратообразования и ниже кривой изменения температуры в газопроводе, гидратообразование невозможно [7].

При возникновении условий гидратообразования гидратная пробка быстро нарастает на данном участке газопровода по мере поступления воды и гидратообразователя. При этом происходит выделение паров воды из газа, что снижает упругость паров воды на определенную величину и ускоряет процесс образования локальной гидратной пробки [8].

Способы предупреждения образования гидратов: поддержание температуры потока газа выше температуры гидратообразования с помощью подогревателей, теплоизоляции трубопроводов; понижение температуры точки росы газа: уменьшением давления при транспорте газа (при этом наряду с понижением

температур точек росы снижается также температура начала образования гидратов); нейтрализацией воды, выпадающей в жидком виде; очисткой газа от паров воды – газоосушка [6, с 130].

Существующие методики предупреждения гидратообразования в системах сбора, промышленной подготовки и транспорта газа, как правило, не учитывают совместное проявление таких процессов, как течение газа в трубопроводе при наличии фазовых переходов, отложение твердой фазы на стенки трубопровода, теплообмен трубопровода с окружающей средой.

Модели эффективного определения зоны конденсации влаги должны быть достаточно просты и пригодны для возможной алгоритмизации.

Для реализации модели эффективного определения зоны конденсации влаги в магистральном газопроводе и технологических трубопроводах компрессорной станции, и достаточного количества метанола, вводимого в газопровод необходимы следующие исходные данные (табл. 1).

Таблица 1. Исходные данные для реализации модели и алгоритма

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Единицы измерения
1	Производительность газопровода	Q	Н*м ³ /сут
2	Диаметр трубопровода	D	мм
3	Начальное давление	p_1	МПа
4	Конечное давление	p_2	МПа
5	Начальная температура газа	T_n	°С
6	Температура окружающей среды	T^0	°С
7	Длина расчётного участка	L	м
8	Коэффициент Джоуля–Томсона;	μ	К/МПа
9	Абсолютная плотность газа;	ρ	кг/м ³
10	Температура точки росы	$T_{m.p.}$	°С
11	Теплоёмкость газа	C_p	Дж/К
12	Коэффициент теплопроводности	K	Вт/м ² *К

Источник: 1, с. 56

Для пояснения формирования модели приведем следующие рассуждения.

Начало зоны конденсации x_n в газопроводе при $T = T_{m.p.}$ определяется по формуле

$$x_n = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{\mu \cdot (p_1 - p_2) + (T_n - T_0) \cdot a \cdot L}{\mu \cdot (p_1 - p_2) + (T_{m.p.} - T_0) \cdot a \cdot L} \right], \quad (1)$$

Конец зоны конденсации x_k в газопроводе

$$x_k = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{(T_n - T_0) \cdot a \cdot L}{\mu \cdot (p_1 - p_2)} + 1 \right], \quad (2)$$

$$a = \frac{24 \cdot k \cdot \pi \cdot D}{\rho \cdot Q \cdot C_p}, \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи в окружающую среду; D – наружный диаметр газопровода; ρ – плотность газа; Q – объёмный расход газа, C_p – удельная теплоёмкость газа. [4, с. 13].

Температура начала конденсации паров воды из газа при температуре газа в газопроводе T , равной точке росы $T_{m.p.}$, определяют по формуле

$$T = T_0 + (T_n - T_0)e^{-ax} - \mu \frac{p_1 - p_2}{L} \cdot \frac{1 - e^{-ax}}{a}, \quad (4)$$

где T , T_0 – температура соответственно газа в газопроводе и окружающей среды (K); T_n – начальная температура газа (K); a – расчётный коэффициент; x – расстояние от начала газопровода до рассматриваемой точки (м); μ – коэффициент Джоуля–Томсона К/МПа, L – длина участка газопровода (м), p_1 – начальное давление, p_2 – конечное давление (МПа).

Для нормальной работы газопровода осушку газа необходимо проводить ниже температуры точки росы на 5 – 7 К. Толщину слоя образовавшегося в газопроводе гидрата можно определить по формулам:

– для точки росы от 273 до 243 К:

$$\delta = \left(m + \frac{n}{\lg p} \right) \cdot (T_0 - T_{m.p.}) \cdot \lg \frac{0,2785 \cdot T}{p} \quad (5)$$

– для точки росы от 233 до 223 К:

$$\delta = (m + n \cdot \lg p) \cdot (T_0 - T_{m.p.}) \quad (6)$$

где m и n – эмпирические коэффициенты которые зависят от давления P , температуры T и диаметра D .

Данные эквивалентности следует использовать, когда температура транспортируемого газа будет ниже точки росы [2, с. 62]. Влагосодержание газа определяется по формуле:

$$W = \frac{0,457}{1,42 \cdot P_{cp}} \cdot e^{0,0735t - 0,00027t^2} + 0,0418 \cdot e^{0,054t - 0,0002t^2} \quad (7)$$

где W – влагосодержание газа (г/м³), P_{cp} – среднее давление на рассматриваемом участке (МПа), t – температура на рассматриваемом участке газопровода (°C).

Среднее давление газа в газопроводе:

$$P_{cp} = \frac{2}{3} \left(p_1 + \frac{p_2^2}{p_1 + p_2} \right) \quad (8)$$

где p_1 – давление газа в начале участка (МПа), p_2 – давление газа в конце участка (МПа). [8 с.34]

Количество жидкой фазы, выделявшейся из газа:

$$G_{ж.в.} = W \cdot Q \quad (9)$$

Температуру образования гидрата $T_{гидр}$ определяются на основании среднего давления p_{cp} . Для определения изменения температуры ΔT используем формулу:

$$\Delta T = T_{\text{гидр}} - T_0 \quad (10)$$

где $T_{\text{гидр}}$ – температура гидратообразования (К), T_0 – температура окружающей среды (К).

Концентрация метанола в газе определяется по формуле:

$$K_{\text{м.г.}} = M_{\text{ж.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \quad (11)$$

где $M_{\text{ж.}}$ – содержание метанола в жидкости (%), $K_{\text{м.}}$ – отношение количества паров метанола к его содержанию в жидкости $K_{\text{м.}} = W/1,088$, (г/м³).

Количество метанола, насыщающего жидкость, определяют:

$$G_{\text{м.ж.}} = \frac{G_{\text{ж.в.}} \cdot M_{\text{ж.}}}{100 - M_{\text{ж.}}}, \quad (12)$$

где $G_{\text{м.ж.}}$ – количество жидкой фазы, выделившейся из газа (кг/сут).

Количество метанола, насыщающего газ:

$$G_{\text{м.г.}} = Q \cdot K_{\text{м.г.}} \quad (13)$$

где $K_{\text{м.г.}}$ – концентрация метанола в газе (г/м³)

Количество метанола, которое необходимо ввести в газопровод:

$$G_{\text{м.}} = G_{\text{м.ж.}} + G_{\text{м.г.}} \quad (14)$$

где $G_{\text{м.г.}}$ – количество метанола, насыщающего газ (кг/сут).

Удельный расход метанола:

$$q_{\text{м.}} = \frac{G_{\text{м.}}}{Q} \quad (15)$$

где $G_{\text{м.}}$ – количество метанола, вводимого в газопровод (кг/м³).

Данная методика позволяет определить температуру образования гидрата при заданных условиях, влагосодержание газа, количество жидкой фазы, выделившейся из газа, концентрацию метанола в газе, количество метанола, насыщающего газ, количество метанола, насыщающего жидкость, и удельный расход газа.

Полученные зависимости позволяют рассчитать влагосодержание газа для пускового периода магистрального газопровода и при условии, что значение точки россы газа по воде полученное по формуле 6 укладывается в параметры заданные ГОСТ 53763 – 2009.

Список используемых источников:

1. Паранук А.А. Программа мониторинга гидратообразования магистральных газопроводов при помощи штатных систем контроля GIDRAT 1.0 // Наука и техника в газовой промышленности. 2015. №3 (63). С. 55-57.
2. Паранук А.А. Хранение природного газа в гидратном состоянии в условиях крайнего севера // Технологии нефти и газа. 2015. №1 (96). С. 62-63.
3. Паранук А.А., Никулин А.В. Разработка программы для расчета влагоемкости газа в программе Борланд Делфи 7.0 // Экспозиция Нефть Газ. 2014. №1 (33). С. 49-50.
4. Паранук А.А. Разработка методов раннего обнаружения гидратообразования в магистральных газо-проводах и технологических трубопроводах компрессорных станций: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар. 2013.

5. Паранук А.А. Разработка алгоритма расчета гидратообразования в газопроводе на языке программирования Турбо Паскаль 7.1 // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2013. №2. С. 14-17.

© 2016, Пономарева Г.В., Схляхо З.Ч.,

Багаманова А.И., Хрисониди В.А.

Разработка математических моделей расчета
гидратообразования в газопроводе

© 2016, Ponomareva G.V., Shalyaho Z.Ch.,

Bagamanova A.I., Hrisonidi V.A.

Development of mathematical models of calculation
of hydrate formation in the pipeline

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.152

Поступила (Received): 22.06.2016

Попова К.В.**Механизм процесса осаждения защитных пленок SiO₂****Popova K.V.****Precipitation mechanism of SiO₂ protective films**

Настоящая работа посвящена разработке оптимизированного техпроцесса осаждения защитных пленок диоксида кремния. Рассмотрен механизм процесса плазмохимического осаждения защитных пленок диоксида кремния. Приведены особенности воздействия плазменного разряда на химические реакции. Произведен анализ оптимальных параметров процесса для равномерного осаждения

Ключевые слова: диэлектрик, осаждение, реактор, пленка, моносилан, разряд

Попова Кристина Владимировна

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)

г. Калуга, ул. Баженова, 2

This paper is devoted to the development of optimized process technology for the deposition of protective films of silicon dioxide. The mechanism of plasma-deposition of protective films of silicon dioxide is presented. The plasma discharge effects on chemical reactions was investigated. The results of optimization process for uniform deposition are presented

Key words: dielectric, deposition, reactor, film, monosilane, discharge

Popova Kristina Vladimirovna

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)

Kaluga, Bazhenov st., 2

Значительное место в технологическом процессе изготовления полупроводниковых приборов и ИМС занимают термические операции, с помощью которых формируют диэлектрические, монокристаллические и поликристаллические слои на поверхности полупроводниковых пластин, а также диффузионные слои в приповерхностной области.

Для получения заданных параметров этих слоев и обеспечения требуемых производительности, воспроизводимости и качества процессов необходимо выбирать оптимальные режимы термических операций, использовать автоматизированное управление процессами и контроль их параметров.

При формировании слоев применяют различные методы, оборудование и рабочие среды.

Диэлектрические слои получают термическим окислением и азотированием, а также пиролитическим и плазмохимическим осаждением (ПХО) [1].

Предметом данной работы является процесс осаждения защитных пленок SiO₂ в условиях низкотемпературной плазмы.

Благодаря низкой температуре и высокой скорости процесса осаждения, а также обеспечению таких свойств, как адгезия, низкая плотность сквозных де-

фектов, хорошее перекрытие ступенек рельефа, приемлемые электрические характеристики, пленки нитрида и диоксида кремния, полученные стимулированным плазмой осаждением, хорошо подходят для пассивации металлов с низкой температурой плавления, например алюминия. Они также могут использоваться в качестве планаризирующих покрытий при нанесении в толстых слоях, диэлектрического разделительного слоя в системах многоуровневой металлизации, промежуточного слоя в многослойных резистивных масках, применяемых в литографии с высоким разрешением. Все это делает данный метод очень заманчивым для изучения.

На сегодняшний день перед производством на АО «Восход»- КРЛЗ стоит задача освоения данного метода и подбор оптимальных параметров для получения более качественного защитного покрытия, с целью увеличить выход годных изделий и производительность.

Последние результаты в области стимулированного плазмой осаждения металлов и силицидов показали перспективность применения этих процессов для создания проводящих элементов СБИС [2].

При ПХО процесс разложения кремнийсодержащих соединений активизируется высокочастотным (ВЧ) разрядом, образующим в газовой среде при пониженном давлении низкотемпературную кислородную плазму.

Преимущество плазмохимических установок – высокая производительность и низкая температура процесса осаждения благодаря высокой химической активности газов-реагентов, которая стимулируется газовым разрядом, поэтому сам метод назван плазмохимическим.

Кроме температуры, состава газовой смеси, ее расхода, давления, геометрии реактора на скорость осаждения влияют ВЧ-мощность, напряжение и частота, геометрия электродов и расстояние между ними.

Механизм образования пленок при ПХО состоит из трех основных стадий: образования в зоне разряда радикалов и ионов, адсорбции их на поверхности пленки SiO_2 и перегруппировки (миграции) адсорбированных атомов. Перегруппировка адсорбированных поверхностью атомов и стабилизация их положения представляют важную стадию роста пленки.

Одновременно с образованием пленки происходит десорбция продуктов реакции с поверхности [1].

В качестве исходных реагентов при получении диоксида кремния обычно используется силан и закись азота или кислород:

Плазменные процессы позволяют не только улучшить свойства пленок, но и получить уникальные композиции с важными свойствами.

Прежде чем перейти к рассмотрению процессов ПХО пленок материалов, целесообразно рассмотреть специфику воздействия плазменного разряда на химические реакции. Обычно выделяют три эффекта воздействия плазмы низкого давления на процессы осаждения слоев из газовой фазы [3]:

1) Кинетический эффект, при котором происходит увеличение скорости протекания реакций. Воздействие плазмы открывает возможность для новых реакций, в которых участвуют радикалы, ионы и электроны. Разряд с низкой

плотностью тока $< 1 \text{ mA/cm}^2$, обычно достаточен для значительного увеличения скорости реакции.

2) Термодинамический эффект состоит в том, что в интенсивном плазменном разряде, с плотностью тока $> 100 \text{ mA/cm}^2$, преобладают обратные реакции с участием радикалов, присутствующих в газовой смеси [3]. При плазменном возбуждении реагентов равновесие системы сдвигается и слои осаждаются при меньших температурах.

3) Эффект воздействия плазмы на структуру материала. При осаждении тонких слоев в плазме подложки могут находиться либо под потенциалом, близким к потенциалу плазмы, либо при большом отрицательном смещении [3]. Воздействие плазмы на химическую реакцию состоит, с одной стороны, в ее ускорении, а с другой – во влиянии на структуру образующего слоя материала. Влияние плазмы на протекание процессов осаждения тонких слоев сводится не только к изменению механизмов протекания химических реакций в газовой фазе и на поверхности подложек, но и к изменению тех характеристик процесса, которые отвечают за профили концентрации реакционных частиц в объеме реактора, за равномерность и дефектность осаждаемых слоев.

Как уже было сказано, в настоящее время АО «Восход»- КРЛЗ только осваивает данный метод. Реализация происходит на установке осаждения «Изотрон 3-150». Она представляет собой вакуумируемую камеру с плоскопараллельными электродами, между которыми поддерживается ВЧ-разряд. Газы протекают в продольном направлении кварцевого реактора, при этом пластины расположены вертикально.

Преимуществом реакторов продольного типа с вертикальным расположением пластин рабочей поверхностью друг к другу являются большая загрузка пластин и снижение возможности образования порошка.

На данной установке можно получать пассивирующие слои оксида кремния, нитрида кремния и оксинитрида при температуре $200-500^\circ\text{C}$ [4].

Основными факторами, влияющими на скорость осаждения и равномерность пленки, являются ВЧ-мощность, расход газа и давление в камере.

За время подбора оптимальных параметров использовали их разные комбинации. Применялся интервал температуры $200-300^\circ\text{C}$, давление изменялось от 70 до 100 Па. Пробовали добавлять к моносилану с закисью азота кислород, но это не дало никакого эффекта. Также менялось соотношение моносилана к закиси азота: 1:2, 1:3, 1:3,5.

Процесс на АО «Восход»- КРЛЗ состоит из следующих операций.

Сформированная партия пластин перед загрузкой в реактор подвергается химической обработке.

Кассеты с подложками помещают на загрузчик, который затем перемещается в кварцевый реактор. Суммарное количество одновременно обрабатываемых подложек составляет 60 штук.

Основываясь на литературных источниках по получению пленок и проведенных исследованиях по осаждению оксида кремния плазмохимическим осаждением, установлены следующие значения:

1. Давление в реакционной камере в процессе осаждения составляет $\sim 80 \pm 0,5$ Па, что обеспечивает устойчивость тлеющего разряда.

2. Температурный режим $\sim 300^\circ\text{C}$.

3. Время осаждения пленки составляет 1 час. Предварительно реактор откачивают и выдерживают его в течение 30-40 мин для стабилизации температуры в рабочей зоне. Весь процесс длится около 4 часов.

4. Частота разряда 370 МГц.

Итак, производится откачка камеры на вакуум, продувка трубы нейтральным газом (азотом) и напуск реакционных газов, в качестве которых применяют соотношение моносилана к закиси азота как 1:3 (5%-й моносилан с аргонном и закись азота). В качестве основного окислителя используется закись азота так как она препятствует зародышеобразованию в газовой фазе и связанному с этим загрязнению подложки.

Высокочастотный блок подает напряжение между электродами и осуществляется ВЧ- разряд в струе реакционного газа, который возбуждает и нейтрализует частицы, осуществляя осаждение. Выращивается необходимая толщина диоксида кремния (0,8 мкм).

Система откачивается, продувается азотом и пластины выгружаются из рабочей камеры.

Травление для очистки реактора осуществляется тетрафторметаном (хладон 14, CF_4) и кислородом.

После выгрузки проводится оценка толщины защитной пленки и равномерность по пластине и по каналу.

Распределение толщины пленки по каналу "Изоплаз"

Рис. 1. График распределения толщины осажженного окисла по кассете

Был проведен анализ зависимости толщины пленки от расположения в кассете. При этом рабочее давление в камере и состав газовой смеси, оставались постоянными. Учитывалась толщина, замеренная в центре одной пластины из

каждой разрядной ячейки. Это обусловлено тем, что в ячейке наблюдается цветовая симметрия толщины слоя на подложках, фото представлено на рис. 1.

На графике видно, что толщина пленки возрастает к переднему фланцу реактора приблизительно по линейному закону. Разброс толщин по реактору от 77 сотых до 1 мкм. Допуск на толщину составляет 10 %, т. е. пленки от 72 до 88 сотых мкм являются подходящими.

Дальнейший подбор параметров позволит добиться равномерности толщины пленки по пластине и в реакторе, но пока это не достигнуто, поэтому преимущества данного метода в сравнении с применяющимся на АО «Восход»-КРЛЗ методом пиролитического осаждения не доказаны.

Список используемых источников:

1. Никифорова-Денисова С.Н., Любушкин Е.Н. Термические процессы. М.: Высшая школа, 1989. 96 с.
2. Айнспрук Н., Браун. Д. Плазменная технология в производстве СБИС. Монография. М.: МИР, 1987. 471 с.
3. Данилина Т.И., Кагадей В.А. Технология СБИС. Томск: ТУСУР, 2007. 287 с.
4. Черняев В.Н. Технология производства ИМС и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987. 376 с.

© 2016, Попова К.В.

Механизм процесса осаждения защитных пленок
SiO₂

© 2016, Popova K.V.

Precipitation mechanism of SiO₂ protective films

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.157

Поступила (Received): 24.06.2016

Савченко А.В., Шмат Р.А., Некрасов А.С. Анализ современных автоматизированных электроприводов для подъемно- транспортных механизмов

**Savchenko A.V., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
The analysis of modern automated electric drives for
lifting and transport mechanisms**

В статье рассмотрены существующие способы демпфирования качаний гибкоподвешенного груза в грузоподъемных кранах. Выполнен сравнительный обзор современных преобразователей частоты для реализации электромеханических систем горизонтального перемещения подъемно-транспортных механизмов

Ключевые слова: электропривод, грузоподъемный кран, демпфирование, преобразователь частоты

This article discusses different ways of load sway damping in cranes. A comparative overview of current frequency converters was performed for the implementation of electromechanical horizontal movement systems of lifting and transport mechanisms

Key words: electric drive, crane, damping, frequency converter

Савченко Александр Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Savchenko Aleksandr Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Шмат Руслан Александрович

Студент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Shmat Ruslan Aleksandrovich

Student
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Некрасов Александр Сергеевич

Студент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Nekrasov Aleksandr Sergeevich

Student
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Современные технологические процессы часто требуют использования подъемно-транспортных механизмов (ПТМ), в частности, грузоподъемных кранов (ГК), которые получили широкое распространение в различных отраслях промышленности, в строительстве и на транспорте. В ГК перемещение груза осуществляется с использованием гибкого подвеса (стального каната), наличие

которого в кинематической цепи приводит к возникновению качаний подвешенной массы при пуске и торможении приводных механизмов.

Качания подвешенного груза приводят к увеличению нагрузки на привод и конструкцию ГК и мешают работе оператора, так как затрудняют точность отработки требуемых траекторий движения и позиционирования перемещаемого груза, что снижает производительность. Особенно неблагоприятным является раскачивание ковшей с расплавленным металлом, перемещение которых осуществляется металлургическими и литейными кранами. Поэтому уменьшение раскачиваний подвешенных масс является важной и актуальной задачей.

В настоящее время применяемые в ГК способы уменьшения качаний гибкоподвешенного груза можно разделить на три основные группы: 1) основанные на ручном управлении; 2) реализуемые с применением специальных механических устройств; 3) реализуемые с применением систем автоматического успокоения груза.

В первом случае при ручном управлении необходимо определенным образом маневрировать приводными механизмами, что делает работу оператора напряженной и приводит к его быстрой утомляемости. Во втором случае для предотвращения раскачиваний груза применяется так называемая пространственная запасовка каната, как правило, в виде буквы «Y», которая обеспечивает наибольшую жесткость подвеса в направлении движения груза. Однако это приводит к существенному усложнению конструкции крепления груза и увеличению инерционности приводных механизмов.

Особенностью применения систем уменьшения раскачиваний груза в ГК является обеспечение плавного протекания переходных процессов благодаря использованию регулируемых электроприводов [1]. В этом случае система управления способна формировать определенные законы управления движением приводных механизмов как функция ускорения от времени или благодаря применению обратных связей по углу отклонения канатного подвеса от вертикали. Такой подход к ограничению качаний перемещаемого груза облегчает работу оператора и не требует усложнения конструкции, что делает разработку и применение регулируемых электроприводов в ГК для уменьшения качаний гибкоподвешенного груза востребованными и целесообразными.

На сегодняшний день типовым решением для реализации электроприводов грузоподъемных механизмов является применение асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором. Достоинствами использования АД является низкая стоимость, высокая надёжность и долговечной безремонтной эксплуатации, что достигается, главным образом, благодаря отсутствию щеточно-коллекторного узла и простоте конструкции. Именно по этим причинам асинхронные электродвигатели в последнее время настолько активно стали использовать в промышленности. Однако в качестве недостатка следует отметить сложность регулирования скорости вращения ротора электродвигателя (АД).

Для обеспечения требуемого диапазона регулирования скорости АД целесообразно использовать преобразователь частоты (ПЧ), что позволит достигнуть повышенной управляемости привода, а также улучшить его энергетические и весовые показатели. Применительно к грузоподъемным кранам

использование ПЧ позволит снижать до требуемых значений пусковые токи, предохранять механизмы кинематической цепи от ударных нагрузок и защищать ЭД от повреждений при коротком замыкании, а также обеспечивать работу в условиях пониженного напряжения.

Выполненный анализ показал, что для крана мостового опорного грузоподъемностью 10 тонн, основные технические характеристики которого определены согласно ГОСТ 22045-89, установленная мощность ЭД подъемного механизма составляет 2х7,5 кВт, механизма перемещений тележки – 2х0,37 кВт, моста – 4х0,37 кВт. При этом необходимо учитывать, что на практике мощность преобразователя частоты выбирается из соотношения:

$$P_{\text{Дном}} \leq 0,75 \cdot P_{\text{ПЧном}},$$

где $P_{\text{Дном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, $P_{\text{ПЧном}}$ – номинальная мощность преобразователя частоты.

Таким образом, для реализации системы управления горизонтальными перемещениями тележки и моста, в которых используются АД мощность по 0,37 кВт, необходимо выбрать ПЧ мощностью не менее 0,5 кВт.

Сравнительный обзор преобразователей частоты наиболее распространенных фирм производителей для реализации электроприводов горизонтальных перемещений тележки и моста приведен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный обзор преобразователей частоты

Параметры	Модель ПЧ			
	VLT Micro Drive FC-051	E2-MINI S1L	ALTIVAR 12 (ATV12)	FR-D720S-042SC-EC
Фирмы производитель	Danfoss	БЕСПЕР	Schneider Electric	Mitsubishi
Страна производитель	Дания	Россия	Франция	Япония
Мощность преобразователя, кВт	0,75	1	0,75	0,75
Напряжение питания, В	200-240	200-240	200-240	200-240
Диапазон регулирования, Гц	0 – 200	1 – 200	0,5 – 400	0,5 – 400
Перегрузочная способность, %	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты
Номинальный ток, А	4,2	4,2	4,8	4.2
Кол-во входов:				
- аналоговых	2	1	1	2
- дискретных	5	4	4	5
Кол-во выходов:				
- аналоговых	1	-	1	1
- дискретных	1	1	1	1
Интерфейсы передачи данных	RS-485	-	RS-485	RS-485
Гарантийный срок, мес.	24	36	24	12
Цена, рублей	8 500	8 400	11 961	12 136

Согласно таблице 1 ПЧ фирмы ВЕСПЕР [2] и Danfoss [3] имеют наименьшую стоимость, при этом ВЕСПЕР обладает большим запасом по мощности по сравнению с другими. ПЧ фирмы Schneider Electric [4] и Mitsubishi [5] позволяют реализовать более широкий диапазон регулирования частоты выходного напряжения, при этом Schneider Electric способен работать при большем значении номинального тока. Количество аналоговых и дискретных входов и выходов у ПЧ фирмы ВЕСПЕР совпадает с Schneider Electric, а у Danfoss – с Mitsubishi. При этом все преобразователи, кроме ПЧ фирмы ВЕСПЕР, имеют интерфейс передачи данных RS-485.

Таким образом, выполненный анализ показал, что для реализации привода горизонтальных перемещений тележки и моста целесообразно выбрать ПЧ фирмы Danfoss модель VLT Micro Drive FC-051, так как он обладает наименьшей стоимостью и большим количеством функциональных входов и выходов, что обеспечивает наилучшее соотношение его цены и качества.

Список используемых источников:

1. Савченко А.В., Пятибратов Г.Я. Исследование на ПЭВМ автоматизированных систем подчиненного управления электроприводов с учетом упругости механических передач. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. 24 с.
2. Данфосс Россия. URL: <http://www.danfoss.ru/home>
3. Компания «Веспер». URL: <http://www.vesper.ru/catalog>
4. Schneider Electric – Россия. URL: <http://www.schneider-electric.ru/ru/all-products>
5. Mitsubishi Electric – Продукция. URL: <http://www.mitsubishielectric.ru/products>

© 2016, Савченко А.В., Шмат Р.А., Некрасов А.С.
Анализ современных автоматизированных
электроприводов для подъемно-транспортных
механизмов

© 2016, Savchenko A.V., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
The analysis of modern automated electric drives for
lifting and transport mechanisms

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.161

Поступила (Received): 15.06.2016

Соловьева П.С., Бондин И.В.
Применение современных информационных технологий в бизнесе и управлении

Soloveva P.S., Bondin I.V.
The use of modern information technology in business and management

Актуальностью данной темы является развитие информационных технологий и их внедрение в различные сферы деятельности. В современном мире, где технологии с каждым годом выходят на новый уровень, их использование в бизнесе и управлении является главным шагом к решению различных задач и вопросов

Ключевые слова: технологии, бизнес, управление

Relevance of the topic is the development of information technologies and their implementation in the various spheres of activity. In today's world, where every year the technology to a new level, their use in business and management is a major step towards the solution of various problems and issues

Key words: technology, business, management

Соловьева Полина Сергеевна

Студент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
 г. Самара, Московское ш., 77

Soloveva Polina Sergeevna

Student

Volga state university of telecommunications and informatics
 Samara, Moskovskoe sh., 77

Бондин Игорь Вячеславович

Студент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
 г. Самара, Московское ш., 77

Bondin Igor Vyacheslavovich

Student

Volga state university of telecommunications and informatics
 Samara, Moskovskoe sh., 77

Научный руководитель:
 Салмин А.А.

Информационные технологии стали неотъемлемой частью организаций и предприятий, которая помогает с организационными вопросами. Также информационные технологии и системы нашли применение в управленческой деятельности. Преимущества применения компьютерных технологий на современном этапе связаны с тем, что они играют в бизнесе и управлении важную роль, и основаны на достижениях телекоммуникационных технологий и распределённой обработке информации. Цель информационных систем не просто увеличение эффективности обработки данных и помощь управленцу, а создание высокоэффективного производства и управления им.

Существует множество определений, истолковывающих понятие «информационные технологии». Рассмотрим одно из них, подходящее рассматриваемой нами проблеме.

В бизнесе информационные технологии понимаются как средство организации работы по сбору и обработке информации в интересах данной сферы бизнеса. Иными словами – это совокупность программ, имеющих комплекс мер по созданию системы сбора, обработки, хранения и передачи потребителям необходимой информации. Из собранной информации необходимо получить принципиально новую информацию путем переработки, что также является одной из целей использования ИТ в бизнесе и управлении.

Основными критериями успеха в бизнесе стали профессиональное управление, умение обеспечить эффективную работу персонала, правильно идентифицировать, проектировать, реализовывать и совершенствовать бизнес-процессы, эффективно вести организационно-административную и хозяйственную деятельность. В этих условиях современные информационные технологии и создаваемые на их основе интегрированные информационные системы становятся незаменимым инструментом в обеспечении достижения стратегических целей и устойчивого развития компаний и организаций.

Международный бизнес во многом полагается именно на фактор информационных технологий в популяризации своей продукции за границей. Влияние информационных технологий на рекламу было стремительным и фундаментальным. В первую очередь именно благодаря фактору информационных технологий, реинжиниринг предприятия и реструктуризация маркетинга проходит согласно современным требованиям. Также заслуга информационных технологий заключается в том, что маркетологи получают гораздо более богатую базу для поиска потребностей потенциальных клиентов, их предпочтений и пожеланий.

Применяемые технологии должны помочь компании выстоять в конкурентной борьбе и получить преимущество, а также оказывать помощь в процессах управления и различной обработке данных.

Целью информационной технологии управления является удовлетворение информационных потребностей всех сотрудников компании, имеющих дело с принятием решений. Она может быть полезна на любом уровне управления.

Стратегическая цель информационных технологий – способствовать менеджменту, реагировать на динамику рынка, создавать, поддерживать, углублять конкурентное преимущество. Тщательно подобранная и наилучшим способом внедренная технология позволяет достичь радикальных результатов в реинжиниринге.

Существуют три категории изменений, которые обеспечивают использование информационных технологий.

1. Изменения, позволяющие улучшить временные характеристики процессов без модификации их содержания. Такие изменения позволят автоматизировать работу, сократить ручной труд, выполнять анализ данных новыми методами, применение которых вручную просто невозможно.

2. Изменения, охватывающие случаи реорганизации последовательности шагов по выполнению задач в бизнес-процессе.

3. Изменения, которые позволяют осуществить контроль каждого конкретного экземпляра процесса и выявить места, где он наталкивается на какие-либо проблемы.

Основные направления использования информационных технологий в современном бизнесе:

- Автоматизация документооборота;
- Коммуникации;
- Управление технологией любого вида производства;
- Автоматизация бухгалтерского учета и планирования;
- Разработка систем принятия решений;
- Автоматизация банковских операций.

Информационные технологии в настоящее время можно классифицировать таким признакам, как реализация в информационной системе, степень охвата задач управления, классы реализуемых технологических операций, тип пользовательского интерфейса, варианты использования сети ЭВМ, обслуживаемая предметная область.

Систему, реализующую функции управления, называют системой управления. Важнейшими функциями, реализуемыми этой системой, являются планирование, прогнозирование, учет, анализ, контроль и регулирование.

Управление связано с обменом информацией между компонентами системы, а также системы с окружающей средой. В процессе управления получают сведения о состоянии системы в каждый момент времени, о достижении (или не достижении) заданной цели с тем, чтобы воздействовать на систему и обеспечить выполнение управленческих решений.

Информационная технология управления идеально подходит для удовлетворения сходных информационных потребностей работников и различных функциональных подсистем или уровней управления предприятием. Поставляемая ими информация содержит сведения о прошлом, настоящем и вероятном будущем предприятия. Эта информация имеет вид регулярных или специальных управленческих отчетов.

Научный базис информационных технологий основан на интеграции кибернетики, информатики и современных методов административного управления. **Основными принципами использования информационных технологий управления** являются следующие:

1. Принцип оперативного управления (управление в реальном времени).

2. Принцип сквозного управления (информационная поддержка полного цикла управления, включая сбор и анализ информации о состоянии объекта управления, моделирование и прогнозирование его состояния, планирование управляющих воздействий, непосредственная поддержка принятия решений по их реализации, доведение решений до исполнителей, контроль исполнения).

3. Принцип адаптивного управления, обеспечивающий динамическую адаптацию технологии управления с учетом изменения воздействия внешней и внутренней среды.

4. Принцип сетевого управления, позволяющий реализовать взаимодействие "вертикальных" и "горизонтальных" линий коммуникации и потоков деятельности предприятия.

Предприятие, которое использует информационные системы для достижения непосредственно самого факта управления выбором потребителя заведомо находится в выигрышном положении. Тот, кто добился управления выбором покупателя получает возможность увеличить объем сбыта и повысить доход. Презентация новшеств собственного бизнеса напрямую потребителю посредством информационных технологий дает возможность высветлить исключительно позитивные стороны предприятия.

Ученые и практики затратили большие усилия, чтобы построить совершенную иерархию управления, однако, сейчас они зачастую готовы отказаться от традиционных иерархических структур. Среди новых организационных моделей можно выделить матричную, сетевую, проектную – и это далеко не полный перечень известных типов.

Наиболее провокационное влияние информационные системы оказывают именно на сферу маркетинга. Особенность информационных процессов заключается в том, что предприниматель получает возможность охватить как можно большее количество потенциальных покупателей. Если несколькими годами ранее потенциальная категория клиентов, которые получали бы сведения о предприятии посредством информационных процессов, была небольшой, то в условиях современной популяризации сетей, она по-настоящему огромна.

По мере того, как руководители пытались найти решение проблемы формирования эффективных организационных структур, они осознавали, в какой степени современные информационные технологии управления позволяют им справляться с требованием обработки возрастающих объемов информации, неотъемлемо присущих новым организационным моделям. Сейчас вряд ли можно найти, фирму или предприятие, которое не ориентировалось бы на динамичную и неопределенную среду. На сегодняшний день практически любая фирма претерпевает существенные организационные перемены.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.165

Поступила (Received): 24.06.2016

Степанова Е.Б., Валиев М.В., Трусов А.В. **Подходы к выбору технологии тестирования в** **распределенных информационных системах** **федерального уровня**

Stepanova E.B., Valiev M.V., Trusov A.V.
Testing technology for distributed information systems

Рассмотрены процедуры тестирования при модификации распределенных информационных систем федерального уровня, в которых присутствуют различные контуры сбора, хранения и обработки данных. Проведен анализ производительности аппаратной платформы интеграционных распределенных систем, сформулированы рекомендации по выбору технологии тестирования

Ключевые слова: распределенные системы, интеграция, тестирование

The distributed information systems and their components with data aggregation, storage and processing techniques are analyzed to approve the test maintaining. Hardware performance and performance testing are described. New program elements developed as solution approach

Key words: distributed systems, integration, testing

Степанова Елена Борисовна

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, доцент
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Stepanova Elena Borisovna

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye ave., 31

Валиев Михаил Валерьевич

Бакалавр
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Valiev Mikhail Valeryevich

Bachelor
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye ave., 31

Трусов Алексей Викторович

Старший преподаватель
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Trusov Aleksey Viktorovich

Senior lecturer
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye ave., 31

В распределенных информационных системах федерального уровня присутствуют различные контуры сбора, хранения и обработки данных, причем для обеспечения деятельности участников процессов необходимо на каждом

объекте, подключенном к системе, проводить настройку, включать новые функции и модули [1, с. 441].

В ситуации, когда система в целом построена на платформе с оригинальным ядром, и зачастую нет сведений о полном коде комплекса, тестирование становится одной из важнейших процедур [2, с. 395].

Развитие и модификация распределенной информационной системы Сбербанка России требует взвешенного, обоснованного подхода к проектированию и реализации методики тестирования корпоративной сервисной шины (КСШ). Одной из целей тестирования является оценка производительности аппаратной платформы КСШ [3, с. 154].

КСШ обеспечивает взаимодействие всех автоматизированных систем через точки, которые, при необходимости, выполняют транзакции, преобразование данных, сохранность обращений.

Корпоративная Сервисная Шина ПАО «Сбербанк России» построена на интеграционной платформе IBM WebSphere Message Broker и IBM WebSphere MQ, впервые внедренной в России.

Каждое из приложений должно быть подключено к КСШ через тип порта, соответствующий его форматам и протоколам, а также внутри шины должно происходить преобразование сообщений из одного формата в другой. Зачастую для этого используется промежуточный внутренний формат. Это позволяет определять только преобразования из всех необходимых форматов во внутренний и наоборот, а не для каждого двух форматов попарно.

Обработка данных производится на всех этапах передачи сообщений через КСШ. В зависимости от требований конкретной интеграционной задачи выполняется: преобразование формата сообщений, агрегация данных, проверка сообщений на соответствие требуемой схеме, а также другие задачи по обработке данных.

На шаге измерения производительности в текущей реализации КСШ имеются проблемы, связанные с тем фактом, что концепция КСШ является относительно новой и малоизученной.

Недооценка требований к аппаратной платформе становится причиной таких последствий, как серьезные изменения в архитектуре проекта, увеличение трудозатрат на работу с оптимизацией системы в течение разработки и развертывания системы или просто закупку дополнительного оборудования.

Если же требования к аппаратной платформе переоценить, то цена проекта может оказаться завышенной.

При оценке производительности время ответа можно использовать для того, чтобы определить, удовлетворяет ли сервис требованиям к производительности или нет.

Время ответа – это случайная величина. Соответственно обработка сервисом запросов представляет собой стохастический процесс, характеризующийся следующими факторами:

- разница во времени ответа между двумя любыми запросами не зависит от разницы во времени ответа между любыми другими двумя запросами;

- клиент получает ответы, если запросы обработаны сервисом вовремя, или получает сообщение об исключении, если время ожидания ответа истекло;
- возможно, что у сервиса есть несколько экземпляров, дублирующих функционал и распределяющих запросы между собой;
- поскольку сервис находится в среде, имеющей конечный буфер, количество запросов, ожидающих обработки ограничено. Это значит, что, если очередь запросов полностью заполнится, новые запросы будут потеряны.

Для описания модели обработки сервисом запросов применена теория массового обслуживания. Показано, что в случае, если сервис приходит в устойчивое состояние, количество ожидающих запросов, время ожидания, и время пребывания в системе станут стабильными величинами.

Более того, распределение этих величин не будет зависеть от времени. То есть в любой момент времени эти величины одинаковы.

Кроме того, нагрузочное тестирование помогает определиться с максимальными производительными возможностями приложения или выделить элемент, являющийся причиной деградации системы.

В качестве инструмента для проведения нагрузочного тестирования в данной работе был разработан специальный программный модуль, способный имитировать высокие нагрузки со стороны внешних систем.

Разработанное программное обеспечение для проведения нагрузочного тестирования, позволяет создать высокую нагрузку, симулирующую высокую активность интегрируемых систем.

Проведено нагрузочное тестирование при различных конфигурациях компонентов шины. Исследовано поведение распределенной системы в зависимости от расположения компонентов и возложенных на эти компоненты задач.

Таким образом, показано, что метод раннего нагрузочного тестирования в принципе позволяет определить производительность аппаратной платформы КСШ. При оценке производительности КСШ, главным является то, что шина должна находиться под высокой нагрузкой.

Проведено исследование стрессового тестирования, то есть ситуации, когда наблюдается повышение интенсивности выполнения операций до очень высоких значений или аварийное изменение конфигурации сервера. При стрессовом тестировании выполнена оценка деградации производительности.

Рассмотрена процедура объемного тестирования, которая дает возможность оценить производительность при увеличении объемов данных в базе данных приложения. При этом происходит сбор следующей информации:

- измерение времени выполнения выбранных операций при определенных интенсивностях выполнения этих операций;
- а также может производиться определение количества пользователей, одновременно работающих с приложением.

Проанализирована процедура тестирования стабильности (надежности), в ходе которой выполняется проверка работоспособности приложения при длительном тестировании со средним уровнем нагрузки. Оценивались такие параметры системы, как отсутствие утечек памяти и количество перезапусков серверов под нагрузкой.

Предложенная методика оценки производительности аппаратного обеспечения позволит определять потребность проекта в производительности оборудования и планировать затраты в этой сфере на ранних этапах.

Список используемых источников:

1. Степанова Е.Б., Видякин Б.А. Управление TOGAF-ASAP: интегрированный подход к формированию архитектуры предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2013. №4. С. 435-442.
2. Степанова Е.Б., Левченко А.А. Оптимизация потоков данных и определение параметров нагрузки при внедрении систем класса ERP // Аудит и финансовый анализ. 2014. №5. С. 392-397.
3. Марков А.С., Цирлов В.Л., Барабанов А.В. Методы оценки несоответствия средств защиты информации. М.: Радио и связь, 2012. 192 с.

© 2016, Степанова Е.Б., Валиев М.В., Трусов А.В.
Подходы к выбору технологии тестирования в
распределенных информационных системах
федерального уровня

© 2016, Stepanova E.B., Valiev M.V., Trusov A.V.
Testing technology for distributed information
systems

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.169

Поступила (Received): 24.06.2016

Тихонова Л.С.
Проектирование звукоизоляции
ограждающих конструкций

Tikhonova L.S.
Planning of sound-proofing of non-load-bearing constructions

Приведена разработанная методика расчета звукоизоляции ограждающей конструкции на этапе выполнения проектных работ.

Предлагаемая методика апробирована на примере расчета перегородок из газобетонных блоков, облицованных с обеих сторон гипроком

Ключевые слова: расчет, звукоизоляция, конструкция, газобетон

Тихонова Людмила Сергеевна

Кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, кафедра радиотехники и информационных технологий

СПб, ул. Правды, 13

The developed method of calculation of sound-proofing of non-load-bearing construction is resulted on the stage of implementation of project works. The offered method is approved on the examples of calculation of sound-proofing of two variants of non-load-bearing constructions from gazobetonnykh blocks, facings on either side giprokom

Key words: calculation, sound-proofing, construction, aerocrete

Tikhonova Ludmila Sergeevna

Candidate of Technical Science, Associate Professor

St. Petersburg state institute of film and television

St. Petersburg, Pravdi st., 13

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий производственных предприятий являются индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w , дБ, и индекс приведенного уровня ударного шума L_{nw} , дБ (для перекрытий). Нормативные значения этих индексов приводятся в зависимости от категории зданий. Категория здания определяется техническим заданием на проектирование. Остановимся на расчете такого нормируемого параметра ограждающей конструкции как индекс изоляции воздушного шума R_w .

Определение индекса изоляции воздушного шума наружных ограждений

Индекс R_w ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, приведенной в [1].

Для определения индекса R_w необходимо определить сумму неблагоприятных отклонений данной частотной характеристики от оценочной кривой.

Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой. Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса R_w составляет 52 дБ. Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину. Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной оценочной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса R_w принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Расчет звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций

Индекс R_w однослойных ограждающих конструкций, двухслойных глухих остеклений и перегородок, а также двухслойных глухих остеклений и перегородок, выполненных в виде двух облицовок по каркасу с воздушным промежутком, следует определять на основании рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума.

Индекс R_w перекрытий с полом по упругому основанию и индекс L_{nw} под перекрытиями определяется непосредственно (без построения расчетных частотных характеристик). Допускается при ориентировочных расчетах определять индекс R_w однослойных массивных ограждающих конструкций (с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м²) непосредственно без построения расчетной частотной характеристики изоляции воздушного шума.

Частотную характеристику индекса R_w однослойной плоской ограждающей конструкции сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 800 кг/м² из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD [1]. На рис. 1 она названа оценочной кривой.

Абсциссу точки В – f_B следует определять по [1, таблица 8] в зависимости от толщины и плотности материала конструкции. Значение f_B следует округлять до среднегеометрической частоты, в пределах которой находится f_B . Границы третьоктавных полос приведены в [1, таблица 9].

Ординату точки В – R_B следует определять в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности m_{Σ} по формуле

$$R_B = 20 \lg m_{\Sigma} - 12, \text{ дБ.}$$

Эквивалентная поверхностная плотность m_{Σ} определяется по формуле

$$m_{\Sigma} = K_m, \text{ кг/м}^2,$$

где m – поверхностная плотность, кг/м² (для ребристых конструкций принимается без учета ребер);

Рис. 1. Частотная характеристика индекса R_w перегородки и оценочная кривая

K – коэффициент, учитывающий относительное увеличение изгибной жесткости ограждения из бетонов на легких заполнителях, поризованных бетонов и т.п. по отношению к конструкциям тяжелого бетона с той же поверхностной плотностью.

Индекс R_w однослойных ограждающих конструкций, а также двухслойных глухих остеклений и перегородок, выполненных в виде двух облицовок по каркасу с воздушным промежутком, определяется на основании рассчитанной частотной характеристики индекса R_w .

Рассмотрим методику расчета при проектировании ограждающих конструкций на примерах расчета перегородок из газобетонных блоков, облицованных с обеих сторон гипроком.

ВАРИАНТ 1. Конструкция перегородки представляет собой кладку газобетонных блоков толщиной $h=100$ мм, $\gamma=500$ кг/м³, $K=1,7$ облицованную гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на отnose 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20$ кг/м³) с двух сторон.

Расчет производим в соответствии с [1, 2].

1. Определяем частотную характеристику индекса R_w фрагмента кладки стены из газобетонных блоков согласно [1].

1.1. Находим частоту, соответствующую точке В

$$f_B = 40000/h,$$

где h – толщина слоя материала, мм;

$$f_B = 40000/100 = 400 \text{ Гц}.$$

1.2. Определяем поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m = \gamma h,$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

h – толщина слоя материала, м.

$$m = 500 \times 0,1 = 50 \text{ кг/м}^2.$$

1.3. Определяем эквивалентную поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m_э = K_m = 1,7 \times 50 = 85 \text{ кг/м}^2.$$

1.4. Определяем ординату точки В

$$R_B = 20 \lg m_э - 12 = 20 \lg 85 - 12 = 26,5 \text{ дБ.}$$

1.5. Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой 65 дБ (см. рис.1).

В нормируемом диапазоне частот рассчитанные значения изоляции воздушного шума стеной из газобетонных блоков представлены в табл. 1.

Таблица 1

f, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R, дБ	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	28,5	30,3	32,5	34,5	36,5	38,5	40,5	42,5	44,5

2. Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на основе 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20 \text{ кг/м}^3$) с двух сторон в зависимости от величин

$$m = m_1/m_4 \text{ и } \beta = m ((c_1 \cdot h_1)/(c_4 \cdot h_4))^{3/2},$$

где m_1 – поверхностная плотность несущей части перекрытия в кг/м^2 ;

m_4 – поверхностная плотность поперечной стены или перегородки в кг/м^2 ;

c_1, c_4 – скорость продольных волн соответственно в несущей части перекрытия и поперечной стене или перегородке в м/с;

h_1, h_4 – толщины соответственно несущей части перекрытия и поперечной стены или перегородки в м.

$$m = 400/85 = 4,7 \quad \beta = 4,7 ((3700 \cdot 0,16)/(2300 \cdot 0,1))^{3/2} = 19,4.$$

Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами на основе с двух сторон согласно методом интерполяции – $\Delta R=18 \text{ дБ}$.

3. Определяем частотную характеристику индекса R_w всей конструкции перегородки путем прибавления к частотной характеристике индекса R_w стены из газобетонных блоков выше рассчитанной поправки на облицовку гипсокартонными плитами на основе с двух сторон. В нормируемом диапазоне частот рассчитанные значения изоляции всей конструкцией перегородки представлены в табл. 2.

4. Определяем индекс R_w согласно [2], путем сопоставления рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума с оценочной кривой (см. рис.1)

$$R_w = 52 \text{ дБ.}$$

Таблица 2

R, дБ	f, Гц
45,0	100
45,0	125
45,0	160
45,0	200
45,0	250
45,0	315
45,0	400
47,0	500
49,0	630
51,0	800
53,0	1000
55,0	1250
57,0	1600
59,0	2000
61,0	2500
63,0	3150

На рис.1 пунктиром показана расчетная частотная характеристика индекса R_w перегородки из газобетонных блоков толщиной 100 мм.

ВАРИАНТ 2. Конструкция перегородки представляет собой кладку из газобетонных блоков толщиной $h=150$ мм, $\gamma=500$ кг/м³, $K=1,7$ облицованную гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на отnose 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20$ кг/м³) с двух сторон.

Расчет производим в соответствии с [1, 2].

1. Определяем частотную характеристику индекса R_w фрагмента кладки стены из газобетонных блоков [2].

1.1. Находим частоту, соответствующую точке В

$$f_B = 40000/h,$$

где h – толщина слоя материала, мм;

$$f_B = 40000/150 = 267 \approx 250 \text{ Гц}.$$

1.2. Определяем поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m = \gamma h,$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

h – толщина слоя материала, м;

$$m = 500 \times 0,15 = 75 \text{ кг/м}^2.$$

1.3. Определяем эквивалентную поверхностную плотность стены из газобетонных блоков

$$m_{\Sigma} = Km = 1,7 \times 75 = 127,5 \text{ кг/м}^2.$$

1.4. Определяем ординату точки В

$$R_B = 20 \lg m_{\Sigma} - 12 = 20 \lg 127,5 - 12 = 30 \text{ дБ}.$$

1.5. Из точки В влево проводим горизонтальный отрезок ВА, а в право от точки В – отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой 65 дБ (см. рис. 2).

В нормируемом диапазоне частот значения индекса R_w стены из газобетонных блоков представлены в табл.3.

Таблица 3

R, дБ	f, Гц
30,0	100
30,0	125
30,0	160
30,0	200
30,0	250
32,0	315
34,0	400
36,0	500
38,0	630
40,0	800
42,0	1000
44,0	1250
46,0	1600
48,0	2000
50,0	2500
52,0	3150

Рис. 2. Частотная характеристика индекса R_w перегородки и оценочная кривая

2. Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами толщиной 24 мм на основе 50 мм с 50% заполнением минеральной ватой URSA П20 ($\gamma=20 \text{ кг/м}^3$) с двух сторон в зависимости от величин

$$m = m_1/m_4 = 400/127,5 = 3,1 \text{ и}$$

$$\beta = m ((c_1 \cdot h_1)/(c_4 \cdot h_4))^{3/2} = 3,1 ((3700 \cdot 0,16)/(2300 \cdot 0,15))^{3/2} = 7.$$

Определяем поправку на облицовку стены из газобетонных блоков гипсокартонными плитами на основе с двух сторон методом интерполяции

$$\Delta R = 14,5 \text{ дБ.}$$

3. Определяем частотную характеристику индекса R_w всей конструкции перегородки путем прибавления к частотной характеристике индекса R_w стены из газобетонных блоков выше рассчитанной поправки на облицовку гипсокартонными плитами на основе с двух сторон. В нормируемом диапазоне частот значения индекса R_w всей конструкции перегородки представлены в табл.4.

Таблица 4

f, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
R, дБ	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	47,0	49,0	51,0	53,0	55,0	57,0	59,0	61,0	63,0	65,0	67,0

4. Определяем индекс R_w согласно [2], путем сопоставления рассчитанной частотной характеристики индекса R_w с оценочной кривой (см. рис. 2)

$$R_w = 55 \text{ дБ.}$$

Выводы

Разработанная методика соответствует нормативным требованиям, проста и наглядна. Позволяет получить такой нормируемый параметр как индекс изоляции воздушного шума R_w .

В результате расчетов звукоизоляции конкретных конструкций получены следующие результаты:

1. Индекс звуковой изоляции кладки из газобетонных блоков толщиной 100 мм с плотностью 500 кг/м^3 , облицованных гипсокартонными плитами, определенный расчетным методом, составил $R_w = 52 \text{ дБ}$, что удовлетворяет требованиям СНиП 23-03-2003.

2. Индекс звуковой изоляции кладки из газобетонных блоков толщиной 150 мм с плотностью 500 кг/м^3 , облицованных гипсокартонными плитами, определенный расчетным методом, составил $R_w = 55 \text{ дБ}$, что удовлетворяет требованиям СНиП 23-03-2003.

Список используемых источников:

1. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.
2. СНиП 23-03-2003. Защита от шума.

© 2016, Тихонова Л.С.

Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций

© 2016, Tikhonova L.S.

Planning of sound-proofing of non-load-bearing constructions

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.176

Поступила (Received): 04.06.2016

Фёдорова В.Ю.**Модуль в проектировании выставочного пространства****Fedorova V.Yu.****Module design of the exhibition space**

Статья посвящена одному из самых важных аспектов выставочной индустрии - модуль в проектировании выставочного пространства. В результате анализа автор раскрывает основные виды и тенденции организации экспозиционных пространств, эргономические особенности и современные проектировочные решения выставочного оборудования. Также обращается внимание на понятие современной экспозиции, где показано на сколько актуальны выставочные мероприятия и как они влияют на продвижение и развитие различных компаний

Ключевые слова: модуль, выставка, эксподизайн

The article is devoted to one of the most important aspects of the Exhibition Industry – module in the design of the exhibition space. As a result of analysis, the author reveals the basic types and trends in the organization of exhibition spaces, ergonomic features and modern design decisions exhibition equipment. Also draws attention to the concept of the modern exposition, which shows how much relevant exhibition events and how they impact on the promotion and development of various companies

Key words: module, exhibition, expodesign

Федорова Виктория Юрьевна

Магистр

Омский государственный педагогический университет

г. Омск, наб. Тухачевского, 14

Fedorova Viktoria Yurievna

Master

Omsk state pedagogical university

Omsk, Tukhachevsky embankment, 14

Современная экспозиция – это всегда взгляд в будущее, она основана на синтезе науки, технологий и новаций в искусстве. Эксподизайн – это инструмент, способный привлечь необходимые ресурсы для создания гармоничного образа, комфортного и функционального пространства, яркого и незабываемого впечатления [1].

Сегодня, во время активного развития научно-технического прогресса, выставки, начиная с местных и отраслевых до международных и всемирных, стали не только отражением этого прогресса, но и его важным фактором.

Выставка – это рентабельное средство общения с реальными и потенциальными клиентами – в одно время и в одном месте. Как универсальное средство передачи опыта, выставка охватывает различные сферы человеческой деятельности, в том числе в области дизайна. Основным инструментом успешного проведения выставки является качественно и оригинально спроектированное выставочное оборудование. Популярность выставок востребованность этого явления в различных сферах общественной жизни, делает проектирование выставочного оборудования перспективным направлением дизайна.

Расширить вариативность дизайн-проектирования модульной системы для выставочного мультимедиа-оборудования позволит разработка модуля как основного элемента экспозиционной системы даст возможность. Чтобы рассмотреть разнообразие экспозиционного модуля необходимо уделить внимание следующим вопросам: современная концепция выставочных стендов, логика их структурной организации; средства и методы формообразования стенда и формирования пространства выставочного комплекса; какими методами достигается решение проектной задачи.

Сегодня выставочное оборудование имеет два направления, которые перспективны для развития. Первое – проектирование модульных систем выставочного оборудования. Вторым направлением является применение различных средств мультимедиа, такие, как проекторы, голографические установки, полиэкраны и прочие. Их разнообразие в полной мере представлено на рынке товаров и услуг. Стоит отметить, что поставщики экспозиционного оборудования представляют на реализацию стенды только одного из вышеперечисленных направлений, что существенно ограничивает вариации при проектировании.

Но важно упомянуть, что существуют и оригинальные решения экспозиционного пространства, которые не имеют аналогов. Тогда выставка является уникальной, спроектированной по определенным правилам и логике, и имеет уникальный сценарий [2].

При проектировании выставки следует также отмечать, что существует несколько видов пространств, традиционно встречающихся на выставках: закрытое, открытое и совмещенное. В практике западных дизайнеров закрытое пространство называется «magicbox». Предполагается, что внутри волшебного ящика должно происходить нечто необычное. Такое пространство применяется в случаях, когда экспозицию необходимо изолировать от шума или света павильона, создать особую среду для погружения посетителей в тему.

Прямо противоположный прием организации выставочного пространства – «Open Space» (открытое пространство), которое, как и следует из названия, максимально взаимодействует со средой павильона. Применяется в случаях, когда необходимо привлечение зрительского потока с минимальным порогом доступа.

Но российские экспозиционеры чаще всего применяют формат Совмещенных, или Комбинированных, пространств. Кажущееся очевидным преимущество перед отдельно взятыми MAGIC BOX и OPEN SPACE неоднозначно. Работа с экспозицией в комбинированных пространствах предполагает точные совмещения на стенде заданных функций, а также информативной, образной архитектуры, привлекательной издалека и в то же время удобной для размещения экспонатного ряда и комфортной для обслуживающего персонала. Нередко это носит упрощенный и формальный характер: в закрытых частях устраивают переговорные комнаты, а открытая служит для непосредственных контактов с посетителями. Такие экспозиционные решения уместны и в стандартных, и в уникальных стендах [1].

По способу подачи информации об экспонате выделяют две категории средств [2]: – статичные – служат для демонстрации самого экспоната; – динамичные (мультимедиа) – в основе подачи информации лежат электронные визуальные информационные системы, позволяющие показывать любую картинку или ролик на больших поверхностях.

Основная задача выставки заключается в демонстрации передовых достижений, науки, техники, следовательно, экспозиционная деятельность основана на инновационных технологиях дизайна [3].

Современный мультимедийный стенд представляет собой конструкцию, форма и размеры которой определены фирмой-поставщиком и исключают вариативность и ограничивают творческую инициативу дизайнера. И это и является главным недостатком, так как не предусмотрены варианты и масштабируемость. Мультимедийное оборудование, которое предусматривает трансформацию таких характеристик, как объем, цвет и технологию быстрой смены содержания, позволят привлечь особое внимание зрителя и удерживать его максимально долго.

Мобильные выставочные стенды объединяют целый спектр переносных выставочных конструкций. На сегодняшний день существует две тенденции мобильного выставочного оборудования. Первая представлена пространственными структурами, собирающимися из типовых модулей, вторая представляет идею «складывающегося целого». Из двух этих видов мобильного оборудования наиболее интересен первый тип с заложенным в нем принципом модульности [2].

Наиболее распространенная схема решения экспозиционного пространства – растр. Он как бы образует виртуальный каркас, обозначая границы модульных ячеек, где располагаются предметы-экспонаты. Зрительное членение пространства на основе метрического ряда – главная роль растра. Принцип модульной сетки – простейшие геометрические формы: треугольник, квадрат, прямоугольник, шести-, восьмиугольник и т.д. Повторяясь в сериях или различных сочетаниях, такая структура может иметь бесконечное количество вариантов. Большинство экспозиционных систем основаны на растровых комбинациях. Их характерные свойства – функциональность, простота, удобство транспортировки и складирования, способность к трансформации из ограниченного количества элементов.

Наибольшее распространение получили два вида растровых сеток: ортогональная, где направления осей строго перпендикулярны, и октагональная, где добавлены диагональные оси. Разумеется, это не означает, что в особых случаях невозможны иные способы членения пространства. Просто они рассматриваются вне контекста экспозиционных систем и применяются в архиспециальных случаях эксклюзивного выставочного строительства.

Растр не синоним модуля. Под модулем обычно понимают некий готовый элемент, многократно повторяющийся в композиционной системе. Растровые комбинации образуют так называемые регулярные, или метрические визуальные системы, где растровая ячейка – первичный элемент структуры, состоящей

из одинаковых ячеек. Иногда растровая структура становится самоценным приемом визуализации метрического ряда для построения экспонатной среды. Жесткая схема уходящих в перспективу метрических каркасов особенно уместна в ситуациях с разнородными экспонатами как мощный организующий фактор. Иногда растр вводится композиционной основой для создания образа технократичности, подчеркивающей индустриальную природу объекта.

Растровые структуры могут быть нерегулярными, с различными и хаотично расположенными ячейками. Их принципиальная схема – хаос или биоморфные образования. Примеров таких немного, но они есть и практически всегда решают какую-нибудь очень специальную авторскую или демонстрационную задачу. Нерегулярные растры уместны в случаях выявления ассоциативных связей с беспорядком или с формами живых организмов. Разумеется, такая задача должна быть сформулирована и понятна изначально.

Совмещение в композиционной схеме регулярного и нерегулярного создает контрастное соотношение и выгодно подчеркивает характер каждого из них. Совершенно естественно, что себестоимость экспозиционных решений на основе нерегулярных структур значительно выше стандартных экспозиционных систем [1].

Стоит отметить, что модуль характерен для мультимедиа систем, «поли-экранов» и «видео-стен», когда крупный экран состоит из множества ячеек. Принцип стандартной ячейки является общим для двух разных типов выставочного оборудования, а значит, может стать ключевым моментом в проектировании нового стенда.

Создание сложных пространственных форм из повторяющихся типовых элементов широко используется в организации архитектуры и среды и называется комбинаторикой. Это универсальный метод формообразования, адаптированный под задачи выставочной среды, может успешно использоваться в разработке вариативной выставочной системы [4].

Очень важно, что ценность модульной системы в её вариативности. Фактор умножения эффекта делают её в руках дизайнера эффективным инструментом при проектировании различных экспозиционных пространств. Вариативная модульная система может стать основой для современной экспозиционной технологии, тем самым открываются новые методы проектирования, которые основываются на сочетании двух современных тенденций развития – это модульности и мультимедийности. Новизна и оригинальность данного метода заключается в расширении возможностей мультимедиа-систем в сочетании с широким диапазоном модульных конструкций.

При применении типового модуля существенно упрощается процесс сборки, удешевляется производство выставочного оборудования и в то же время облик оборудования становится целостным и гармоничным. Собранные на основе модульной системы, пространственные конструкции, за счет систематически повторяющегося модуля, имеют регулярную метрическую структуру и выглядят, как статичный и структурированный индустриальный объект. Од-

нако своеобразное художественное наполнение, а также применение мультимедийного оборудования для показа рекламных роликов, аудио-визуальных презентаций приносят в образ стенда динамичность и оригинальность.

Список используемых источников:

1. Литвинов В.В. Практика современной экспозиции. Рудизайн, 2005. 352 с.
2. Кликс Р.Р. Художественное проектирование экспозиций. М.: Высшая школа, 1978. 216 с.
3. Рунге В.Ф., Сеньковский В.В. Основы теории и методологии дизайна. М.: МЗ-Пресс, 2003. 252 с.
4. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики. М.: Архитектура-С, 2004. 232 с.
5. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовой подход). М.: Архитектура-С, 2009. 408 с.
6. Глазычев В.Л. Дизайн как он есть. М.: Европа, 2006. 320 с.

© 2016, Фёдорова В.Ю.

Модуль в проектирование выставочного
пространства

© 2016, Fedorova V.Yu.

Module design of the exhibition space

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.181

Поступила (Received): 25.06.2016

Хакимов Р.Т., Кагиров СА., Нозимов А.А.
Оптимизация электронной системы управления
газовым двигателем

Khakimov R.T., Kagirow S.A., Nozimov A.A.
Optimize electronic gas engine control system

Работа представляет собой предложение по разработке модернизированной системы управления для реализации предлагаемой системы смешанно регулирования газозоудной смеси на впуске, при котором используются современные технические средства электронного управления системой питания газозоудного двигателя

Ключевые слова: газозоудный двигатель, электронная система управления, датчики, природный газ, смешенное регулирование

The work is a proposal to develop an upgraded control system for the implementation of the proposed system of mixed regulation of the gas mixture at the inlet, where the use of modern technical means of the electronic control system of the gas engine power

Key words: gas engine, electronic control system, sensors, natural gas, mixed regulation

Хакимов Рамиль Тагирович

*Кандидат технических наук, доцент
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
СПб, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2 А*

Khakimov Ramil Tagirovich

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Saint Petersburg state agrarian university
St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A*

Кагиров Самат Азаматович

*Бакалавр
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
СПб, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2 А*

Kagirow Samat Azamatovich

*Bachelor
Saint Petersburg state agrarian university
St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A*

Нозимов Абдуали Абдувалиевич

*Бакалавр
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет
СПб, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2 А*

Nozimov Abduali Abduvalievich

*Bachelor
Saint Petersburg state agrarian university
St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A*

Для реализации предлагаемой системы смешанно регулирования газозоудной смеси применены современные технические средства электронного управления системы питания ДВС [1, с.128].

Это система осуществляет непрерывную подачу топлива пропорционально количеству воздуха, всасываемого при такте впуска. Так как система производит прямое измерение расхода воздуха, она может учитывать изменения в работе двигателя, что позволяет использовать ее вместе с оборудованием

для снижения токсичности отработавших газов. Расход воздуха измеряется соответствующим датчиком [2, с.128]. Потенциометр датчика является многоступенчатым, что обеспечивает линейную зависимость между расходом воздуха и напряжением на выходе потенциометра, которое передается в блок электронного управления. Для уточнения массы всасываемого воздуха на основе измеренного объема блок электронного управления использует данные о температуре воздуха. В системе установлен электрический датчик измерения массы воздуха с учетом его температуры и давления. Основной переменной для вычислений в блоке электронного управления является количество воздуха, подаваемого в соответствующий цилиндр двигателя за рабочий цикл. Для этого определяется расход воздуха в воздухозаборнике двигателя, а также определяется частота вращения коленчатого вала. В процессе вычислений в блоке электронного управления учитываются различные обстоятельства, которые могут иметь место при работе двигателя на холостом ходу и на максимальных нагрузках [3, с.5]. Другой режим работы двигателя, в котором блок управления также может изменять подачу топлива в зависимости от обстоятельств, – это пуск двигателя.

Система подачи топлива (рис. 1.) ограничивается минимальным и максимальным временем подачи топлива газовым дозатором. Минимальное время подачи топлива ограничивается тем, что ниже этого предела формируется смесь слишком бедного состава, которая не способна к воспламенению. Это могло бы привести к появлению несгоревших углеводородов в выхлопных газах.

Рис. 1. Система электронного управления подачи топлива

Превышение времени подачи сверх верхнего предела может произойти при резком ускорении, когда заслонка измерения расхода воздуха по инерции

проходит устойчивое равновесное состояние, [4, с.5]. Верхний уровень времени подачи устанавливается с учетом температуры двигателя. Рабочая смесь воздуха с топливом формируется во впускных каналах и в цилиндрах. Точно отмеренное количество топлива распыляется газовым дозатором над впускным клапаном независимо от того, открыт он или нет. Когда впускной клапан открывается, топливо в виде облака втягивается в цилиндр вместе с воздухом. При ходе сжатия происходит интенсивное перемешивание воздуха с топливом, в результате чего образуется однородная рабочая смесь. Угол опережения зажигания уменьшается для устойчивой работы двигателя во всем диапазоне нагрузок [5, с.607].

Ограничение максимальных оборотов двигателя регулируется уменьшением количества подаваемого топлива. Регулировка оборотов двигателя осуществляется с точностью ± 80 об./мин (см. рис. 2), [6, с.189].

Рис. 2. Управление ограничением максимальных оборотов двигателя

Рассмотрев современные технические средства необходимые для управления газовойоздушной смесью на впуске двигателя необходимо использовать электронную систему способную считывать полученные сигналы от исполнительных механизмов, анализировать и выбирать соответствующий алгоритм работы двигателя в зависимости от условий эксплуатации, [7, с.28].

В качестве вывода можно отметить следующее: 1) необходимо использовать смешанное регулирование газовойоздушной смесью; 2) использовать электромагнитные дозаторы газа или пьезоэлектрические (электронные) форсунки для подачи газа; 3) использовать каталитический нейтрализатор для снижения вредных веществ в отработавших газах газового двигателя в целях удовлетворения международных норм ООН ЕВРО-6 [8, с.20].

Список используемых источников:

1. Фучкин С.В., Алексеевский Д.А., Соколов М.Г., Хакимов Р.Т. Экономические, экологические и прочностные характеристики ДВС при работе на природном газе // Экологическая безопасность автотранспортного комплекса: передовой опыт России и стран Европейского Союза. 2005. С. 127-131.

2. Хакимов Р.Т. Экспериментальные исследования процесса тепловыделения рабочего цикла газового двигателя с применением пьезоэлектрической форсунки // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. СПбГАУ. 2015. С. 605-610.
3. Хакимов Р.Т., Николаенко А.В. Улучшение экологических, топливно-экономических и ресурсных показателей путем совершенствования технического обслуживания тракторных дизелей // Сельский механизатор. 2004. № 11. С. 4-5.
4. Хакимов Р.Т. Улучшение экологических параметров газового двигателя с наддувом путем использования электромагнитных дозаторов газа // Инновационные технологии в сервисе. 2015. С. 224-225.
5. Хакимов Р.Т. Улучшение основных показателей газовой модификации дизеля путем совершенствования рабочего процесса. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб., 2006.
6. Хакимов Р.Т. Определение параметров физического состояния рабочей смеси в двигателе, работающем на природном газе // Известия Международной академии аграрного образования. 2008. Т. 1. № 7. С. 188-189.
7. Хакимов Р.Т. Влияние характеристик выгорания на показатели рабочего цикла газового двигателя при использовании электронной системы управления // Грузовик. 2008. № 4. С. 27-29.
8. Хакимов Р.Т. Результаты экспериментального исследования рабочего процесса газового двигателя // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2010. № 13. С. 20-23.

© 2016, Хакимов Р.Т., Кагиров С.А., Нозимов А.А.
Оптимизация электронной системы управления
газовым двигателем

© 2016, Khakimov R.T., Kagirow S.A., Nozimov A.A.
Optimize electronic gas engine control system

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.185

Поступила (Received): 24.06.2016

Шолина И.С., Герасимов Д.А.
О возможностях электронно-ионной
эмиссии в нанолитографии

Sholina I.S., Gerasimov D.A.
On the possibilities of electron-ion emission in nanolithography

Рассматривается возможность применения ионно-электронной эмиссии в высоковольтном тлеющем разряде для формирования изображения в нанолитографии и для влияния на процессы синтеза наноразмерных частиц на подложке

Ключевые слова: тонкие пленки, электронная нанолитография, наночастицы

Шолина Ирина Серафимовна

Ассистент

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет "ЛЭТИ"
г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

Герасимов Дмитрий Алексеевич

Студент

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет "ЛЭТИ"
г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

The possibility of using ion-electron emission in a high-voltage glow discharge for image formation and in nanolithography processes for influencing the synthesis of nanoparticles on a substrate

Key words: thin films, electron lithography, nanoparticles

Sholina Irina Serafimovna

Assistant

Saint Petersburg electrotechnical university "LETI"
Saint Petersburg, Prof. Popova st., 5

Gerasimov Dmitri Alexeyevich

Student

Saint Petersburg electrotechnical university "LETI"
Saint Petersburg, Prof. Popova st., 5

Необходимость разработки новых, перспективных методов групповой обработки в нанолитографии становится особенно важной в связи с практическим освоением нанометрового размера элементов электронной техники. Однако успешное внедрение в практику проекционной электронолитографии сдерживается рядом проблем, основные из которых это отсутствие надежного, прецизионного и долгоживущего катода – маски, фотокатодов на основе электронной фотоэмиссии и трудностей с реализацией прецизионного электроношаблона. Применение фотоэмиссии, инициируемой лазерным воздействием мало перспективно, хотя обеспечивает эмиссию электронов даже в том случае, когда энергия кванта электромагнитного излучения меньше работы выхода электрона, однако область выхода эмиттируемых электронов ограничивается пятном лазерного луча [1-4].

Поэтому представляется интересным использовать для эмиссии электронов явление высоковольтного газового разряда и сопутствующую ему ионно-

электронную эмиссию, но необходимо оценить их пригодность для электронолитографии с точки зрения производительности процесса экспонирования резиста и достижимого разрешения. Возможность транспортировки электронного потока через газоразрядный промежуток практически без рассеяния вполне реальна.

Принято различать два вида ионно-электронной эмиссии: кинетическую и потенциальную. Полный коэффициент ионно-электронной эмиссии может быть представлен в виде суммы соответствующих коэффициентов. При кинетической ионно-электронной эмиссии возбуждение электронов вещества происходит подобно тому, как это имеет место при вторичной электронной эмиссии, но с некоторыми отличиями, обусловленными особенностями торможения тяжелых частиц (ионов) в веществе и спецификой взаимодействия их с электронами вещества. Кинетический механизм ионно-электронной эмиссии имеет энергетический порог, ниже которого действие механизма прекращается. Пороговая энергия зависит от природы иона и материала мишени и составляет приблизительно 1-2 кэВ, а соответствующие пороговые скорости иона $10^4 - 10^5$ м/с. Для целей литографии интерес представляет только кинетическая составляющая ионно-электронной эмиссии. Подобная методика представляется перспективной для проекционной электронолитографии, применяющей широкий расфокусированный пучок электронов с П-образным распределением плотности тока по сечению пучка. Между катодом и вспомогательным электродом зажигается высоковольтный разряд, положительные ионы, образованные в разряде, пересекают границу области катодного падения напряжения, ускоряются в этой области и бомбардируют катод-маску, изготовленный из материалов с различным коэффициентом вторичной ионно-электронной эмиссии (КВИЭЭ). В результате различия КВИЭЭ для различных участков поверхности катода-маски электронный поток промодулирован по плотности, т.е. распределение плотности тока вторичных электронов в сечениях, параллельных поверхности катода, будет соответствовать заданной топологии. Чем больше различие в КВИЭЭ, тем больше будет контраст в засветке различных участков подложки [5-8].

Наиболее существенной характерной чертой высоковольтного тлеющего разряда является нерассеянная компонента электронов высоких энергий, которая может быть использована для переноса изображения в электронах. Проблема заключается в модуляции электронного потока по плотности тока в соответствии с графикой переносимого изображения, что может быть реализовано за счет различия в КВИЭЭ с разных участков катода в установке с высоковольтным тлеющим разрядом. Задача осложняется тем, что КВИЭЭ зависит от многих факторов: энергии, массы и заряда падающих ионов, причем при энергии ионов в пределах 5 – 30 кэВ, будет иметь место кинетическая ионно-электронная эмиссия [5-8].

Весьма интересным является сочетание методов электронно-ионной эмиссии с реализацией возможности самоорганизации, самоструктурирования и самокоррекции создаваемых на поверхности подложки наноразмерных структур. В этом случае возможности КВИЭЭ будут использоваться для инициации

процессов синтеза наноразмерных частиц на поверхности подложки за счет дополнительного подвода энергии со стороны электронного потока. Управляя характеристиками этих потоков, можно управлять процессом синтеза наноразмерных частиц [8-15].

Список используемых источников:

1. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабров В.А., Марголин В.И. Основы Нанотехнологии. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 397 с.
2. Марголин В.И., Жабров В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники. М.: Академия, 2008. 400 с.
3. Жабров В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А. Физико-химические процессы синтеза наноразмерных объектов. СПб.: Элмор, 2012. 328 с.
4. Грачев В.И., Жабров В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок. Ижевск: Удмуртия, 2014. 480 с.
5. Жабров В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И., Потехин М.С., Тупик В.А. Возможность применения процессов ионно-электронной эмиссии в микро- и нанолитографии // Ориентированные фундаментальные исследования – федеральные целевые программы, наукоемкое производство. М.: Эксподизайн, 2007. С. 156-159.
6. Жабров В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И., Потехин М.С., Тупик В.А. Разработка технологии производства элементов нанорадиоэлектроники на основе тлеющего разряда // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2009. № 5. С. 3-8.
7. Марголин В.И., Мамыкин А.И., Потехин М.С., Тупик В.А., Шелудько В.Н. Устройство электронной литографии. Патент РФ на полезную модель № 109327, приоритет от 8 апреля 2011 года, зарегистрир. в Гос. реестре 10 окт. 2011 г.
8. Марголин В.И., Мамыкин А.И., Потехин М.С., Тупик В.А., Шелудько В.Н. Способ электронной литографии. Патент РФ на изобретение № 2462784, приоритет от 31 марта 2011 года, зарегистрир. в Гос. реестре 27 сент. 2012 г.
9. Zhabrev V.A., Margolin V.I. Some Questions in Fractal Nanotechnology // Inorganic Materials. 2008. Vol. 44. No 13. P. 65-82. Pleiades Publishing, Ltd, 2008.
10. Жабров В.А., Чуппина С.В., Марголин В.И. Самоорганизация как осознанный выбор направления химического процесса // Физика и химия стекла. 2008. Т. 34. № 6. С. 841-865.
11. Жабров В.А., Марголин В.И., Чуппина С.В., Аммон Л.Ю. Роль наночастиц в химии наноразмерного состояния // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2009. № 12. С. 11-19.
12. Жабров В.А., Марголин В.И., Чуппина С.В., Аммон Л.Ю. Факторы, определяющие состав и строение наночастицы // Нанотехнологии, Экология, Производство. 2010. № 1(3). С. 110-121.
13. Zhabrev V.A., Margolin V.I., Tupik V.A., Chu Trong Su Modeling Processes of Nanoparticle Synthesis and Analyzing the Results via SEM // Bulletin of the Russian Academy of Sciences, Physics. Vol. 79. No. 11. P. 1498-1500. 2015.
14. Zhabrev V.A., Margolin V.I., Tupik V.A., Chu Trong Su Simulating The Aggregation of Nanoparticles on a Substrate Surface upon Vacuum Deposition // Journal of Surface Investigation. X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. Vol. 9. No 5. 2015. P. 877-879.
15. Марголин В.И., Чу Чонг Шы. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015610052 Компьютерное моделирование процесса роста тонких пленок в потенциальном поле (Рост тонких пленок), дата гос. регистрации 12.01.2015 по заявке № 2014661296 от 05.11.2014.

Агеев Е.А.

К выбору сечений простой равномерно загруженной по нижнему поясу балочной фермы

Ageev E.A.

On the selection of cross-sections of a simple uniformly loaded on the bottom flange truss

В аналитической форме решена задача о прогибе статически определимой плоской фермы с параллельными поясами в зависимости от распределения площадей сечений стержней. Для обобщения результата на произвольное число панелей использован метод индукции и система Maple

Ключевые слова: ферма, прогиб, жесткость, индукция, Maple

Агеев Евгений Александрович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

In analytical form the problem of the deflection of statically determinate flat trusses with parallel belts depending on the distribution of section areas of the rods is solved. To summarize the result for an arbitrary number of panels used induction method and the Maple system

Key words: truss, deflection, stiffness, induction, Maple

Ageev Evgeny Aleksandrovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Точная формула для прогиба статически определимой фермы (рис. 1) в зависимости от числа панелей получена в [1] для случая одинаковых поперечных сечений стержней поясов и решетки. Использована формула Максвелла – Мора и алгоритм [2] нахождения усилий в стержнях, ориентированный на систему компьютерной математики Maple. Ранее этим же методом решались аналогичные задачи для плоских [3-7] и пространственных [8-11] ферм, торсионных твердотельного гироскопа [12], вантовой конструкции [13], свайного фундамента [14] и для построения линий влияния прогиба плоских ферм [15-17].

Рис. 1. Ферма при $n=3$

Метод может быть использован и для оценки прогиба ферм с учетом ползучести материала [18-20]. В [21, 22] содержатся обзоры некоторых работ по точным решениям для плоских ферм, полученных методом индукции. В данной работе решение [1] обобщается на случай разных поперечных сечений стержней фермы.

Выражение для прогиба по Максвеллу – Мору, запишем для случая разных поперечных сечений стержней: $\Delta = \left(\sum_{i=1}^{m_1} \frac{S_i N_i l_i}{EF_1} + \sum_{i=1}^{m_2} \frac{S_i N_i l_i}{EF_2} + \sum_{i=1}^{m_3} \frac{S_i N_i l_i}{EF_3} \right)$, где EF_i – жесткости стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к центральному узлу фермы, l_i – длины стержней. Сумма разделена на три, первая относится к поясам, вторая – к стойкам, третья – к раскосам длиной $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Здесь $m_1 + m_2 + m_3 = 6n + 1$ – общее число стержней фермы с n панелями. Площади сечений отдельных групп стержней выражены через некоторую произвольную величину F : $F_i = F / k_i$, $i=1, 2, 3$. Результатом анализа последовательности решений для десяти ферм с применением операторов `rgf_findrecur` и `rsolve` явилась следующая общая формула: $EF \Delta = P(A_n k_1 a^3 + B_n k_2 b^3 + C_n k_3 c^3) / (2b^2)$. Здесь коэффициенты: $C_n = n^2$, $B_n = 2n^2 + \cos(\pi n)$, $A_n = n^2(1 + 5n^2) / 6$ совпадают с решением [1]. Для того, чтобы проанализировать характер изменения прогиба в зависимости от числа панелей n , зададим, как и в [1], постоянную длину фермы: $L = an$, где L длина половины пролета. Введем относительный прогиб $\Delta' = EF \Delta / P_{sum}$, $P = P_{sum} / (2n - 1)$. График этой зависимости дан на рис. 2.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей $L = an = 40\text{м}$, $b = 10\text{м}$

Интересно отметить, что кривые могут пересекаться и имеют явно выраженный минимум. Это подсказывает, что конструкция имеет резервы для

оптимизации – рациональный выбор поперечных сечений позволяет уменьшить прогиб или получить меньший прогиб при меньшем расходе материала.

Список используемых источников:

1. Агеев Е.А. Прогиб простой равномерно загруженной по нижнему поясу балочной фермы // Вестник научных конференций. 2015. № 3-3(3). С. 9-10.
2. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
5. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
10. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
11. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 239-242.
12. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
14. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
15. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
16. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
17. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
18. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32.
19. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
20. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
21. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
22. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.191

Поступила (Received): 18.06.2016

Андросова Д.И.

О выборе сечений в плоской балочной ферме с треугольной решеткой, загруженной по нижнему поясу

Androsova D.I.

On the choice of cross sections in a flat beam girder with a triangular lattice, loaded on the bottom flange

Получено аналитическое выражение для прогиба балочной фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и разных сечений стержней решетки. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

An analytical expression for the deflection of a girder, depending on its size, load, number of panels and different sections of the lattice is obtained. The efforts are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Андросова Далаана Ильинична

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Androsova Dalaana Ilinichna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Зависимость прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой (рис. 1) от числа панелей найдена в аналитической форме методом индукции по программе, написанной на языке символьной математики Maple [1] в работе [2]. Аналогичные решения этим же методом для плоских ферм получены в [3-11], для пространственных – в [12-15].

Рис. 1. Ферма при $n=3$

Обзор некоторых работ, использующих метод индукции для решения задач о прогибе ферм в аналитической форме, содержится в [16-18]. Метод индукции применим и для построения линий влияния [19-21]. В большинстве известных решений предполагается, что стержни фермы имеют одинаковое сечение, что существенно упрощает решение и окончательную формулу. В настоящей работе ставится задача учета различных площадей сечений стержней поясов и решетки фермы.

Для определения прогиба Δ воспользуемся формулой Максвелла-Мора:

$\Delta = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{m_j} S_i s_i l_i / (EF_j)$, где $F_j = F / k_j$ – площади сечений отдельных групп стержней (поясов и решетки), S_i – усилия в стержнях от распределенной по узлам нижнего пояса нагрузки, s_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к среднему узлу нижнего пояса, l_i – длины стержней, $m = \sum_{j=1}^3 m_j = 6n + 2$ – число стержней фермы вместе с тремя опорными стерж-

нями при числе панелей в половине пролета n . Усилия в стержнях определяем в аналитической форме методом вырезания узлов с применением Марле. Для выявления закономерности образования коэффициентов в формуле прогиба оказалось достаточным проанализировать последовательности решений шести ферм. Полученная формула обобщает решение [2]:

$$EF \Delta = P(A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (2b^2),$$

где $B_n = 1 - (-1)^n$, $C = n^2$, $A = n^2(1 + 5n^2) / 6$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Коэффициент k_1 относится к поясам, k_2 – к стойкам, k_3 – к раскосам. Если суммарная нагрузка не зависит от числа панелей $P = P_s / (2n - 1)$, а пролет фиксирован $L = 2an$, то для относительного прогиба $\Delta' = EF \Delta / P_s$ можно построить график (рис. 2, размеры в метрах), на котором замечен минимум, приходящийся на 7 панелей при длине пролета 100 м и высоте $b = 12$ м.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Maple и Maplet. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Андросова Д.И. О зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей // *Вестник научных конференций*. 2015. № 2-2(2). Ч. 2. С. 14-15.
3. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // *Инженерно-строительный журнал*. 2016. №1(61). С. 25-32
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 3. С. 16-19.
5. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. N 1 (29). Pp. 84-105.
6. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодеч-но» с произвольным числом панелей // *Инженерно-строительный журнал*. 2016. №1(61). С. 33-41.
7. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // *Вестник машиностроения*. 2015. № 8. С. 49-51.
8. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 58-65.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 3. С. 7-11.
10. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №4(56). С. 38-44.
11. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова* 2015. № 3 (31). С. 42-48.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // *Вестник МЭИ*. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2011. №5. С. 11-15.
14. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержне-вого покрытия // *Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура*. 2016. №1(41). С. 93-100.
15. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. *Инженерно-строительный журнал*. 2013. №5(40). С. 52-58.
16. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. №6. С. 21-28.
17. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 66-73.
18. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
19. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // *Вестник научных конференций*. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
20. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
21. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.

© 2016, Андросова Д.И.

О выборе сечений в плоской балочной ферме с треугольной решеткой, загруженной по нижнему поясу

© 2016, Androsova D.I.

On the choice of cross sections in a flat beam girder with a triangular lattice, loaded on the bottom flange

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.194

Поступила (Received): 17.06.2016

Бадертдинов Р.Р. О стабильности нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка в системе Maple

Badertdinov R.R.
On the constancy of nonlinear ordinary differential
equation of the second order in system Maple

Найдено условие, при котором вырождается связь между малыми приращениями производных различных порядков функции, удовлетворяющих исходному дифференциальному уравнению.

Методами системы компьютерной математики Maple с применением оператора *dsolve* получено численное решение начальной задачи

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, стабильность, начальная задача, Maple

The condition in which degenerates the relationship between small increments and derivatives of different orders of a function that satisfies the original differential equation are detected. By the methods of computer algebra system Maple and using the *dsolve* operator the numerical solution of the initial problem is obtained

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Бадертдинов Руслан Ринатович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Badertdinov Ruslan Rinatovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В [1-3] предложена теория стабильности дифференциальных уравнений. Практика подтвердила достоверность ее положений в задачах обработки металлов [4-6], заклинивании элементов пневматики [7] и задачах выпучивания конструкций в условии ползучести [8-14]. Теория имеет приложения и для уравнений в частных производных [15].

Рассмотрим дифференциальное уравнение некоторого динамического процесса с силами вязкого сопротивления и некоторыми нелинейными воздействиями

$$a\ddot{x} + b\dot{x}^2 + cx^2 = 0, \quad (1)$$

где a , b и c – константы задачи. Определим точку неустойчивости порядка (1/2) в терминологии [16, с. 216]. Проварьируем уравнение (1):

$$ax\Delta\ddot{x} + a\dot{x}\Delta\dot{x} + 2b\dot{x}\Delta\dot{x} + 2cx\Delta x = 0. \quad (2)$$

Дифференцируем (2) по времени:

$$(a + 2b)(\ddot{x}\Delta\dot{x} + \dot{x}\Delta\ddot{x}) + \Delta x(a\ddot{x} + 2c\dot{x}) + x(a\Delta\ddot{x} + 2c\Delta\dot{x}) = 0. \quad (3)$$

В соответствии с определением порядка неустойчивости, величины $\Delta\dot{x}$ и $\Delta\ddot{x}$ задаются в начальных условиях возмущенного процесса, описываемого уравнением (1). Для того, чтобы свести такую начальную задачу (обобщенную по [1]) к классической, необходимо из системы (2), (3) найти приращение функции Δx и ее третьей производной $\Delta\ddot{x}$. Запишем систему в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} a\ddot{x} + 2cx & 0 \\ a\ddot{x} + 2c\dot{x} & ax \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta\ddot{x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где $\alpha_1 = -2b\dot{x}\Delta\dot{x} - ax\Delta\ddot{x}$, $\alpha_2 = -(a + 2b)(\ddot{x}\Delta\dot{x} + \dot{x}\Delta\ddot{x}) - 2cx\Delta\dot{x}$. Равенство нулю определителя означает вырождение связи между производными. Если определитель равен нулю, то по обобщенным условиям на первую и вторую производную начальную задачу поставить нельзя. Это и есть появление неустойчивости уравнения. Следует заметить, что с решением уравнения эта постановка никак не связана. Неустойчивость может привести к каким-либо заметным последствиям, если на процесс воздействовать возмущением определенного вида в момент, соответствующий условиям неустойчивости (обращению определителя системы (4) в нуль). Приравняв определитель нулю, получаем условие неустойчивости уравнения порядка (1/2): $(a\ddot{x} + 2cx)ax = 0$. Ускорение в это условие можно подставить из самого уравнения: $\ddot{x} = -(b\dot{x}^2 + cx^2) / (ax)$. В результате получаем условие $(2cx^2 - b\dot{x}^2 - cx^2)ax = 0$. Очевидно, что одним из условий неустойчивости порядка (1/2) является равенство $x = 0$ при любом значении скорости функции. На рисунке 1 построены кривые зависимости точек неустойчивости от коэффициента b при $\dot{x}(0) = 3$. На рисунке 2 построен 3d график, моделирующий зависимость x в условии неустойчивости от коэффициентов b и c при $\dot{x}(0) = 3$.

Рис. 1

Рис. 2

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное решение можно получить с помощью Maple [16]. Приведем соответствующие операторы и графики решения дифференциального уравнения на рисунке 3:

```
> s:=diff(dx(t),t)=(-2*dx(t)^2-x(t)^2)/(3*x(t)), diff(x(t),t)=dx(t);
> f:={x(t),dx(t)}: #Функция и ее производная
> inc1:=x(0)=10,dx(0)=60:#Три разные начальные условия
> inc2:=x(0)=60,dx(0)=30:
```



```
> inc3:=x(0)=140,dx(0)=1:
> fn1:=dsolve({s,inc1},f,numeric,output=listprocedure):
> fn2:=dsolve({s,inc2},f,numeric,output=listprocedure):
> fn3:=dsolve({s,inc3},f,numeric,output=listprocedure):
> X1:=subs(fn1,x(t)): X2:=subs(fn2,x(t)): X3:=subs(fn3,x(t)):
> plot([X1,X2,X3],0..5,color=[red,blue,black],thickness=2);
```

Рис. 3. Численное решение (1)

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М.Н. Точки неустойчивости дифференциального уравнения // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. 2010. № 2 (8). С. 191-197.
3. Кирсанов М.Н. Определение, свойства и приложения одного нелинейного дифференциального оператора // Филология и культура. 2010. № 22. С. 43-48.
4. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
5. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сариллов М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
6. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариллов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
7. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №10. С. 37-40.
8. Кирсанов М.Н. Начальное закритическое поведение сжатого стержня в условиях ползучести // Прикладная механика и техническая физика. 1993. № 2. С. 152.
9. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условиях ползучести. Часть 1. Стержни: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2015. 184 с.
10. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // Int.J.Eng.Sci. 1997. Volume. 5. No.3. P. 221-227.
11. Кирсанов М.Н. О влиянии выбора критерия неустойчивости при ползучести на решение задачи оптимизации стержневых конструкций // Прикладная механика и техническая физика. 1992. №4. С. 107-110.
12. Кирсанов М.Н., Ключников В.Д. Определение особых точек процесса деформирования сжатого стержня в условиях ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1993. № 3. С. 144.
13. Кирсанов М.Н. Неустойчивость цилиндрической оболочки при ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1986. №6. С. 126-129.

14. Кирсанов М.Н. О реакции сжатого стержня на возмущения высших производных прогиба в условиях ползучести // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1994. № 1. С. 43-47.
15. Кирсанов М.Н. Нестабильность распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.
16. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512

© 2016, Бадертдинов Р.Р.

*О стабильности нелинейного обыкновенного
дифференциального уравнения второго порядка в
системе Maple*

© 2016, Badertdinov R.R.

*On the constancy of nonlinear ordinary differential
equation of the second order in system Maple*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.198

Поступила (Received): 30.06.2016

Бирбасов А.А. Аналитический расчет прогиба плоской арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу

Birbasov A.A.
**Analytical calculation of the deflection of flat
arched truss, loaded on the upper belt**

Арочная ферма имеет две опоры, одна из которых подвижная, другая – неподвижная. Ферма загружена в узлах верхнего пояса. Методом индукции получено аналитическое решение для прогиба фермы при произвольном числе панелей. Использована система компьютерной математики Maple. Найдено асимптотическое свойство решения

Ключевые слова: ферма, прогиб, индукция, Maple

The arch truss has two supports, one of which is movable, the other stationary. Truss uploaded in the nodes of the upper belt. By induction we obtain analytical solutions for the deflection of the truss for any number of panels. Used system of computer mathematics Maple. One asymptotic property of the solution is obtained

Key words: truss, deflection, induction, Maple

Бирбасов Арсений Алексеевич

Студент

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Birbasov Arseniy Alekseevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Арочная ферма (рис. 1) под действием нагрузки получает прогиб, оценить который можно по вертикальному смещению среднего узла. Воспользуемся формулой Максвелла – Мора, которая в случае продольно деформируемых эле-

ментов имеет вид $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i s_i l_i}{EF}$. Здесь EF – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, s_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к середине пролета, l_i – длины стержней. Усилия находим в аналитической (символьной) форме по программе, разработанной для системы компьютерной математики Maple [1]. Расчет, произведенный для ферм с разным числом панелей, показывает, что результат всегда имеет вид $EF \Delta = P(A_n a^3 + B_n b^3 + C_n c^3) / b^2$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, отличаюсь только коэффициентами A_n , B_n и C_n . Если выписать последовательности этих коэффициентов, то можно заметить, что они удовлетворяют некоторым рекуррентным уравнениям, решения которых дает: $A_n = (3n - 2)(4n^2 - 2n + 1)$, $B_n = n(2n + 1)$,

$C_n = \frac{5}{3}n^4 - \frac{10}{3}n^3 + \frac{43}{12}n^2 - \frac{17}{12}n + \frac{1}{2}$. Фрагмент программы, для Maple решающей задачу поиска общего члена A_n имеет вид:

```
> A:=3,52,7/2*62,3/2*380,1183,2128,1/2*6954,1/2*10604,7675,14*762;
> with(genfunc): Seq1:=seq(A[i],i=1..NMax);#
> N:=nops([Seq1])/2;
> Zt:=rgf_findrecur(N,[Seq1],V,n);
> A1:=factor(simplify(rsolve({Zt,seq(V(i)=Seq1[i],i=1..N)},V)));
```

Таким образом получается общее решение, справедливое для произвольного числа панелей. Это значительно расширяет область применения полученной формулы. Прежде всего, аналитическая зависимость позволяет обойти "проклятие размерности", парализующее инженерные расчеты при больших значениях n , когда с одной стороны теряется точность (накопление ошибок) численных расчетов, с другой – неимоверно растет время преобразований, если расчет ведется в символьной форме. Описанный метод индукции применялся и раньше для расчета (вывода формул) плоских [2-13] и пространственных ферм [14-17]. Метод годится и для других регулярных систем, содержащих один [18-20] или два [21-23] натуральных числа, задающих число элементов. В обзорных работах [24,25] приведены решения, полученные методом индукции.

На рисунке 2 изображены кривые зависимости прогиба $\Delta' = \Delta_{EF} / P$, от числа панелей при $L = an = 10$ м, $b_0 = bn$ (размеры в метрах).

Рис. 1. Ферма при $n=2$

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей

Характер роста относительного прогиба – кубический. Это следует из предела (при поиске также используется Maple):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta' / n^3 = \frac{5(L^2 + b_0^2)^{3/2}}{3b_0^2}.$$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
3. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
4. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
5. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
7. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
8. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
9. Кирсанов М.Н. Формула для расчета прогиба балочной фермы с произвольным числом панелей // Научный журнал. 2016. № 6 (7). С. 6-8.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
11. Ахмедова Е.Р. Аналитический расчет прогиба плоской фермы со шпренгельной решеткой // Trends in Applied Mechanics and Mechatronics. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 62-65.
12. Заборская Н. В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Тамбов, 2015. С. 58-60.
13. Тиньков Д.В. Анализ влияния условий закрепления на прогиб плоской балочной фермы с нисходящими раскосами // Trends in Applied Mechanics and Mechatronics. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 52-56.
14. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
15. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
16. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
17. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
18. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
19. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
20. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
21. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
22. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
23. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.

24. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
25. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1(7). С. 247-254.

© 2016, Бирбасов А.А.

Аналитический расчет прогиба плоской арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу

© 2016, Birbasov A.A.

Analytical calculation of the deflection of flat arched truss, loaded on the upper belt

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.202

Поступила (Received): 11.06.2016

Бойко О.О.
Анализ стабильности нелинейного
обыкновенного дифференциального уравнения
второго порядка в системе Maple

Boyko O.O.
The analysis of the stability of nonlinear ordinary
differential equations of the second order system Maple

Используя общую теорию стабильности дифференциальных уравнений, найдено решение этой задачи для частного вида уравнения. Получено условие, при котором связь между вариациями производных различных порядков, удовлетворяющих исходному дифференциальному уравнению, вырождается. Использована система компьютерной математики Maple
Ключевые слова: дифференциальное уравнение, стабильность, начальная задача, Maple

Бойко Олег Олегович
 Студент
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»
 г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Using the General stability theory of differential equations, the solution of this problem for a particular type of equation is obtained. The resulting condition under which the correlation between the variations of the derivatives of different orders that satisfy the original differential equation degenerates are detected. The system of computer mathematics Maple is used
Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Boyko Oleg Olegovich
 Student
 National research university "MPEI"
 Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Теория стабильности дифференциальных уравнений, предложенная в [1-3], имеет приложение в задачах резания металлов [4-6], в задаче о заклинивании поршня [7]. Теория основана на особенностях начальной задачи, замеченных ранее в задачах выпучивания конструкций в условии ползучести [8-14] и задаче о распределении напряжений в упругом теле [15]. Рассмотрим дифференциальное уравнение некоторого процесса

$$ax_t^2 + cx + bx_{tt} = 0, \quad (1)$$

где a и b – константы. Производные по времени обозначены как: $x_t = dx(t)/dt$, $x_{tt} = d^2x(t)/dt^2$. Определим точку неустойчивости порядка (0/3) в терминологии [16, с. 216]. Проварьируем уравнение (1):

$$2ax_t\Delta x_t + c\Delta x + b\Delta x_{tt} = 0. \quad (2)$$

Для определения условия неустойчивости по второй и третьей производной приращения функции $x(t)$ в уравнение должны входить эти величины. Если

вторая производная в уравнение входит, то для получения третьей производной необходимо продифференцировать (2) по времени:

$$2ax_t\Delta x_{tt} + (2ax_{tt} + c)\Delta x_t + b\Delta x_{ttt} = 0 \quad (3)$$

В соответствии с определением порядка неустойчивости (0/3), производные соответствующего порядка от приращений Δx и $\Delta \ddot{x}$ задаются в начальных условиях возмущенного процесса, описываемого уравнением (1). Для того, чтобы свести такую начальную задачу (обобщенную по [1]) к классической, необходимо из системы (2), (3) выразить приращения первой и второй производной функции через Δx и $\Delta \ddot{x}$. Запишем эту систему в матричной форме

$$A = \begin{pmatrix} 2ax_t & b \\ 2ax_{tt} + c & 2ax_t \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta x_t \\ \Delta x_{tt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix},$$

где правые части, содержащие приращение функции Δx и ее третьей производной $\Delta \ddot{x}$, обозначения как α_1 и α_2 . От значений этих величин решение задачи устойчивости не зависит, главное, что они не нулевые. Равенство определителя нулю означает вырождение связи между производными. Иными словами, если определитель равен нулю, то по таким обобщенным начальным условиям задачу поставить нельзя. К классической начальной задаче она не сводится. Приравняв определитель нулю, получаем условие неустойчивости уравнения порядка (0/3): $4a^2x_t^2 - b(2ax_{tt} + c) = 0$. Ускорение в это условие можно подставить из самого уравнения: $x_{tt} = -(ax_t^2 + x) / b$. В результате получаем условие неустойчивости $4a^2x_t^2 - b(2a(-(ax_t^2 + x) / b) + c) = 0$. Так как в это условие входит и функция и ее производная, то неустойчивость зависит от их сочетания.

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное же решение можно получить средствами Maple [15,16]. Приведем соответствующие операторы:

```
> s:=diff(dx(t),t)=-
(a*dx(t)^2+c*x(t))/b,diff(x(t),t)=dx(t);
> f:={x(t),dx(t)}:
> inc1:=x(0)=0,dx(0)=1:
> inc2:=x(0)=0,dx(0)=2:
> inc3:=x(0)=0,dx(0)=3:
> fn1:=dsolve({s,inc1},f,numeric,output=listprocedure):
> fn2:=dsolve({s,inc2},f,numeric,output=listprocedure):
> fn3:=dsolve({s,inc3},f,numeric,output=listprocedure):
> X1:=subs(fn1,x(t)):
> X2:=subs(fn2,x(t)):
> X3:=subs(fn3,x(t)):
> plot([X1,X2,X3],0..6,color=[red,blue,black]);
```

В решении использована форма Коши дифференциального уравнения, производная функции обозначена $dx(t)$. Для численного решения используется опция **numeric** оператора **dsolve** решения дифференциального уравнения [15]. Начальные значения записаны в отдельные переменные **inc1**, **inc2**, **inc3**, отличающиеся только начальной скоростью. Все три решения выводятся на печать оператором **plot**.

Рис. 1. Численное решение (1) при условии $a = 6$, $b = 7$, $c = 1$ и начальных условиях: $x(0) = 0$, 1) $x_t(0) = 1$, 2) $x_t(0) = 2$, 3) $x_t(0) = 3$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М.Н. Точки неустойчивости дифференциального уравнения // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. 2010. № 2 (8). С. 191-197.
3. Кирсанов М.Н. Математические основы некоторых задач механики // Известия вузов. Строительство. 1996. №6. С. 39-44.
4. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сариллов М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
5. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариллов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
6. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
7. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №10. С. 37-40.
8. Кирсанов М.Н. Начальное закритическое поведение сжатого стержня в условиях ползучести // Прикладная механика и техническая физика. 1993. № 2. С. 152.
9. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условиях ползучести. Ч. 1. Стержни. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
10. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // Int.J.Eng.Sci. 1997. Volume. 5. No.3. Pp. 221-227.
11. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Vol. 33, No. 4. P. 573-576.
12. Кирсанов М.Н., Ключников В.Д. Определение особых точек процесса деформирования сжатого стержня в условиях ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1993. № 3. С. 144.
13. Кирсанов М.Н. Неустойчивость цилиндрической оболочки при ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1986. №6. С. 126-129.
14. Кирсанов М.Н. Неустойчивость распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.
15. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
16. Голоскоков Д.П. Практический курс математической физики в системе Maple. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.205

Поступила (Received): 05.06.2016

Волостнов Д.К.
Формула для прогиба фермы, загруженной
по нижнему поясу в зависимости от
распределения площадей сечений поясов

Volostnov D.K.
The formula for the deflection of the truss, loaded on the bottom
depending on the distribution of section areas of the belts

Найдено аналитическое выражение для прогиба статически определимой упругой фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и жесткостей сечений стержней. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

Found an analytical expression for the elastic deflection of statically determinate truss, depending on its size, load, number of panels and the stiffness of the rod cross section. Forces in rods are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Волостнов Дмитрий Кириллович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Volostnov Dmitry Kirillovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В работе [1] автором была получена компактная формула для прогиба фермы (рис. 1) при условии, что все стержни имеют одинаковую жесткость (модуль упругости E и площадь поперечного сечения F). В настоящей работе ставится задача учета неравномерного распределения жесткости по стержням фермы. Выделяются три группы стержней, в которых площади поперечных сечений выражаются через некоторую фиксированную величину $F_i = F / k_i$: горизонтальные стержни длиной a , входящие в решетку и нижний пояс (поправочный коэффициент k_1), стойки длиной b (коэффициент k_2) и раскосы длиной $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, с поправочным коэффициентом равен k_3 . Как и в [1] решение ищем в аналитической форме, используя метод индукции и систему компьютерной математики Maple. Ранее в [2-9] метод индукции использовался для вывода расчетных формул для плоских ферм, в [10-14] – для пространственных. В общем случае метод применим для любых регулярных систем [15,16], в том числе и при построении линий влияния прогиба в фермах [17-19]. За основу расчета усилий

в стержнях примем достаточно универсальную программу [20], написанную на языке Maple и позволяющую получать аналитические выражения для усилий.

Рис. 1. Ферма тремя панелями в половине пролета ($n=3$)

Прогиб находим по формуле Максвелла – Мора: $\Delta = \sum_{i=1}^m S_i N_i l_i / (EF_i)$, где S_i – усилия в стержнях фермы от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к узлу в середине пролета, l_i – длины стержней, $m = 4(3n + 1)$ – число стержней вместе с тремя стержнями, моделирующими опоры (два – неподвижную левую и один – подвижную правую). Индукция по десяти фермам при $n = 1, \dots, 10$, дает следующий результат: $EF \Delta = P(X_n a^3 k_1 + Y_n b^3 k_2 + Z_n c^3 k_3) / (12b^2)$, где коэффициенты, зависящие от числа панелей, имеют вид [1]:

$$X_n = (5n^2 + 10n - 6)(n + 1)^2 ; \quad Y_n = (5n^2 + 7n - 4)(n - 1)n ;$$

$$W_n = 6 + 4n - 11n^2 + 8n^3 + 5n^4.$$

Графики зависимости относительного прогиба $\Delta' = EF \Delta / P_{sum}$, $P = P_{sum} / (2n - 1)$ от числа панелей n при $L = an = 20$ м, $H = bn = 5$ м в зависимости от перераспределения площадей сечения по группам стержней приведены на рис. 2. Наименьший прогиб соответствует равным сечениям ($k_1 = k_2 = k_3 = 1$).

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей.
Размеры – в метрах

Список используемых источников:

1. Волостнов Д.К. Формула прогиба балочной фермы, загруженной по нижнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. №2-2(2). С. 39–40.
2. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
3. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2016. N 1 (29). P. 84-105.
4. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
5. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование прогиба плоской балочной фермы под действием равномерной нагрузки // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3.
6. Тиньков Д.В. Анализ влияния условий закрепления на прогиб плоской балочной фермы с нисходящими раскосами // Trends in Applied Mechanics and Mechatronics. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 52-56.
7. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
8. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
9. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42–48.
10. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. №1(41). С. 93-100.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43
14. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 52-58.
15. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
16. Кирсанов М.Н., Ханьсян Ц. Математическая модель и анализ колебаний ножничного механизма с произвольным числом элементов // Человек. Общество. Инклюзия. 2016. № 2-часть 1 (26). С. 175-182.
17. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7
18. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
19. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
20. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

© 2016, Волостнов Д.К.

Формула для прогиба фермы, загруженной по нижнему поясу в зависимости от распределения площадей сечений поясов

© 2016, Volostnov D.K.

The formula for the deflection of the truss, loaded on the bottom depending on the distribution of section areas of the belts

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.208

Поступила (Received): 24.06.2016

Герасимов С.А.**Об экспериментальной аэродинамике
осциллятора с зонтообразным крылом****Gerasimov S.A.****On experimental aerodynamics of oscillator
with the umbrella-shaped wing**

Сила сопротивления среды, действуя на одно из тел осциллирующей системы, может создавать подъемную силу. Для этого необходимо обеспечить асимметрию силы сопротивления. Один из способов сделать это – использовать несимметричное крыло, колеблющееся в вертикальном направлении. Существует мнение, согласно которому в этом случае подъемная сила должна быть направлена в сторону выпуклой стороны крыла. Точное экспериментальное изучение показывает, что это не всегда так. Измеренная подъемная сила, создаваемая конусообразным крылом, существенна, но направлена в обратную сторону. Измерения потерь энергии, необходимой для создания подъемной силы, находятся в согласии с этим заключением. Получается, что крыло, движущееся острием вверх, заставляет воздух направляться вниз

Ключевые слова: вибрационное перемещение, колебания, подъемная сила, потери энергии

Герасимов Сергей Анатольевич

Кандидат физико-математических наук, доцент
Южный федеральный университет
г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 5

The resistance force acting on a body of the oscillating bodies system can exert the lift force. It is necessary to provide with the asymmetry of the resistance force in order to make such a system to fly. A way to do it is to use a non-symmetric wing vibrating in vertical direction. There exists an opinion that in this case the lift force is directed to the side of the convex part of the asymmetric wing. The exact experimental investigations show that this is not always true. The measured lift force created vibrating cone-shaped wing is essential but it is directed downward. The measurements of the energy losses necessary to produce the lift force indicate the results correlating with this conclusion. It so happens that the wing moving in direction of the point makes air to divert in opposite direction

Key words: vibrational drift, oscillations, lift force, energy losses

Gerasimov Sergey Anatolievich

Candidate of Physics and Mathematics Sciences,
Associate Professor
Southern federal university
Rostov-on-Don, Zorge st., 5

Под эффектом вибрационного перемещения понимается возникновение направленного в среднем движения за счет ненаправленных в среднем колебательных воздействий [1]. Если записать уравнение движения системы двух взаимодействующих тел, на одно из которых действует сила трения или сила сопротивления среды, а второе совершает гармонические или негармонические колебания, оказывается, что центр масс такой системы движется под действием внешних сил, одной из которых является сила сопротивления среды или сила трения [2]. Для того, чтобы средняя скорость центра масс такой системы была

отлична от нуля, в данном случае сила сопротивления среды должна быть асимметрична, то есть, ее взятое по модулю максимальное значение в течение одной части периода колебаний, должно существенно отличаться от аналогичного значения в течение другой. Асимметрия сопротивления среды может возникать либо из-за асимметрии внутренней силы [3], с которой взаимодействуют тела, либо из-за асимметрии коэффициента сопротивления среды [4]. Результатом такого подхода к динамике системы тел, находящейся в той или иной среде, стал ряд проектов, качественных [5] и количественных [6-8], направленных на разработку принципиально нового летательного аппарата, основанного на вибрационном перемещении. Сомневаться в разумности таких предложений [5,6] не следует хотя бы потому, что такой способ перемещения имеет место в жидкости [9]. Другое дело, что подъемная сила, возникающая при вибрационном перемещении, может оказаться очень малой. Вероятно, по этой причине первые измерения такой подъемной силы нельзя считать удачными [10,11].

Судя по всему, задача состоит в разработке наиболее точного метода измерения веса вибрирующей системы тел, на одно из которой действует окружающая среда [12]. Поскольку речь идет о движении тела в среде, то задача, разумеется, имеет отношение к аэродинамике. В свою очередь, задачей аэродинамики является не только изучение подъемной силы, но и определение потерь энергии, необходимой на ее создание. При этом, та и другая величины должны измеряться одновременно. Это позволит сделать измерения однозначными: для того, чтобы создать подъемную силу, надо затратить энергию.

Датчик силы должен быть деформируемым. Для этого лучше всего подходит пружина S , по существу играющая роль вторичной обмотки простейшего трансформатора с переменным коэффициентом усиления (рис. 1). Первичной обмоткой может послужить катушка C с большим числом витков; входное напряжение такого трансформатора – переменное, низкой частоты.

Осциллятор представляет собой простейший планарный механизм E с отношением длины ведомого звена к длине ведущего (1 см), равным 3. Масса осциллятора – 225 г. Частота колебаний конусообразного крыла массой $m=11$ г радиусом $r=10$ см и длиной образующей $l=20$ см регулируется изменением постоянного напряжения V . Параметр асимметрии крыла в динамическом режиме $\delta \approx 1,5$ [13].

Регистрируемое двухканальным электронным осциллографом O падение напряжения U_R на резисторе R связано с мощностью P , потребляемой двигателем осциллятора, простым соотношением $P=(V-U_R)U_R/R$, позволяющим достаточно точно изучить потери энергии, затрачиваемой на взаимодействие крыла с атмосферой. Второй канал электронного осциллографа предназначен для измерения амплитуды U_2 падения напряжения на пружине.

Первое, на что обязательно следует обратить внимание, это – калибровка, другими словами, – связь веса осциллятора W с амплитудой переменного напряжения U_2 . Казалось бы, это – второстепенная характеристика, имеющая крайне опосредованное отношение к тому, как взаимодействует конусообразное тело с атмосферой. Не совсем так. Дело в том, что калибровка может зависеть от частоты: причин более, чем достаточно. А поскольку, ожидать, что подъемная сила

такой конструкции будет очень большой, было бы заблуждением, то придется этот неприятный факт обязательно принять в расчет. Наконец, калибровка позволяет оценить не только точность проведения измерений, но и проверить сам метод измерения веса вибрирующего тела.

Рис. 1. Экспериментальная установка

При сравнительно малых амплитудах напряжения U_2 , что соответствует сравнительно большим значениям веса невибрирующего ($f=0$) и вибрирующего ($f=2$ Гц) осциллятора, влияние колебаний достаточно ощутимо (рис. 2).

Даже без учета влияния частоты среднеквадратичное отклонение экспериментальных значений веса от аппроксимации калибровочной зависимости (сплошная кривая на рис. 2) составляет 0,002 Н.

Следующая неприятность проведения точных измерений – дрейф параметров экспериментальной установки, который обусловлен не только и не столько зависимостью от времени параметров генератора низкой частоты, двухканального электронного осциллографа и окружающей температуры, сколько зависимостью от времени и от нагрузки коэффициента жесткости пружины. Чтобы его учесть, измерения следует проводить следующим образом. Сначала в статическом режиме, то есть при неработающем осцилляторе следует измерить вес $W_U(0)$ (крыло острием вверх (U), частота равна нулю), затем через небольшой интервал времени измерить вес $W_U(f)$ при работающем осцилляторе и той же ориентации крыла. Эти величины надо измерить с таким же небольшим интервалом времени при различных частотах, раз речь идет об обнаружении эффекта с подтверждением его зависимости от частоты. Следующий этап: провести аналогичные измерения величин $W_D(0)$ (крыло острием вниз (D), $f=0$) и $W_D(f)$ (крыло острием вниз, частоты те же). Если W_0 – вес осциллятора с крылом в неработающем состоянии, то изменение веса $\Delta W(f)$, с точностью до знака равное подъемной силе, будет:

$$\Delta W(f) = W_0(W_U(f)/W_U(0) - W_D(f)/W_D(0))/2.$$

Такая процедура автоматически учитывает и зависимость калибровки от частоты, и дрейф аппаратуры, если измерения производятся спустя один и тот же интервал времени. Каждое измерение следует проводить много раз; электронный осциллограф позволяет это сделать автоматически, а частота входного напряжения достаточно низка, чтобы провести точную цифровую обработку зависимости выходного напряжения от времени.

Рис. 3. Экспериментальная зависимость изменения веса несимметричного осциллятора от частоты

Зависимость изменения веса ΔW от частоты оказалась неожиданной (рис. 3). Самое основное: с возрастанием частоты несимметричный осциллятор с ориентацией крыла острием вверх становится тяжелее. Вообще говоря, в рамки идеологии вибрационного перемещения это не укладывается. Это вовсе не означает, что об идее вибрационного полета придется забыть. Наоборот, о ней надо вспомнить, учитывая все аэродинамические тонкости задачи. Надо вспомнить, что самолет и вертолет летают вовсе не из-за закона Бернулли, а просто потому, что крыло самолета и винт вертолета “дуют вниз”, то есть направляют потоки воздуха вниз, создавая, тем самым, подъемную силу [14]. В приложении к результату, показанному на рис. 3, это – более, чем смелое утверждение, поэтому нужны подтверждения.

Рис. 4. Потери энергии в зависимости от частоты

Что было бы с потерями энергии, если бы вес осциллятора не зависел от ориентации крыла? Ответ очевиден. Разность потерь энергии $\Delta P(f)$, представляющая собой мощность P , потребляемую осциллятором с крылом, ориентированным острием вверх, минус мощность, отбираемую двигателем планарного механизма и крылом с острием вниз, с точностью до ошибок измерений равнялась бы нулю, или, по крайней мере, была бы пренебрежимо мала. Этого не случилось (рис. 4). То, что разность потерь энергии $\Delta P(f)$ с возрастанием частоты растет, – очевидно. Немного смущает поведение этой величины в области частот, близких к 3 Гц. Но и изменение веса $\Delta W(f)$ в этой области слегка занижено (рис. 3). Поэтому придется признать: то, что изображено на рис. 3 не только вполне корректно, но и имеет независимое подтверждение. Что касается утверждения, согласно которому нормально ориентированный зонт при движении вверх направляет воздух вниз, с ним еще аэродинамике придется долго разбираться. Существенный вклад в аэродинамическое решение задачи может и должно внести вибрационное перемещение. Есть же предположение, что машущий полет лишь частично работает за счет аэродинамики; вторая часть этой пока до конца нерешенной задачи по праву может принадлежать динамике системы материальных тел, частным и чрезвычайно интересным случаем, которой является вибрационное перемещение несимметричного осциллятора в среде с сопротивлением.

Список используемых источников:

1. Блехман И.И. Вибрационное перемещение. М.: Наука, 1964. 504 с.
2. Nappo F. Sulla Influenza Indiretta Delle Forze Interne Sul Moto Del Baricentro // *La Ricerca Scientifica, Rendiconti*. 1965. V. 8. No 1. P. 3-14.
3. Герасимов С.А. Сопротивление среды в динамике симметричного тела с переменным центром масс // *Инженерная физика*. 2011. № 6. С. 13-16.
4. Gerasimov S.A. Vibrational Drift with Quadratic Drag // *Mechanics of Solids*. 2007. V. 42. No 2. P. 184-189.
5. Блехман И.И. О вибрационной механике и вибрационной технике. М.: 1988. Наука. 208 с.
6. Нагаев Р.Ф., Тамм Е.А. Вибрационное перемещение в среде с квадратичным сопротивлением движению // *Машиноведение*. 1980. № 4. С. 3-8.
7. Gerasimov S.A. Vibrational Displacement in Gravity Field // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 2003. V. 44. No 6. P. 786-789.
8. Герасимов С.А. О вибрационном полете симметричной системы // *Известия Вузов. Машиностроение*. 2015. № 8. С. 3-7.
9. Сорокодум Е.Д. Об усредненной силе, действующей на осциллирующее в жидкости зонтообразное тело // *Акустический журнал*. 1981. Т. 27. № 5. С. 794-794.
10. Герасимов С.А. Об определении подъемной силы вибрационного летательного аппарата. // *Естественные и технические науки*. 2005. № 6. С. 128-132.
11. Герасимов С.А. Вращательно-колебательное движение несимметричного тела в атмосфере // *Инженерная физика*. 2010. № 4. С. 18-21.
12. Герасимов С.А. Вибролет на привязи: подготовка к эксперименту // *Учебная физика*. 2008. № 1. С. 73-78.
13. Герасимов С.А. Параметр асимметрии зонтообразного тела // *Успехи современного естествознания*. 2006. № 7. С. 20-22.
14. Anderson A., Eberhardt S. *Understanding Flight*. New York: McGraw-Hill. 2001. 240 p.

© 2016, Герасимов С.А.

Об экспериментальной аэродинамике осциллятора
с зонтообразным крылом

© 2016, Gerasimov S.A.

On experimental aerodynamics of oscillator with the
umbrella-shaped wing

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.214

Поступила (Received): 18.06.2016

Доманов Е.В.

Аналитическая зависимость прогиба пространственной консоли треугольного профиля от числа панелей

Domanov E.V.

The analytical dependence of the deflection spatial console triangular profile of the number of panels

Решена задача о прогибе статически определимой упругой фермы под действием сосредоточенной силы. Вычисления производятся по формуле Максвелла-Мора. Обобщение частных решений на общее выполняется методом индукции с использованием системы компьютерной математики Maple. Найдено предельное свойство полученного решения

Ключевые слова: ферма, прогиб, индукция, точное решение

The problem of the elastic deflection of statically determinate trusses under the action of concentrated forces is solved. Calculations are done using Maxwell-Mohr. The synthesis of particular solutions for the total runs by induction using the computer algebra system Maple. Found the limit property of the solution

Key words: truss, deflection, induction, the exact solution

Доманов Евгений Викторович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Domanov Evgeny Viktorovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Консольная ферма (рис. 1) состоит из трех одинаковых секций с крестообразной решеткой (рис. 2). Боковые секции имеют высоту f , нижняя – $2b$, длина панели в секциях – a . Ферма загружена сосредоточенной на конце консоли силой P .

Рис. 1. Ферма при $n=4$

Рис.2. Боковая секция

Ставится задача вывода формулы для прогиба консоли при произвольном числе панелей. Аналогичная задача решалась в [1-9] для плоских ферм и в [10-13] для пространственных. Использовался метод индукции и программа для расчета усилий в стержнях статически определимых ферм, написанная на языке символьной математики Maple [14]. В обзорах [15,16] даны приведены некоторые точные решения для плоских ферм, полученные этим методом, в [17-19] построены линии влияния. Решение начинается с задания математической модели конструкции. Вводятся координаты шарниров:

```
> for i to n+1 do
> x[i,1]:=a*(i-1): x[i,2]:=0: x[i,3]:=0:
> x[i+n+1,1]:=x[i,1]: x[i+n+1,2]:=b: x[i+n+1,3]:=h:
> x[i+2*n+2,1]:=x[i,1]: x[i+2*n+2,2]:=2*b:
> x[i+2*n+2,3]:=0:
> od:
```

В этом фрагменте программы первый индекс в **x** – номер точки, второй – номер оси (1 – x, 2 – y, 3 – z). Структура фермы вводится по аналогии с заданием графа, в данном случае это пространственный граф. Указывается порядок соединения шарниров и стержней. Например, запись **Nbeg[i]:=i; Nend[i]:=i+n+2;** означает, что стержень *i* соединен одним концом с шарниром *i*, другим – с шарниром *i+n+2*. Нумерация шарниров и стержней для ферма с *n*=3 приведена на рисунке 3.

Рис. 3. Стержни и узлы фермы при *n*=3

Расчет прогиба проводится по формуле Максвелла – Мора. Последовательный расчет десяти ферм позволил найти закономерность образования коэффициентов в решении. В результате чего была получена следующая формула:

$$EF\Delta = \frac{P}{8h^2}(A_n a^3 + B_n b^3 + C_n c^3 + D_n d^3 + F_n f^3),$$
 где $f = \sqrt{h^2 + b^2}$, $c = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$, $d = \sqrt{a^2 + 4b^2}$, а коэффициенты в формуле найдены как решения рекуррентных уравнений с помощью операторов Maple: $A_n = 5n + 4n^3$, $B_n = 4$, $C_n = 4n$, $D_n = n$,

$F_n = 2 + 2(-1)^n$. С увеличением числа панелей прогиб закономерно увеличивается. Но если зафиксировать длину консоли $L=na$, то зависимость оказывается сложнее. При неограниченном увеличении числа панелей имеется предел:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta = P \frac{(b^2 + h^2)^{3/2} + 2b^3}{2h^2 EF}.$$

Кривые зависимости прогиба от размера b при разных n и от числа панелей даны на рисунках 4 и 5.

Рис. 4. Зависимость от h

Рис. 5. Зависимость от n

Список используемых источников:

1. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32
2. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
3. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2016. N 1 (29). P. 84-105
4. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
5. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3. С. 7-11.
8. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
9. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. №1(41). С. 93-100.

13. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. *Инженерно-строительный журнал*. 2013. №5(40). С. 52–58.
14. Кирсанов М. Н. *Maple и Maplet. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
15. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. №6. С. 21-28.
16. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
17. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // *Вестник научных конференций*. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
18. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
19. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.

© 2016, Доманов Е.В.

Аналитическая зависимость прогиба
пространственной консоли треугольного профиля
от числа панелей

© 2016, Domanov E.V.

The analytical dependence of the deflection spatial
console triangular profile of the number of panels

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.218

Поступила (Received): 18.06.2016

Евстигнеев Д.Е. Исследование стабильности и решение нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения в системе Maple

Evstigneev D.E.
Study of constancy and solution of nonlinear ordinary
differential equation in system Maple

Найдено условие, при котором связь между вариациями производных различных порядков, удовлетворяющих дифференциальному уравнению, вырождается. Для примера получено численное решение классической начальной задачи методами системы компьютерной математики Maple с применением оператора *dsolve*

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, стабильность, начальная задача, Maple

Found the condition under which the correlation between the variations of the derivatives of different orders, satisfying the differential equation degenerates. For example, a numerical solution of the classical initial value problem by methods of computer algebra system Maple using the *dsolve* operator is obtained

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Евстигнеев Дмитрий Евгеньевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Evstigneev Dmitry Evgenovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В [1-3] изложены некоторые положения теории стабильности дифференциальных уравнений. Эта теория имеет приложение в задачах в задаче о заклинивании поршня [7], резания металлов [4-6]. Основой теории являются особенности начальной задачи, замеченные в задаче о напряжениях в неоднородном упругом теле [8] и проблеме выпучивания конструкций в условии ползучести [9-15]. Здесь будет рассмотрено нелинейное уравнение вида

$$a\ddot{x}\dot{x} + bx^2 + cx = 0, \quad (1)$$

где a, b и c – произвольные вещественные константы. Производные по времени t обозначены точками. Найдем условие неустойчивости порядка $(0/3)$. Согласно [16, с. 216] проварьируем уравнение:

$$a\ddot{x}\Delta\dot{x} + a\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2bx\Delta x + c\Delta x = 0. \quad (2)$$

Чтобы найти условие неустойчивости необходимо продифференцировать (2) по времени:

$$a\ddot{x}\Delta\dot{x} + a\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2a\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2b\dot{x}\Delta x + 2bx\Delta\dot{x} + c\Delta\dot{x} = 0. \quad (3)$$

Согласно определению порядка неустойчивости (0/3), величины Δx и $\Delta \ddot{x}$ задаются в начальных условиях возмущенного процесса, описываемого уравнением (1). Для того, чтобы свести такую начальную задачу (обобщенную по [1]) к классической Коши, необходимо из системы (2), (3) выразить приращения первой $\Delta \dot{x}$ и второй производной $\Delta \ddot{x}$ через заданные приращения. Запишем систему (2,3) в матричной форме

$$\begin{pmatrix} a\ddot{x} & a\dot{x} \\ a\ddot{x} + 2bx + c & 2a\ddot{x} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta \dot{x} \\ \Delta \ddot{x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix},$$

где введены обозначения y_1, y_2 для слагаемых, содержащих заданные возмущенные производные (в данном случае нулевая и третья). Если определитель равен нулю, то это означает, что связи между производными вырождаются. К начальной задаче Коши поставленная задача с такими начальными условиями не сводится. Приравняв определитель нулю, получаем условие неустойчивости уравнения порядка (0/3):

$$a\ddot{x}^2 - \dot{x}(a\ddot{x} + 2abx + c) = 0. \quad (4)$$

Вторую производную (ускорение) в это условие можно подставить из самого уравнения: $\ddot{x} = -x(bx + c) / (a\dot{x})$. Дифференцируем (4) еще раз по времени:

$$\ddot{x} = -(2bx + c) / a + x(bx + c)\ddot{x} / (a\dot{x}^2)$$

и подставим это выражение в условие неустойчивости. В результате получаем условие

$$3x^2(b^2x^2 + 2cbx + c^2) / \dot{x}^2 = 0. \quad (5)$$

Отсюда очевидно, что одними из условий неустойчивости является равенство $x=0$. Другое условие – кратный корень уравнения $b^2x^2 + 2cbx + c^2 = 0$, $x = -c/b$, не зависящий от скорости.

Рис. 2. Численное решение (1).

1 – $x(0) = 0, \dot{x}(0) = 1$; 2 – $x(0) = 2, \dot{x}(0) = -0,2$

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное же решение можно получить средствами Maple [16]. Приведем соответствующие операторы, взяв произвольные начальные данные и параметры a, b, c :

```
> restart:a:=1:b:=-60:c:=1:
> s:=diff(dx(t),t)=-
x(t)*(b*x(t)+c)/dx(t)/a,diff(x(t),t)=dx(t):
> f:={x(t),dx(t)}:
> ic1:=x(0)=0,dx(0)=1:
> ic2:=x(0)=2,dx(0)=-0.2:
> fn1:=dsolve({s,ic1},f,numeric,output=listprocedure):
> fn2:=dsolve({s,ic2},f,numeric,output=listprocedure):
> X1:=subs(fn1,x(t)):X2:=subs(fn2,x(t)):
> plot([X1,X2],0..1,color=[red,blue,black],thickness=2);
```

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // *Exponenta Pro. Математика в приложениях*. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М.Н. Точки неустойчивости дифференциального уравнения // *Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния*. 2010. № 2 (8). С. 191-197.
3. Кирсанов М.Н. Математические основы некоторых задач механики // *Известия вузов. Строительство*. 1996. №6. С. 39-44.
4. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сариллов М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
5. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариллов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
6. Ивахненко А. А. Применение вариационного исчисления в задачах управления качеством продукции и процессов машиностроения // *Проблемы и достижения в инновационных материалах и технологиях машиностроения*. 2015. С. 111-113.
7. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2006. №10. С. 37-40.
8. Kirsanov M.N. Stress distribution instability in the plane problem of the theory of elasticity of heterogeneous bodies // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 2013. Vol. 54. Iss. 3. P. 487-490.
9. Kirsanov M.N. Initial transcritical behavior in a compressed rod under creep conditions // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 1993. Vol. 3. Iss. 2. P. 292-295.
10. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 1992. Vol. 33, Iss. 4. P. 573-576.
11. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условии ползучести. Ч. 1. Стержни. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
12. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // *Int.J.Eng.Sci.* 1997. Vol. 5. No.3. P. 221-227.
13. Kirsanov M.N. Buckling of a ductile column under rigid loading // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 1994. Vol. 35. Iss. 4. P. 634-638.
14. Kirsanov M.N., Klyushnikov V.D. Singular points of deformation process and creep buckling of a cylindrical shell // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 1994. Vol. 35. Iss. 5. P. 761-769.
15. Kirsanov M.N., Sporykhin A.N. Instability of a spherical body under uniform loading // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 1979. Vol. 20. Iss. 1. P. 123-126.
16. Кирсанов М.Н. Практика программирования в системе Maple. М.: МЭИ, 2011. 208 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.221

Поступила (Received): 17.06.2016

Ерзунов И.А.**Условие стабильности нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения в системе Maple****Erzunov I.A.****The condition of constancy of a nonlinear ordinary differential equation in system Maple**

В аналитической форме найдено условие, при котором связь между вариациями производных различных порядков, удовлетворяющих уравнению, вырождается. Методами системы компьютерной математики Maple с применением оператора dsolve получено численное решение начальной задачи

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, стабильность, начальная задача, Maple

In an analytical form the condition under which the correlation between the variations of the derivatives of different orders that satisfy the equation degenerates was found. By the methods of computer algebra system Maple using the dsolve operator the numerical solution of the initial problem is obtained

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Ерзунов Илья Алексеевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Erzunov Ilya Alekseevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Исследование условий стабильности дифференциальных уравнений [1-3] имеет практическое приложение во многих технологических задачах [4-6], в задаче о движении поршня пневматики [7], в задачах выпучивания реологических конструкций [8-14], а также в задаче о распределении напряжений в неоднородном упругом теле [15].

Рассмотрим дифференциальное уравнение некоторого динамического одномерного процесса

$$a\ddot{x} + b\dot{x} + \sqrt{x} = 0, \quad (1)$$

где a, b – произвольные вещественные константы. Определим условие неустойчивости порядка (0/3). Малые отклонения функции и ее производных от основного процесса удовлетворяют уравнению:

$$a\Delta\ddot{x} + b\Delta\dot{x} + \Delta x / (2\sqrt{x}) = 0. \quad (2)$$

Продифференцируем (2) по времени:

$$a\Delta\ddot{x} + b\Delta\dot{x} + \Delta\dot{x} / (2\sqrt{x}) - \Delta x\dot{x} / (4x\sqrt{x}) = 0. \quad (3)$$

В соответствии с определением порядка неустойчивости, величины Δx и $\Delta\ddot{x}$ задаются в начальных условиях возмущенного процесса, описываемого уравнением (1). Для того, чтобы свести такую начальную задачу к задаче Коши,

необходимо из системы (2), (3) выразить приращение производных $\Delta\dot{x}$, $\Delta\ddot{x}$ через заданные приращения. Запишем соответствующие уравнения в матричной форме

$$\begin{pmatrix} b & a \\ 1/(2\sqrt{x}) & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta\dot{x} \\ \Delta\ddot{x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix}.$$

В правую часть системы отнесены заданные возмущения, зависящие от приращения функции и третьей производной (обозначены как α_1 , α_2). Равенство определителя нулю означает вырождение связи между производными и, следовательно, условию неустойчивости уравнения порядка (0/3): $a/(2\sqrt{x}) - b^2 = 0$. Откуда имеем значение функции: $x = a^2 / 4b^2$. На рисунке 1 построена кривая зависимости решения от параметра b при $a=4$

Рис. 1. Условие неустойчивости

Рис. 2. Численное решение (1). 1) $\dot{x}(0)=1$; 2) $\dot{x}(0)=2$; 3) $\dot{x}(0)=3$;

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное же решение (рис. 2) можно получить средствами Maple [16]. Приведем соответствующие операторы при $a=4$, $b=-3$:

$s := \text{diff}(dx(t), t) = (3*dx(t)-x(t)^(1/2))*(1/4), \text{diff}(x(t), t) = dx(t);$

```
f := {dx(t), x(t)};
inc1 := x(0) = 1, dx(0) = 1;
inc2 := x(0) = 1, dx(0) = 2;
inc3 := x(0) = 1, dx(0) = 3;
fn1 := dsolve({s, inc1}, f, numeric, output = listprocedure);
fn2 := dsolve({s, inc2}, f, numeric, output = listprocedure);
fn3 := dsolve({s, inc3}, f, numeric, output = listprocedure);
X1 := subs(fn1, x(t));
X2 := subs(fn2, x(t));
X3 := subs(fn3, x(t));
plot([X1, X2, X3], -1 .. 9, color = [red, blue, black], thickness = 2);
```

Аналитическое (приближенное) решение в рядах можно получить так:
`dsolve({s, inc1}, type=series, f) .`

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // *Exponenta Pro. Математика в приложениях*. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М.Н. Точки неустойчивости дифференциального уравнения // *Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния*. 2010. № 2 (8). С. 191-197.
3. Кирсанов М.Н. Математические основы некоторых задач механики // *Известия вузов. Строительство*. 1996. №6. С. 39-44.
4. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сариллов М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
5. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариллов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
6. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
7. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2006. №10. С. 37-40.
8. Kirsanov M. N. Initial transcritical behavior in a compressed rod under creep conditions. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. March 1993, Volume 34, Issue 2, pp 292-295.
9. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. July 1992, Volume 33, Issue 4, pp 573-576.
10. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условии ползучести. Часть 1. Стержни: учебное пособие. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
11. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // *Int.J.Eng.Sci*. 1997. Volume. 5. No.3. Pp. 221-227.
12. Kirsanov M. N. Buckling of a ductile column under rigid loading. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. July 1994, Volume 35, Issue 4, pp. 634-638.
13. Kirsanov M. N. Klyushnikov, V. D. Singular points of deformation process and creep buckling of a cylindrical shell. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. September 1994, Volume 35, Issue 5, pp. 761-769.
14. Kirsanov M. N., Sporykhin A. N. Instability of a spherical body under uniform loading. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. January 1979, Volume 20, Issue 1, pp. 123-126.
15. Кирсанов М.Н. Неустойчивость распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // *Прикладная механика и техническая физика*. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.
16. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.224

Поступила (Received): 03.06.2016

Заяц Э.Ю.**Прогиб плоской балочной фермы с треугольной
решеткой под действием равномерной
нагрузки по верхнему поясу****Zayac E.Yu.****The deflection of a flat beam truss with a triangular lattice
under the action of uniform load on the top belt**

Получено аналитическое выражение для прогиба фермы с параллельными поясами в зависимости от ее размеров, нагрузки и числа панелей. Усилия в стержнях определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Обобщение решения на произвольное число панелей производится методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

Заяц Эдуард Юрьевич

Студент

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

An analytical expression for the deflection of the truss with parallel belts depending on its size, load and number of panels is obtained. The forces in the rods are determined by cutting out the nodes in the system of computer mathematics Maple. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels produced by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Zayac Ehduard Yurievich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Ферма с треугольной решеткой и параллельными поясами (рис. 1) наиболее распространена в инженерной практике. Точное выражение для прогиба фермы имеет не только теоретическое, но и практическое значение для оценки деформативности конструкции. Вывод формулы для прогиба фермы с заданным числом панелей не составляет сложности. Применение систем компьютерной математики (Maple, Mathematica, Maxima) позволяет легко получить аналитические выражения для усилий в стержнях и прогиба фермы. Однако, обобщение результата на произвольное число панелей для рассматриваемой фермы в литературе неизвестно. В настоящей работе ставится цель получения такой зависимости методом индукции при загрузении фермы по верхнему поясу. Ранее подобные задачи решались для плоских [1-10] и пространственных ферм [11-14], в задаче о прогибе вантовой системы [15] и при расчете деформаций регулярного свайного фундамента [16].

Рис. 1. Ферма при $n=10$

Для расчет усилий (воспользуемся хорошо зарекомендовавшей себя программой [17]) необходимо задать координаты узлов (шарниров) фермы. Соответствующий фрагмент программы применительно к рассматриваемой ферме на языке Maple имеет вид:

```
> for i to n do #нижний пояс
> x[i]:=2*a*(i-1)+a: y[i]:=0:
> od:
> for i to 2*n+1 do #верхний пояс
> x[i+n]:=a*(i-1): y[i+n]:=b:
> od:
```

Специальные векторы задают порядок соединения стержней. Так, например, в цикле задаются стержни нижнего пояса:

```
> for i to n-1 do N[i]:=[i,i+1]; od:
```

В цикле по числу стержней заполняется матрица системы уравнений равновесия узлов (направляющие косинусы усилий, вычисленные по координатам шарниров). Решение получается методом обратной матрицы. Система составляется и решается дважды: для нагрузки P и для единичной горизонтальной силы, приложенной к середине пролета. Решение (в символьной форме) задачи о прогибе с использованием формулы Максвелла – Мора для ферм с различным числом панелей дает последовательности коэффициентов, общие члены которых можно найти в системе Maple (оператор `rsolve`).

Рис. 2. Прогиб при $a = L / (2n)$, $L = 10$ м

В итоге получаем следующее решение

$$EF\Delta = \frac{P(A_n a^3 + B_n b^3 + C_n c^3)}{2b^2},$$

где $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, а коэффициенты имеют вид: $A_n = \frac{(3 - \cos(\pi n))(1 + 5n^2)n^2}{24}$,

$B_n = 1 - \cos(\pi n)$, $C_n = \frac{n^2(3 - \cos(\pi n))}{4}$. Графики (рис. 2) зависимости прогиба

$\Delta' = \Delta EF / P_\Sigma$ от числа панелей при заданной общей нагрузке $P_\Sigma = (2n - 1)P$ и фиксированной длине пролета $L = 2na = 10$ м обнаруживают множество локальных экстремумов, позволяющих оптимизировать конструкцию. Высота фермы b указана в метрах. В [18,19] методом индукции получен и прогиб в балочных фермах с учетом строительного подъема и закреплений опор.

Список используемых источников:

1. Вальтер А. М. Прогиб плоской балочной статически определимой фермы с треугольной решеткой // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. Ч. 1. Тамбов, 2015. С. 53-54.
2. Жакетов Д.Д., Яцков В.Б. Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой // Наука и образование в XXI веке. Ч. 7. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 34-36.
3. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
5. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
9. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
14. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 52-58.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
17. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

18. Ларичев С.А. Индуктивный анализ влияния строительного подъема на жесткость пространственной балочной фермы // *Trends in Applied Mechanics and Mechatronics*. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 4-8.
19. Тиньков Д.В. Анализ влияния условий закрепления на прогиб плоской балочной фермы с нисходящими раскосами // *Trends in Applied Mechanics and Mechatronics*. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 52-56.

© 2016, Заяц Э.Ю.

Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу

© 2016, Zayac E.Yu.

The deflection of a flat beam truss with a triangular lattice under the action of uniform load on the top belt

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.228

Поступила (Received): 03.06.2016

Киреева О.И.**Реализация метода сопряженных градиентов
для задачи Дирихле в прямоугольнике****Kireeva O.I.****Conjugate gradient method implementation for
the Dirichlet problem in rectangle**

В статье предлагается модификация метода сопряженных градиентов для решения задачи Дирихле в прямоугольной области. Решение разностных уравнений сводится к итерационному процессу на основе модификации метода сопряженных градиентов. Демонстрируются результаты экспериментов и реализация алгоритма в среде MathCad

Ключевые слова: метод сопряженных градиентов, стационарное уравнение теплопроводности

The article proposes a modification of the Conjugate gradient method for solving the Dirichlet problem in rectangular area. The solution of difference equations is reduced to recursive process on the basis of the modification of the conjugate gradient method. Shows the results of experiments and algorithm implementation in MathCad Wednesday

Key words: conjugate gradient method, stationary heat conduction equation

Киреева Ольга Ильинишна

Кандидат физико-математических наук, доцент
Российский государственный социальный
университет
г. Москва, ул. В. Пика, 4 А

Kireeva Olga Ilyinichna

Candidate of Physico-mathematical Sciences,
Associate Professor
Russian state social university
Moscow, V. Pika st., 4 A

Будем рассматривать стационарную краевую задачу теплопроводности в прямоугольной области [1, 2].

Простейшая разностная схема для уравнения Пуассона в прямоугольнике (задача Дирихле) имеет вид

$$-\Delta h U = -\alpha_x \frac{U_{i+1,j} - 2U_{i,j} + U_{i-1,j}}{h_x^2} - \alpha_y \frac{U_{i,j+1} - 2U_{i,j} + U_{i,j-1}}{h_y^2} = f_{i,j},$$

$$1 \leq i \leq N - 1$$

$$1 \leq j \leq M - 1$$

$$U_{i,0} = g_0(x_i), U_{i,M} = g_1(x_i), 0 \leq i \leq N$$

$$U_{0,j} = g_2(y_j), U_{N,j} = g_3(y_j), 0 \leq j \leq M - 1,$$

где $f_{i,j} = f(x_i, y_j)$, $x_i = i * hx$, $y_j = j * hy$, $hx = \frac{x}{N}$, $hy = \frac{y}{M}$ и коэффициенты $\alpha_x > 0, \alpha_y > 0$

Далее требуется решить систему линейных алгебраических уравнений

$$A\bar{x} = \bar{b} \quad (1)$$

с положительно определенной матрицей A порядка n .

Рассмотрим функционал

$$f(\bar{x}) = (\bar{x}, A\bar{x}) - 2(\bar{b}, \bar{x}), \quad (2)$$

представляющий многочлен второго порядка относительно $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Обозначим через $\bar{x}^*$ решение системы (1), т.е. $\bar{x}^* = A^{-1}\bar{b}$. В силу симметричности и положительной определенности матрицы, имеем:

$$\begin{aligned} f(\bar{x}) - f(\bar{x}^*) &= (\bar{x}, A\bar{x}) - 2(\bar{b}, \bar{x}) - (\bar{x}^*, A\bar{x}^*) + 2(\bar{b}, \bar{x}^*) \\ &= (\bar{x}, A\bar{x}) - 2(\bar{x}, A\bar{x}^*) + (\bar{x}^*, A\bar{x}^*) = (\bar{x} - \bar{x}^*, A(\bar{x} - \bar{x}^*)) \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

При этом знак равенства возможен лишь при $\bar{x} = \bar{x}^*$. Таким образом, задача решения уравнения (1) сводится к задаче отыскания вектора $\bar{x}$, обращающего в минимум функционал (2). Для отыскания такого вектора применим следующий метод.

Пусть $\bar{x}^{(0)}$ – произвольный начальный вектор, а

$$\bar{r}^{(0)} = \bar{b} - A\bar{x}^{(0)} \quad (4)$$

вектор невязок системы. Покажем, что вектор невязок $\bar{r}^{(0)}$ имеет направление нормали к поверхности $f(\bar{x}) = f(\bar{x}^{(0)})$ в точке $(\bar{x}) = (\bar{x}^{(0)})$. В самом деле, направление нормали совпадает с направлением быстрейшего изменения функции $f(\bar{x})$ в точке $(\bar{x}) = (\bar{x}^{(0)})$. Это направление мы найдем, если найдем среди векторов $\bar{c}$, для которых $(\bar{c}, \bar{c}) = const$, такой вектор, что

$$\left| \frac{d}{d\alpha} f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}) \right|_{\alpha \rightarrow 0}$$

имеет наибольшее значение. Но

$$\begin{aligned} f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}) &= (\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}, A\bar{x}^{(0)} + \alpha A\bar{c}) - 2(\bar{b}, \bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}) \\ &= \alpha^2(\bar{c}, A\bar{c}) - 2\alpha(\bar{b} - A\bar{x}^{(0)}, \bar{c}) + (\bar{x}^{(0)}, A\bar{x}^{(0)}) - 2(\bar{b}, \bar{x}^{(0)}) \\ &= \alpha^2(\bar{c}, A\bar{c}) - 2\alpha(\bar{r}^{(0)}, \bar{c}) + f(\bar{x}^{(0)}); \end{aligned}$$

$$\frac{d}{d\alpha} f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}) = 2\alpha(\bar{c}, A\bar{c}) - 2(\bar{r}^{(0)}, \bar{c});$$

$$\left| \frac{d}{d\alpha} f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{c}) \right|_{\alpha \rightarrow 0} = 2|\bar{r}^{(0)}, \bar{c}|$$

Но среди векторов $\bar{c}$ постоянной длины $|\bar{r}^{(0)}, \bar{c}|$ достигает максимального значения, если $\bar{c}$ имеет направление вектора $\bar{r}^{(0)}$ или ему противоположное. Будем двигаться из точки $\bar{x}^{(0)}$ в направлении вектора $\bar{r}^{(0)}$ до тех пор, пока функция $f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{r}^{(0)})$ достигает минимального значения. Это будет при $\frac{d}{d\alpha} f(\bar{x}^{(0)} + \alpha\bar{r}^{(0)}) = 0$, т.е. при

$$\alpha_0 = \frac{(\bar{r}^{(0)}, \bar{r}^{(0)})}{(\bar{r}^{(0)}, A\bar{r}^{(0)})}. \quad (5)$$

Вектор

$$\bar{x}^{(1)} = \bar{x}^{(0)} + \alpha_0 \bar{r}^{(0)} \quad (6)$$

и принимаем за новое приближение к решению.

Продолжая процесс, получим последовательности векторов $\{\bar{x}^{(k)}\}$, $\{\bar{r}^{(k)}\}$, $\{\bar{p}^{(k)}\}$, определяемые рекуррентными соотношениями:

$$\bar{p}^0 = \bar{r}^{(0)} = \bar{b} - A\bar{x}^{(0)}; \alpha_k = \frac{(\bar{r}^{(k)}, \bar{p}^{(k)})}{(\bar{p}^{(k)}, A\bar{p}^{(k)})};$$

$$\bar{x}^{(k+1)} = \bar{x}^{(k)} + \alpha_k \bar{p}^{(k)}; \bar{r}^{(k+1)} = \bar{b} - A\bar{x}^{(k+1)} = \bar{r}^{(k)} - \alpha_k A\bar{p}^{(k)}$$

Данный метод является развитием практических идей [2].

Метод сопряженных градиентов удобно реализовать в программной среде Mathcad, результаты выводить в виде трехмерных графиков.

Эксперимент 1. Размеры пластины $X=Y=\pi$, число отрезков разбиения $N=M=50$, коэффициенты $\alpha_x=1$, $\alpha_y=1$, сток тепла $f(x,y)=-10 \sin \frac{\pi}{50}x \sin \frac{\pi}{50}y$, граничные условия линейные $g_0(x)=x$, $g_1(x)=Y+x$, $g_2(y)=y$, $g_4(y)=X+y$, точность $\varepsilon=10^{-3}$. Потребовалось 90 итераций.

Эксперимент 2. Размеры пластины $X = Y = \pi$, число отрезков разбиения $N = M = 50$, коэффициенты $\alpha_x = 1$, $\alpha_y = 1$, источник тепла $f(x, y) = 0$, граничные условия линейные $g_0(x) = x$, $g_1(x) = Y + x$, $g_2(y) = y$, $g_4(y) = X + y$, точность $\varepsilon = 10^{-3}$. Потребовалось 88 итераций.

Эксперимент 3. Размеры пластины $X = Y = \pi$, число отрезков разбиения $N = M = 50$, коэффициенты $\alpha_x = 1$, $\alpha_y = 1$, источник тепла $f(x, y) = 10 \sin x \sin y$, граничные условия однородные $g_0(x) = 0$, $g_1(x) = 0$, $g_2(y) = 0$, $g_4(y) = 0$, точность $\varepsilon = 10^{-3}$. Потребовалась 1 итерация.

Список используемых источников:

1. Попова Т.М. Методы решения задач математической физики. Издательство Тихоокеанского государственного университета, 2008.
2. Сошенко М.В., Киреева О.И., Лебедева М.В. Разработка систем вентиляции с утилизаторами тепла кипящего слоя // Фундаментальные и прикладные научные исследования. 2015. С. 54-55.

© 2016, Киреева О.И.

Реализация метода сопряженных градиентов для задачи Дирихле в прямоугольнике

© 2016, Kireeva O.I.

Conjugate gradient method implementation for the Dirichlet problem in rectangle

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.232

Поступила (Received): 16.06.2016

Китаев С.С.

Пример неустойчивости нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

Kitaev S.S.

An example of constancy of nonlinear ordinary differential equation of the second order

Приведен пример неустойчивости уравнения, как явления вырождения связи между приращениями производных функции различных порядков. С помощью системы компьютерной математики Maple получено численное решение начальной задачи. Использован оператор *dsolve* с опцией *numeric*

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, устойчивость, начальная задача, Maple

Китаев Сергей Сергеевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

The example of constancy of the equation, as a phenomenon of degeneration of relationships between the increments of the derivatives of functions of various orders is presented. Using the computer algebra system Maple numerical solution of the initial problem is obtained with use of operator *dsolve* and numeric option

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Kitaev Sergey Sergeevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Теория устойчивости динамических процессов, описываемых дифференциальными уравнениями [1], имеет широкие и до конца еще не изученные приложения в технике. В частности, эффект неустойчивости обнаружен и экспериментально доказан применительно к процессу резания металлов [2-4], в задаче о движении поршня с учетом заклинивания [5] и в задачах теории выпучивания конструкций в условии ползучести [6-11]. Теория применима и для уравнений в частных производных, например в проблемах распределения напряжений в неоднородном упругом теле [12,13].

Хотя степень опасности точек неустойчивости (особых точек начальной задачи) еще в полной мере не исследована, изучение приложений на наличие таких сочетаний начальных условий, значений функций (места), и характеристик движения (скорости) при которых происходит неограниченный рост приращений одних переменных при как угодно малых заданных других, имеет практический смысл. Весьма интересно, например, приложение изучения этого явления в динамике микромеханических гироскопов [14], где определяющую

роль играет нелинейность (в основном кубического типа) определяющих уравнений процесса.

Рассмотрим дифференциальное уравнение некоторого одномерного процесса с обобщенной координатой x

$$a\ddot{x} + b\dot{x}^2 + cx\dot{x} = 0, \quad (1)$$

где a , b и c – некоторые произвольные вещественные константы. Найдем условие неустойчивости порядка (0/3). Проварьируем уравнение (1):

$$a\Delta\ddot{x} + 2b\dot{x}\Delta\dot{x} + cx\Delta\dot{x} + c\dot{x}\Delta x = 0. \quad (2)$$

Дифференцируем (2) по времени:

$$a\Delta\ddot{\ddot{x}} + 2b\ddot{x}\Delta\dot{x} + 2b\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2c\dot{x}\Delta\dot{x} + cx\Delta\ddot{x} + c\ddot{x}\Delta x = 0. \quad (3)$$

Условие неустойчивости ищем по отношению к возмущениям нулевой и третьей производной приращения Δx , $\Delta\ddot{x}$. Выразим приращение функции $\Delta\dot{x}$ и $\Delta\ddot{x}$ через эти величины. Соответствующую систему запишем в матричной форме

$$\begin{vmatrix} 2b\dot{x} + cx & a \\ 2b\dot{x} + 2c\dot{x} & 2b\dot{x} + cx \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \Delta\dot{x} \\ \Delta\ddot{x} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{vmatrix},$$

где для правых частей, содержащих приращения Δx , $\Delta\ddot{x}$, введены обозначения α_1 , α_2 . Равенство определителя нулю есть условие неустойчивости и означает вырождение связи между производными. Таким образом, если определитель равен нулю, то по заданным начальным приращениям задачу поставить нельзя. Она не сведется к классической начальной задаче. Из равенства определителя нулю получаем условие неустойчивости уравнения порядка (0/3): $4b^2\dot{x}^2 + 4bcx\dot{x} + c^2x^2 - 2ab\ddot{x} - 2ac\dot{x} = 0$. Вторую производную подставим сюда из самого уравнения: $\ddot{x} = -\dot{x}(b\dot{x} + cx)/a$. В результате получаем условие $6b^2\dot{x}^2 + 6bcx\dot{x} + c^2x^2 - 2ac\dot{x} = 0$.

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное же решение можно получить средствами Maple [15,16], записав уравнение в форме Коши. При $a=3$, $b=2$ и $c=1$ имеем следующее численное решение:

```
>sys1:= diff(dx(t),t)=(-2*dx(t)^2-x(t)*dx(t))/3,
diff(x(t),t)=dx(t);
>F:={x(t),dx(t)};
>InC:=x(0)=-1.757359314,dx(0)=1;# начальные условия
>Sol:=dsolve({sys1,InC},F,numeric,output=listprocedure);
>X:=subs(Sol,x(t));
>plot(X,-2..6,thickness=2);
```

На рисунке 1 приведена соответствующая кривая:

**Рис. 1. Решение дифференциального уравнения (1)
при условии: $x(0) = -1.757359314$ $\dot{x}(0) = 1$**

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сариков М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
3. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариков М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
4. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
5. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №10. С. 37-40.
6. Кирсанов М.Н. Начальное закритическое поведение сжатого стержня в условиях ползучести // Прикладная механика и техническая физика. 1993. № 2. С. 152.
7. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условиях ползучести. Ч. 1. Стержни. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
8. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // Int.J.Eng.Sci. 1997. Volume. 5. No.3. Pp. 221-227.
9. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Volume 33, No. 4. Pp. 573-576.
10. Кирсанов М.Н., Ключников В.Д. Определение особых точек процесса деформирования сжатого стержня в условиях ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1993. № 3. С. 144.
11. Кирсанов М.Н. Неустойчивость цилиндрической оболочки при ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1986. №6. С. 126-129.
12. Кирсанов М.Н. Нестабильность распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.

13. Кирсанов М.Н. Эволюция кривых неустойчивости напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я.
14. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2012. № 2 (12). С. 124-128.
15. Воробьев В.А., Меркурьев И.В., Подалков В.В. Погрешности волнового твердотельного гироскопа при учете нелинейности колебаний резонатора // Гироскопия и навигация. 2005. № 1 (48). С. 15-21.
16. Кирсанов М. Н. Maple и Maple. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
17. Голоскоков Д. П. Практический курс математической физики в системе Maple. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.

© 2016, Китаев С.С.

Пример неустойчивости нелинейного
обыкновенного дифференциального уравнения
второго порядка

© 2016, Kitaev S.S.

An example of constancy of nonlinear ordinary
differential equation of the second order

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.236

Поступила (Received): 19.06.2016

Колосов Н.А.

Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу с учетом распределения площадей сечения стержней

Kolosov N.A.

The horizontal offset supports are arched truss, loaded on the upper zone taking into account the distribution of the cross-section areas of the rods

Решена задача о смещении опоры в зависимости от размеров фермы, нагрузки, числа панелей и жесткости поясов. Усилия в аналитической форме определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

The problem of the displacement of the support depending on the size of the truss, load, number of panels and the stiffness of the belts. Forces of rods in analytical form are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is used

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Колосов Никита Андреевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kolosov Nikita Andreevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о горизонтальном смещении опоры при одинаковых сечениях стержней фермы (рис. 1) решена в [1]. Смещение разыскивалось по формуле Максвелла – Мора с вычислением усилий в стержнях по программе [2], написанной в системе компьютерной математики Maple.

Рис. 1. Ферма при $n=3$

Подобные задачи методом индукции решались ранее для плоских ферм [3-8], пространственных [9-12], для вантовой статически определимой системы [13] и подвески гироскопа с произвольным числом связей [14]. Метод индукции применим и для вывода уравнений линий влияния [15-17] и для задач с учетом реологии материала [18-20]. Некоторые примеры индуктивного вывода формул для прогиба плоских ферм можно найти в обзорах [21-23].

Решим задачу о смещении опоры фермы (рис. 1) в случае разных сечений стержней, обобщив таким образом, решение [1]. Воспользуемся интегралом Максвелла – Мора в форме $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF_i}$, где EF_i – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной (безразмерной) горизонтальной силы, приложенной к подвижной правой опоре, l_i – длины стержней. В результате обобщения последовательности решений десяти ферм имеем следующую формулу

$$EF \Delta = P (A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (6ab),$$

где $F_i = F / k_i$, а коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням решетки и стержням нижнего пояса длиной a , k_2 – к вертикальным, k_3 – к стержням верхнего пояса и раскосам решетки. Обозначено также: $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, $C_n = n(n-1)(5n^2 + 9n + 1)$, $B_n = n(n-1)(5n^2 + 7n - 4)$, $A_n = (5n^2 + 10n - 6)(n+1)^2$.

Введем относительный (размерности длины) прогиб $\Delta' = EF \Delta / P_0$, где $P_0 = (2n+3)P$ – суммарная нагрузка на ферму. Зафиксируем пролет фермы и ее высоту $L = an, b_0 = bn$. Зависимости прогиба от числа панелей отображены в графиках на рисунке 2 при $L = 30$ м, $b_0 = 5$ м.

Рис. 2. Зависимость от числа панелей

Список используемых источников:

1. Колосов Н.А. Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, загруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 85-88.
2. Кирсанов М. Н. Maple и Marplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
5. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
7. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
8. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой системы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. №1. С. 49-53.
11. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
12. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
13. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
14. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
15. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
16. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
17. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
18. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
19. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
22. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.

© 2016, Колосов Н.А.

Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, загруженной по верхнему поясу с учетом распределения площадей сечения стержней

© 2016, Kolosov N.A.

The horizontal offset supports are arched truss, loaded on the upper zone taking into account the distribution of the cross-section areas of the rods

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.239

Поступила (Received): 29.06.2016

Коненков М.А.**Формула зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей****Konenkov M.A.****The formula of dependence of deflection of a flat beam farm with a triangular lattice of panels**

Выведена формула для прогиба балочной фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки и числа панелей. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции и операторы `rgf_findrecur` и `rsolve` системы Maple. **Ключевые слова:** ферма, деформация, индукция, Maple

The formula for deflection of a girder, depending on its size, load and number of panels is derived. The forces in rods are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction and operators `rgf_findrecur` and `rsolve` of Maple are used. **Key words:** truss, deformation, induction, Maple

Коненков Михаил Александрович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Konenkov Mikhail Aleksandrovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Схема статически определимой фермы с треугольной решеткой и параллельными поясами (рис. 1) относится к числу наиболее распространенных в инженерной практике. Несмотря на это, точной формулы для прогиба этой фермы в зависимости от числа панелей не существует. Расчет фермы с наперед заданным числом элементов не представляет сложности и может быть выполнен в рамках студенческого курса по теоретической или строительной механике. Получить же обобщение решения на произвольное число панелей существенно сложнее и, как показывает практика, доступно лишь с помощью метода индукции, ранее примененного в аналогичных задачах для плоских [1-8] и пространственных [9-12] ферм. Метод индукции для вывода аналитических решений применяется и в других регулярных системах [13-16]. Обзор некоторых работ по этой теме можно найти в [1,17].

Алгоритм, использованный в настоящей работе, основан на компьютерной программе [18] для определения усилий в стержнях фермы. Программа написана на языке символьной математики Maple [19,20]. В программе вычисляются направляющие косинусы усилий в стержнях, действующих на узлы

фермы. Координат узлов записываются в массивы. Задается порядок соединения стержней с узлами. Система уравнений равновесия узлов решается в матричном виде.

Рис. 1. Ферма при $n=4$

Для данной нагрузки прогиб определяется по упрощенной формуле Максвелла – Мора $\Delta = P \sum_{i=1}^m \frac{S_i^2 l_i}{EF}$, где EF – жесткость стержней (одинаковая в такой постановке), S_i – усилия в стержнях от действия единичной сила $P=1$, l_i – длины стержней. В данной конструкции с n панелями число стержней, включая опорные, равно $6n+2$. Суммирование же производится только по деформируемым стержням (опоры предполагаются жесткими), $m=6n-1$. Из анализа серии решений для ферм с различным числом панелей были получены последовательности коэффициентов, для которых методами Maple найдены общие члены – коэффициенты искомой формулы. Получено следующее выражение:

$$EF \Delta_n = P \frac{A_n a^3 + n c^3 + (1 - (-1)^n) b^3}{2b^2},$$

где $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, коэффициент $A_n = n(2n^2 + 1) / 3$ получен с помощью операторов Maple `rgf_findrecur` и `rsolve` [18]. Зависимость прогиба, отнесенного к EF/P , от числа панелей при $L=an=20$ м дана на рисунке 2.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей, $L=20$ м

Список используемых источников:

1. Кийко Л. К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
2. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
6. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
8. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
9. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
11. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
12. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 52-58.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
14. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
15. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
16. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
17. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
18. Кирсанов М. Н. Maple и Maple. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
19. Голоскоков Д. П. Практический курс математической физики в системе Maple. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.
20. Матросов А. В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. СПб: БХВ-Петербург, 2001. 528 с.
21. Ванин М.В., Каганович А.Ф. О жесткости простой балочной фермы с произвольным числом панелей // Вестник научных конференций. 2016. № 3-6(7). С. 18-19.

© 2016, Коненков М.А.

Формула зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей

© 2016, Konenkov M.A.

The formula of dependence of deflection of a flat beam farm with a triangular lattice of panels

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.242

Поступила (Received): 30.06.2016

Коротков А.В. Преобразование чисел Пифагора

Korotkov A.V. The conversion of numbers of Pythagoras

The article contains materials on the legacy of Pythagoras, Diophantus, Fibonacci. Materials on the Pythagorean triples in terms of using in a multidimensional Euclidean space. The paper is organized in the traditional symbolism, based on the needs of the applications that are used appropriate materials. However, their consideration may be extended by the number of constituent elements. This makes it accessible to students, teachers and scientists specializing in many fields of science and technology

Ключевые слова: Пифагор, Диофант, матрицы, числа, преобразования

Коротков Анатолий Васильевич

Доктор физико-математических наук, кандидат технических наук, академик МАСИ, доцент
Шахтинский завод гидропривод
г. Шахты, пер. Якутский, 2

The article is devoted to the analysis of power series, using the musical scale advantages of the Golden section. The base of the number and initial frequency of a multiple of the amount 1,61803398875 that characterizes the Golden ratio. This leads to the standard frequency of 435 Hz corresponding to the note "La" first octave. The combined effect of musical instruments, hearing and the relevant space can create the effect of musical resonance

Key words: Pythagoras, Diophantus, matrix, number, convert

Korotkov Anatoly Vasilyevich

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Academician of the MASI, Associate Professor
Shakhty factory gidroprivod
Shakhty, Yakutsky lane, 2

В [1] подчеркивается, что тройки Пифагора могут быть умножены друг на друга. При этом используется матричное исчисление и матрицы преобразования позволяющие получить произведение матрице-строки и квадратной матрицы, а также двух квадратных матриц третьего порядка друг на друга, причем результатом произведения является Пифагорова тройка чисел. Эти матрицы могут быть задействованы также для чисел Фибоначчи и имеют следующий вид

$$a1 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ -2 & -1 & -2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} \quad a2 = \begin{vmatrix} -1 & -2 & -2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} \quad a3 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} \quad a4 = \begin{vmatrix} -0,5 & 1 & 0,5 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,5 & 1 & 1,5 \end{vmatrix}$$

Нами найдены четыре квадратные матрицы третьего порядка, осуществляющие преобразование пифагоровых троек в пифагоровы тройки. Это матрицы a1, a2, a3, a4 приведенные выше, проиллюстрируем эти слова результатами произведения матрицы

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & -2 & -2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \begin{vmatrix} 3 & 4 & 5 \\ -2 & -1 & -2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 12 & 13 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} & a_1^{-1} &= \begin{vmatrix} 2 & -1 & -2 \\ -2 & 2 & 3 \end{vmatrix} \\
 a_2 &= \begin{vmatrix} 3 & 4 & 5 \\ -1 & -2 & -3 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & 8 & 17 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} & a_2^{-1} &= \begin{vmatrix} -1 & 2 & -2 \\ -2 & 1 & -2 \\ 2 & -2 & 3 \end{vmatrix} \\
 a_3 &= \begin{vmatrix} 3 & 4 & 5 \\ 1 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 21 & 20 & 29 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} & a_3^{-1} &= \begin{vmatrix} 1 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \\ -2 & -2 & 3 \end{vmatrix} \\
 a_4 &= \begin{vmatrix} 3 & 4 & 5 \\ -0,5 & 1 & 0,5 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0,5 & 1 & 1,5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 12 & 13 \end{vmatrix} & a_1^{-1} &= \begin{vmatrix} -0,5 & 1 & -0,5 \\ 1 & 1 & -1 \\ -0,5 & -1 & 1,5 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

Очевидно, что произведения матриц дают различные результаты, что может быть задействовано для получения различных последовательностей. Ранее для этой же цели нами использовались рекуррентные соотношения. Произведения матриц целесообразно использовать в программной среде Mathcad. Основные свойства произведения матриц следующие:

– Матрицы-строки задействуют пифагоровы тройки, сумма квадратов двух первых чисел в них определяет квадрат третьего числа.

– Результатом произведения матрицы строки на квадратную матрицу обеспечивается получение пифагоровы матрицы-строки.

– Очень важно, что использование произведения матриц преобразования 3*3 обеспечивает получение степеней и произведений отдельных матриц. Очевидно, что первые три матрицы определяются целыми числами.

– Четвертая матрица задействует полуцелые числа вида $n/2$. Однако получаемые произведения задействуют только целые числа.

– Очень важно, что квадратные матрицы фиксируют также обратные матрицы, причем эти матрицы (кроме преобразования Фибоначчи) определяются только целыми числами. Очевидно также, что произведения матрицы обратного преобразования на матрицу прямого преобразования, как и должно, быть дает единичную матрицу.

– Таким образом, преобразования пифагоровых троек располагают произведением, обратными матрицами и единичной матрицей, так что они образуют целочисленную (несмотря на операцию деления) мультипликативную группу.

$$\begin{aligned}
 \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ -2 & -1 & -2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} &=^{-1} \begin{vmatrix} 1 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -2 \\ -2 & 2 & 3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} -1 & -2 & -2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} &=^{-1} \begin{vmatrix} -1 & 2 & -2 \\ -2 & 1 & -2 \\ 2 & -2 & 3 \end{vmatrix} \\
 \begin{vmatrix} -1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix} &=^{-1} \begin{vmatrix} 1/4 & 1 & - \\ 1 & 1 & -1 \\ - & -1 & 5/4 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 3 \end{vmatrix} &=^{-1} \begin{vmatrix} 1 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & -2 \\ -2 & -2 & 3 \end{vmatrix}
 \end{aligned}$$

Это пожалуй редкий пример, целочисленной группы преобразований. Имеем:

(3 4 5)	*	(a ₁) ¹	=	(7 24 25)
(7 24 25)	*	(a ₁) ¹	=	(9 40 41)
(9 40 41)	*	(a ₁) ¹	=	(11 60 61)
(11 60 61)	*	(a ₁) ¹	=	(13 84 85)
(13 84 85)	*	(a ₁) ¹	=	(15 112 113)
...	...	...	...	...
(3 4 5)	*	(a ₂) ¹	=	(15 8 17)
(15 8 17)	*	(a ₂) ¹	=	(35 12 37)
(35 12 37)	*	(a ₂) ¹	=	(63 16 35)
(63 16 35)	*	(a ₂) ¹	=	(99 20 101)
(99 20 101)	*	(a ₂) ¹	=	(143 24 145)
...	...	...	...	...
(3 4 5)	*	(a ₄) ¹	=	(21 20 29)
(21 20 29)	*	(a ₄) ¹	=	(119 120 169)
(119 120 169)	*	(a ₄) ¹	=	(697 696 985)
(697 696 985)	*	(a ₄) ¹	=	(4059 4060 5741)
(4059 4060 5741)	*	(a ₄) ¹	=	(2366 2366 3346)
...	...	...	...	...
(3 4 5)	*	(a ₃) ¹	=	(5 12 13)
(5 12 13)	*	(a ₃) ¹	=	(16 30 34)
(16 30 34)	*	(a ₃) ¹	=	(39 80 89)
(39 80 89)	*	(a ₃) ¹	=	(105 208 233)
(105 208 233)	*	(a ₃) ¹	=	(272 546 610)
...	...	...	...	...

Таким образом, можно сформировать четыре типа последовательностей с применением матриц прямого (либо обратного) преобразований. Из них путем различных комбинаций можно построить значительное число последовательностей. Вот некоторые из них:

3	5	7	9	3	15	35	63	3	21	119	697	3	21	119	697
4	12	24	40	4	8	12	16	4	20	120	696	4	20	120	696
5	13	25	41	5	17	37	65	5	29	169	985	5	29	169	985
21	55	105	171	21	65	133	225	5	55	297	1755	15	65	403	2325
20	48	88	140	20	72	156	272	12	48	304	1748	8	72	396	2332
29	73	137	221	29	97	205	353	13	73	425	2477	17	97	565	3293
119	297	555	893	119	403	855	1475	7	105	555	3293	35	133	133	4905
120	304	572	924	120	396	832	1428	24	88	572	3276	12	156	156	4928
169	425	797	1285	169	565	1193	2053	25	137	797	4645	37	205	205	6953
697	1755	3293	5311	697	2325	4905	8437	9	171	893	5311	63	225	1475	8437
696	1748	3276	5280	696	2332	4928	8484	40	140	924	5280	16	272	1428	8484
985	2477	4645	7489	985	3293	6953	11965	41	221	1285	7489	65	353	2053	11965

Каждая третья строка является суммой квадратов двух предыдущих строк. Более серьезное значение подобных последовательностей дает процесс объединения троек Пифагора и троек Диофанта, при этом получаются шестерки чисел Пифагора-Диофанта, так что сумма пяти квадратов определяет квадрат шестого числа. Это видно из следующей таблицы:

-1	-7	-17	-31	-1	7	23	47	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
----	----	-----	-----	----	---	----	----	----	---	----	---	----	---	----	---

3	5	7	9	3	15	35	63	3	21	119	697	3	21	119	697
4	12	24	40	4	8	12	16	4	20	120	696	4	20	120	696
5	13	25	41	5	17	37	65	5	29	169	985	5	29	169	985
7	17	31	49	7	23	47	79	7	41	239	139	7	41	239	139
10	26	50	82	10	34	74	130	10	58	338	197	10	58	338	197
1	7	17	31	1	-7	-23	-47	-7	7	-7	7	7	-7	7	-7
21	55	105	171	21	65	133	225	5	55	297	175	15	65	403	232
20	48	88	140	20	72	156	272	12	48	304	174	8	72	396	233
29	73	137	221	29	97	205	353	13	73	425	247	17	97	565	329
41	103	193	311	41	137	289	497	17	10	601	350	23	13	799	465
58	146	274	442	58	194	410	706	26	14	850	495	34	19	113	658
-1	-7	-17	-31	-1	7	23	47	-	17	-17	17	23	-	-23	-23
119	297	555	893	119	403	855	147	7	10	555	329	35	13	133	490
120	304	572	924	120	396	832	142	24	88	572	327	12	15	156	492
169	425	797	128	169	565	119	205	25	13	797	464	37	20	205	695
239	601	112	181	239	799	168	290	31	19	112	656	47	28	289	983
338	850	159	257	338	113	238	410	50	27	159	929	74	41	410	139
1	7	17	31	1	-7	-23	-47	-	31	-31	31	47	-	47	-47
697	175	329	531	697	232	490	843	9	17	893	531	63	22	147	843
696	174	327	528	696	233	492	848	40	14	924	528	16	27	142	848
985	247	464	748	985	329	695	119	41	22	128	748	65	35	205	119
139	350	656	105	139	465	983	169	49	31	181	105	79	49	290	169
197	495	929	149	197	658	139	239	82	44	257	149	13	70	410	239

Этим таблицам соответствуют шестимерные матрицы преобразования чисел Пифагора-Диофанта, расширяющие трехмерные квадратные матрицы преобразования пифагоровых чисел. Они имеют вид:

$$b_1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ -1 & -2 & -1 & -2 & -3 & -4 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad b_2 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -2 & -2 & -3 & -4 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$b_3 = 1/2 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & -1 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 2 & 2 & 3 & 3 \\ -1 & 1 & 2 & 3 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad b_4 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Эти таблицы позволяют получать бесконечные последовательности шестерок чисел Пифагора-Диофанта таких, что сумма квадратов двух чисел троек матриц, а также сумма квадратов пяти чисел шестерок матриц дает квадраты третьего и шестого числа. Особое значение приобретает не только построение бесконечного множества последовательностей и их классификация, а также то, что матрицы преобразования можно перемножать между собой. Так, например, преобразования

$$a_1 * a_1$$

$$a_1 * a_2$$

$$a_1 * a_3$$

$$a_1 * a_4$$

a_2*a_1	a_2*a_2	a_2*a_3	a_2*a_4
a_3*a_1	a_3*a_2	a_3*a_3	a_3*a_4
a_4*a_1	a_4*a_2	a_4*a_3	a_4*a_4

дают некоторые примеры для получения троек Пифагора, а матрицы

b_1*b_1	b_1*b_2	b_1*b_3	b_1*b_4
b_2*b_1	b_2*b_2	b_2*b_3	b_2*b_4
b_3*b_1	b_3*b_2	b_3*b_3	b_3*b_4
b_4*b_1	b_4*b_2	b_4*b_3	b_4*b_4

дают некоторые примеры для получения шестерок Пифагора-Диофанта. Более того, такое многообразие матриц может быть каплей в море, если каждую матрицу представить в виде степени отдельных матриц. Это позволяет обеспечить процесс кодирования и декодирования чисел Пифагора и Пифагора-Диофанта. Так что кодам 1:0; 0:1, либо 0:0 соответствуют разные матрицы преобразования.

$$b_1^{1*}b_2^0 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ -1 & -2 & -1 & -2 & -3 & -4 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad b_1^{1*}b_2^1 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 4 & 8 & 11 & 16 \\ -3 & -4 & -1 & -4 & -5 & -8 \\ 4 & 8 & 4 & 9 & 12 & 18 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Степень чисел может быть увеличена до бесконечности любого числа. Таким образом, найдены матрицы преобразований третьего и шестого порядков, последние определяют преобразования троек Пифагора и троек Диофанта. Эти преобразования определяют бесконечные последовательности троек и шестерок Пифагора и Диофанта. Число этих последовательностей также бесконечно велико.

Список используемых источников:

1. Коротков А.В. Сборник отдельных научных работ. Таблицы чисел Пифагора, Диофанта, Фибоначчи. Новочеркасск: НОК, 2013. 44 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.247

Поступила (Received): 19.06.2016

Кружков Е.П.**Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей и перераспределения площадей стержней****Kruzhkov E.P.****The horizontal offset supports of flat arched truss with a triangular lattice depending on the number of panels and the redistribution of the areas of the rods**

Решена задача о смещении подвижной опоры фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и площадей сечений стержней. Усилия определяются в символьной форме методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

Кружков Евгений Петрович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

The problem of displacement of the movable support of the truss depending on its size, load, number of panels and the section areas of the rods is solved. Forces in rods are defined symbolically using cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels applied the method of induction is applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Kruzhkov Evgeny Petrovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о горизонтальном смещении опоры ферма (рис. 1) для постоянных сечений стержней решена автором в аналитическом виде для произвольного числа панелей в [1]. Использован метод индукции и компьютерная программа для определения усилий в стержнях фермы [2] на языке компьютерной математики Maple. Аналогичные задачи решены этим же методом для плоских статически определимых ферм [3-9], вантовой системы [10], подвески гироскопа [11], для пространственных ферм [12-15]. Более сложные задачи решены методом индукции при построении линий влияния в фермах [16-18]. Обзоры работ по расчету ферм в символьной форме для произвольного числа панелей содержатся в [19-21]. В настоящей работе решение [1] обобщается на случай разных сечений стержней.

Рис. 1. Ферма с четырьмя панелями в половине пролета ($n=4$)

Прогиб определяем по формуле Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF_i}$, где l_i – длины стержней, EF_i – их жесткость, S_i – усилия в стержнях от действия нагрузки P , N_i – усилия в стержнях от действия единичной горизонтальной силы, приложенной к подвижной опоре. Результатом анализа последовательности решений десяти ферм явилась формула:

$EF \Delta = P(A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / (ab)$, где $C_n = n(4n^2 + 3n - 1) / 3$, $B_n = 2n$, $A_n = 2n(1 + 2n)$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням решетки длиной $2a$, k_2 – к вертикальным, k_3 – к стержням поясов и раскосам решетки. Графики полученной зависимости при $L = an = 10$ м даны на рисунке 2. Обозначено $\Delta' = EF \Delta / P$.

Рис. 3. Зависимость от коэффициентов жесткости поясов ($L=10$ м и $b=1$ м)

- 1: $k_1 = 1$, $k_2 = 0,6$, $k_3 = 1,3$; 2: $k_1 = 1,3$, $k_2 = 1$, $k_3 = 1$;
3: $k_1 = 1$, $k_2 = 1$, $k_3 = 1$; 4: $k_1 = 1$, $k_2 = 1,3$, $k_3 = 0,6$

Список используемых источников:

1. Кружков Е.П. Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). Ч. 1. С. 90-91.
2. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
- Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3. С. 7-11.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
8. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
9. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
10. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой системы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. №1. С. 49-53.
14. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
15. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
16. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
17. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
18. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
19. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.

© 2016, Кружков Е.П.

Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей и перераспределения площадей стержней

© 2016, Kruzhkov E.P.

The horizontal offset supports of flat arched truss with a triangular lattice depending on the number of panels and the redistribution of the areas of the rods

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.250

Поступила (Received): 18.06.2016

Кузнечихин А.А.

Формула для прогиба арочной фермы треугольного очертания с произвольным числом панелей при загрузении верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей сечений стержней

Kuznechikhin A.A.

The formula for deflection of the arched truss triangular shape with an arbitrary number of panels under the loading of the upper zone, depending on the redistribution of the areas of the sections

Дается вывод формулы для прогиба статически определимой плоской симметричной фермы. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для вычисления прогиба используется интеграл Мора. Решение обобщается на произвольное число панелей методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, интеграл Мора

Кузнечихин Андрей Александрович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

The derivation of the formula for deflection of statically determinate planar symmetric truss is given. The forces in rods are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. For calculation of deflection is used the Mohr' integral. The solution is generalized to an arbitrary number of panels by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, Mohr' integral

Kuznechikhin Andrew Aleksandrovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В [1] автором получена формула для прогиба статически определимой фермы (рис. 1) со стержнями постоянного сечения. Для определения усилий в стержнях использована компьютерная программа [2], написанная в системе Maple. В настоящей работе ставится задача учета распределения площадей сечений стержней по трем различным группам стержней. Для определения прогиба

необходимо воспользоваться формулой Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{m_j} S_i s_i l_i / (EF_j)$,

где $F_j = F / k_j$ – площади сечений отдельных групп стержней (поясов и решетки), S_i – усилия в стержнях от нагрузки, распределенной по узлам нижнего пояса, s_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы,

приложенной к среднему узлу нижнего пояса, l_i – длины стержней, $m = \sum_{j=1}^3 m_j = 8n + 4$ – число стержней, $n = 2n_0$.

Рис. 1. Ферма при $n=4$

Решения для плоских ферм этим же методом ранее получены в [3-11], для пространственных – в [12-15]. В обзорах [16-18] можно также найти решения на основе метода индукции. При построении линий влияния [19-21] метод индукции имеет более сложную форму (индукция по двум параметрам).

Результатом индуктивного анализа явилась следующая формула

$$EF \Delta = P(A_{n_0} a^3 k_1 + B_{n_0} b^3 k_2 + C_{n_0} c^3 k_3) / b^2,$$

где $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, $b = H / (2n_0 + 1)$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням решетки длиной a , k_2 – вертикальным, k_3 – к стержням поясов. Коэффициенты получены из решения рекуррентных уравнений оператором rsolve системы Maple:

$$C_{n_0} = n_0(7n_0 + 3 + 20n_0^3) / 12, B_{n_0} = n_0(2n_0 + 1 + 4n_0^2), A_{n_0} = n_0(2n_0 + 1).$$

Пусть общая нагрузка на ферму не зависит от числа панелей $P = P_{sum} / (2n + 1)$. Для относительного прогиба $\Delta' = EF \Delta / P_{sum}$ кривые полученной зависимости имеют вид (рис. 2, размеры в метрах):

Рис. 2. Зависимость прогиба от n при $L = an_0 = 10$ м, $H = 1$ м

Список используемых источников:

1. Кузнечихин А.А. Формула для прогиба арочной фермы треугольного очертания при загрузении верхнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). Ч. 3. С. 73-74.
2. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
4. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
5. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
6. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 3. С. 7-11.
8. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
9. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
11. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52-58.
15. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. №1(41). С. 93-100.
16. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
17. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66-73.
18. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
19. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
20. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
21. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.

© 2016, Кузнечихин А.А.

Формула для прогиба арочной фермы треугольного очертания с произвольным числом панелей при загрузении верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей сечений стержней

© 2016, Kuznechikhin A.A.

The formula for deflection of the arched truss triangular shape with an arbitrary number of panels under the loading of the upper zone, depending on the redistribution of the areas of the sections

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.253

Поступила (Received): 13.06.2016

Кунов И.М.**О жесткости арочной фермы треугольного очертания в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей****Kunov I.M.****Stiffness of the arched truss of triangular shape, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels**

Получено точное аналитическое выражение для прогиба фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки, числа панелей и жесткостей стержней. Усилия определяются в символьной форме методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

The exact analytical expression for the deflection of the truss depending on its size, load, number of panels and the stiffness of the rods is obtained. Forces in rods are defined symbolically using cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is applied

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, жесткость стержней

Key words: truss, deformation, induction, Maple, stiffness of the rods

Кунов Илья Михайлович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Kunov Ilya Mikhailovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В [1] методом индукции получена точная формула для прогиба арочной фермы (рис. 1) от действия сосредоточенной силы в зависимости от числа панелей. При этом предполагалось, что жесткость всех стержней фермы одинаковая. Это несколько снижает ценность полученного результата. В практике обычно используются стержни с сечением разной площади. Введем в расчет коэффициенты, учитывающие разные сечения стержней. Основной аппарат расчета – система компьютерной математики Maple [2] и метод индукции, разработанный для плоских [3-10] и пространственных [11-13] стержневых конструкций, и применимый для систем в условии ползучести [14]. Рассмотрим статически определимую ферму под действием сосредоточенной силы в середине пролета (рис. 1). Число панелей в ферме $2n_0$.

Рис. 1. Схема фермы при $n_0 = 5$

Усилия в стержнях определяем методом вырезания узлов в символьной форме, применяя алгоритм [2]. Для этого в программу вводятся координаты узлов. Приведем соответствующий фрагмент программы, написанной на языке Maple:

```
> n:=2*n0: for i to n do
> x[i]:=a*i-a: y[i]:=b*i-b:
> x[i+n]:=a*i-a: y[i+n]:=b*i+b:
> x[i+2*n]:=2*n*a-a*i+a: y[i+2*n]:=b*i-b:
> x[i+3*n]:=2*n*a-a*i+a: y[i+3*n]:=b*i+b:
> od:
> x[4*n+1]:=n*a: y[4*n+1]:=b*n:
> x[4*n+2]:=n*a: y[4*n+2]:=b*n+2*b:
```

Конфигурация решетки фермы определяется соединением узлов и стержней. Ввод этой информации не отличается от процедуры задания графа. Создаются условные векторы, соответствующие стержням фермы, и содержащие информацию об узлах, соединенных со стержнем:

```
> for i to n-1 do
> N[i]:=[i,i+1];
> N[i+n-1]:=[2*n+i,2*n+i+1];
> od:
> for i to n-1 do
> N[i+2*n-2]:=[i+n,i+n+1];
> N[i+3*n-3]:=[3*n+i,3*n+1+i];
> N[i+4*n-4]:=[1+i,n+i];
> N[i+5*n-5]:=[2*n+1+i,2*n+n+i];
> od:
> for i to n0 do
> N[i+6*n-6]:=[2*i-1,2*i+n-1];
> N[i+6*n-6+n0]:=[2*i-1+2*n,2*i+n-1+2*n];
> od:
> for i to n0-1 do
> N[i+6*n-6+2*n0]:=[2*i+n-1,2*i+1];
> N[i+6*n-7+3*n0]:=[2*i+n-1+2*n,2*i+1+2*n];
> od:
> N[8*n-7]:=[4*n+1,n]:
```

$> N[8*n-6] := [4*n+1, 3*n] :$
 $> N[8*n-5] := [4*n+1, 2*n-1] :$
 $> N[8*n-4] := [4*n+1, 4*n-1] :$
 $> N[8*n-3] := [4*n+1, 2*n] :$
 $> N[8*n-2] := [4*n+1, 4*n] :$
 $> N[8*n-1] := [4*n+1, 4*n+2] :$
 $> N[8*n] := [4*n+2, 4*n] :$
 $> N[8*n+1] := [4*n+2, 2*n] :$

Для определения прогиба используем формулу Максвелла – Мора. Рассчитывая усилия в стержнях методом вырезания узлов по методике [2-4], для различного (от 1 до 10) числа панелей, индукцией получаем формулу для прогиба: $EF\Delta = Pn_0(a^3k_1 + (2n_0 + 1)b^3k_2 + (2n_0^2 + 1)c^3k_3 / 3) / b^2$, где $a = L / (2n_0)$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Зависимость от числа панелей обнаруживает явный минимум, что позволяет оптимизировать конструкцию.

Рис. 3. Зависимость прогиба от числа панелей при разных жесткостях, $L = 20\text{м}$

Список используемых источников:

1. Кунов И. М. О жесткости арочной фермы треугольного очертания // Вестник научных конференций. 2015. № 1-4(1). Современное общество, образование и наука. Ч. 4. С. 86–88.
2. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет прогиба плоской решетчатой фермы треугольного очертания // Trends in Applied Mechanics and Mechatronics. М: Инфра-М.2015. Т. 1. С. 28-30.
6. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2016. N 1 (29). P. 84-105
7. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
8. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.

9. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
10. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. №1(41). С. 93-100.
14. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32

© 2016, Кунов И.М.

О жесткости арочной фермы треугольного очертания в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей

© 2016, Kunov I.M.

Stiffness of the arched truss of triangular shape, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.257

Поступила (Received): 02.06.2016

Макаров М.Д.
Анализ смещения опоры плоской упругой арочной
фермы, нагруженной по верхнему поясу

Makarov M.D.
Analysis of displacement support plane elastic arch
truss loaded at the upper belt

Получено точное аналитическое выражение для горизонтального смещения подвижной опоры фермы под действием равномерной нагрузки. Для определения усилий в стержнях использовалась система компьютерной математики Maple.

Обобщение решения на произвольное число панелей выполнено методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, интеграл Мора

The exact analytical expression for the horizontal displacement of the movable support of the truss under uniform load is obtained. To determine the forces in the rods used a system of computer mathematics Maple. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels made by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, Mohr' integral

Макаров Максим Дмитриевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Makarov Maxim Dmitrievich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Ферма на рис. 1 относится к безраспорному балочному типу, название "арочная" относится лишь к ее форме. Смещение подвижной опоры ферм такого типа не изучено. В [1-5] получены точные аналитические решения для схем, близких к рассматриваемой. В этих работах использован метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Такой подход ранее использовался для получения решений для плоских [6-13] и пространственных [14-16] ферм. В общем случае он может быть применен и для любых регулярных систем [17-24].

Для вывода формулы зависимости смещений опоры от размеров фермы и числа панелей воспользуемся программой [25] для определения усилий в стержнях фермы. Сначала надо найти усилия от действия внешней нагрузки, затем от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения. Результат находим по формуле Максвелла – Мора. Ряд отдельных результатов для ферм с различным числом панелей обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу $EF\Delta = P(C_n c^3 + B_n b^3 + A_n a^3) / (ab)$, где

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$, а коэффициенты имеют вид: $A_n = 2(3n - 2)(4n^2 - 2n + 1)$,
 $B_n = 2n(1 + 2n)$, $C_n = \frac{1}{6n}(20n^3 - 24n^2 + 7n + 3)$.

Рис. 1. Ферма при $n=2$

На рисунке 2 представлены кривые найденной зависимости, где обозначено $\Delta' = \Delta EF / P$.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей $L = 2an = 40\text{м}$

Список используемых источников:

1. Кружков Е. П. Горизонтальное смещение опоры плоской арокной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 90-91
2. Поляков В.К. Формула для горизонтального смещения опоры безраспорной арокной фермы под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Ч. 10. Тамбов, 2015. С. 98-99.

3. Левин А.А. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении нижнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 1-4(1). С. 88-89.
4. Максимов Д.В. Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении верхнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 90-91.
5. Михайлов А. Д. Формула для горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении центрального узла // Вестник научных конференций. 2015. №2-3(2). С. 94-96.
6. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
7. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
8. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
9. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
11. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
12. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
14. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
15. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
16. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
17. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
18. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
19. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
20. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
21. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). Наука, образование, общество. Ч. 1. С. 6-7.
22. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
23. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
24. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
25. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.260

Поступила (Received): 13.06.2016

Максимов Д.В.**Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузке верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей****Maksimov D.V.****Analysis of horizontal displacement of a support of the arched truss triangular shape under loading of the upper zone, depending on redistribution of the squares of members and number of panels**

Получена формула для смещения подвижной опоры фермы в зависимости от ее размеров, нагрузки и числа панелей. Усилия в стержнях определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Результат обобщен на произвольное число панелей с применением метода индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, распределение жесткости

Максимов Дмитрий Вячеславович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

A formula for the displacement of the movable support of the truss depending on its size, load and number of panels is obtained. The forces in the rods are determined by cutting out the nodes in the system of computer mathematics Maple. The result is generalized to an arbitrary number of panels using the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, on redistribution of the squares

Maksimov Dmitriy Vyacheslavovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В работе автора [1] получена точная формула для горизонтального смещения опоры арочной безраспорной фермы (рис. 1). Использован наиболее результативный метод получения точных аналитических оценок – метод индукции на основе программы [2] для вычисления усилий в стержнях методом вырезания узлов в символьной форме. Этот результат можно существенно улучшить, распространив его на случай разных сечений стержней. Горизонтальное смещение аналогичной фермы для произвольного числа панелей найдено в [3]. Метод индукции применялся в подобных задачах для плоских ферм в [4-11] пространственных – в [12], с учетом реологии – в [13]. Наиболее сложными задачами с применением индукции являются задачи о линиях влияния [14-16].

Рис. 1. Ферма при $n = 2n_0 = 4$

Выделим группы стержней длиной $2a$ (горизонтальные элементы решетки), длиной $2b$ (стойки) и наклонные стержни длиной $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ (нижний пояс, верхний пояс и наклонные стержни решетки). Предположим, что площади их сечений можно выразить через некоторую условную (можно и единичную) площадь F : $F_i = F / k_i$, где $i=1,2,3$ – номера соответствующих групп стержней.

Расчет усилий в стержнях выполняется в среде Maple и начинается с задания координат узлов, порядка соединения стержней и узлов (по аналогии с заданием плоского графа). Приведем соответствующий фрагмент программы

```
> for i to n do
> x[i]:=a*i-a:                               y[i]:=b*i-b:
> x[i+n]:=a*i-a:                             y[i+n]:=b*i+b:
> x[i+2*n]:=2*n*a-a*i+a:                   y[i+2*n]:=b*i-b:
> x[i+3*n]:=2*n*a-a*i+a:                   y[i+3*n]:=b*i+b:
> od:
> x[4*n+1]:=n*a:                             y[1+4*n]:=b*n:
> x[4*n+2]:=n*a:                             y[2+4*n]:=b*n+2*b:
```

Начало координат располагается в левой опоре фермы. Порядок соединения стержней, образующих решетку фермы, определяют условные векторы с началом в одном конце стержня, концом – в другом. Выбор начала и конца произволен и на решение не влияет. Из решения системы уравнений равновесия, в которой коэффициентами при неизвестных усилиях являются направляющие косинусы, вычисленные через координаты узлов, определяем усилия. Смещение определяется по формуле Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m S_i s_i l_i / (EF_i)$, где S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, s_i – усилия в стержнях от действия единичной горизонтальной силы, приложенной к подвижной правой опоре, l_i – длины стержней. В результате анализа последовательности решений десяти ферм (по аналогии с [6]) получена формула

$EF \Delta = P(A_{n_0} a^3 k_1 + B_{n_0} b^3 k_2 + C_{n_0} c^3 k_3) / (ab)$, где $C_{n_0} = n_0(n_0 + 1)(20n_0^2 - 4n_0 - 1) / 6$, $B_{n_0} = 2n_0(1 + 2n_0 + 4n_0^2)$, $A_{n_0} = 2n_0(2n_0 + 1)$. Для фиксированной длины пролета $L = n_0 a = 10 \text{ м}$ и высоте фермы $H = 3n_0 b$, кривые роста относительного прогиба $\tilde{\Delta} = EF \Delta / P$ имеют монотонный характер (рис. 2). В пределе по числу панелей имеем следующий характер роста этой величины:

$\lim_{n_0 \rightarrow \infty} \Delta' / n_0^3 = 10k_3(9L^2 + H^2)^{3/2} / (27HL)$. Однако, если не фиксировать высоту фермы H , то результат получается иной: $\lim_{n_0 \rightarrow \infty} \Delta' / n_0^5 = 10b^2k_3 / (3L)$.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей при разных жесткостях ($L=10$ м, $H=2$ м)

Список используемых источников:

1. Максимов Д. В. Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузке верхнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 90-91.
2. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Поляков В.К. Формула для горизонтального смещения опоры безраспорной арочной фермы под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Ч. 10. Тамбов, 2015. С. 98-99.
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
5. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2016. N 1 (29). Pp. 84-105.
6. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
7. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование прогиба плоской балочной фермы под действием равномерной нагрузки // Моделирование и механика конструкций. 2016. №3.
8. Тиньков Д. В. Анализ влияния условий закрепления на прогиб плоской балочной фермы с нисходящими раскосами // Trends in Applied Mechanics and Mechatronics. М: Инфра-М. 2015. Т. 1. С. 52-56.
9. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
10. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
11. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
12. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2016. №1(41). С. 93-100.

13. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32
14. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7
15. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
16. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.

© 2016, Максимов Д.В.

Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении верхнего пояса в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей

© 2016, Maksimov D.V.

Analysis of horizontal displacement of a support of the arched truss triangular shape under loading of the upper zone, depending on redistribution of the squares of members and number of panels

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.264

Поступила (Received): 01.06.2016

Матросов С.М.

Формула для прогиба шпренгельной фермы под действием равномерной нагрузки

Matrosov S.M.

The formula of the truss deflection under the action of uniform load

Дается вывод формулы для прогиба статически определимой плоской симметричной фермы с тремя геометрическими параметрами. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для вычисления прогиба используется интеграл Мора. Решение обобщается на произвольное число панелей методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, интеграл Мора

The formula for deflection of statically determinate planar symmetric truss with three geometric parameters is obtained. The forces in rods are determined by the cut nodes method in the system of computer mathematics Maple. For calculation of deflection is used the integral Maura. The solution is generalized to an arbitrary number of panels by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, Mohr' integral

Матросов Сергей Михайлович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Matrosov Sergey Mikhailovich

Student

National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya sr., 14

Основным результатом аналитического расчета фермы в большинстве работ на эту тему [1-8] является формула зависимости прогиба от числа панелей и размеров конструкции. Рассматриваемая ферма содержит три размерных параметра, что существенно усложняет расчет. Для расчета фермы, который начинается с нумерации стержней и шарниров (рис. 2), применяется метод индукции и система символьной математики Maple [9, 10]. Этим же методом рассчитывались и более сложные пространственные фермы [11-13] и некоторые другие регулярные системы [14-20].

Рис. 1. Ферма при $n=3$

Рис. 2. Нумерация узлов и стержней фермы при $n=2$

Воспользуемся интегралом Максвелла – Мора в форме $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF}$, где EF – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной (безразмерной) вертикальной силы, приложенной к середине пролета, l_i – длины стержней. В результате обобщения последовательности решений десяти ферм имеем следующую формулу

$$\Delta' = \frac{Aa^3(b^2 + c^2) + Ba^3bc + Cb^5 + C_1b^4c + Eb^3c^2 + Gc^3b^2 + Hf^3b^2 + Vg^3b^2 + Ag^3c^2}{b^2(b+c)^2},$$

$$g = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad f = \sqrt{a^2 + c^2},$$

$$A_n = n^2(5n^2 - 2)/3, \quad B_n = 2n^2(5n^2 - 2)/3,$$

$$C_n = n + 1/2, \quad C_{1n} = 3/2 - 2n^2 + 3n,$$

$$E = -10n^2/3 + 3n + 3/2 + 10n^4/3,$$

$$G = 1/2 - 4n^2/3 + n + 10n^4/3, \quad H = n^2(1 + 5n^2)/3, \quad V = n^2.$$

Рис. 3. Зависимость прогиба от числа панелей n

Здесь для относительного прогиба введено обозначение $\Delta' = EF\Delta / P_{sum}$, $P = P_{sum} / (2n + 1)$. График найденной зависимости при $L = 2an = 40\text{м}$ дан на рис. 3.

Прогиб с увеличением числа панелей (при фиксированной нагрузке и длине пролета) растет. Характер этого роста – кубический. Это следует из предела $\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta' / n^3 = \frac{5c^2}{2(b+c)}$. Обзор некоторых работ по определению прогиба ферм

в аналитической форме дан в [21].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
2. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
6. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
7. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
8. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
9. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
10. Голоскоков Д.П. Практический курс математической физики в системе Maple. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.
11. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
14. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
15. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
16. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
17. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
18. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
19. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7
20. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.267

Поступила (Received): 21.06.2016

Муратшин Т.И.
Эффективное вычисление первых
значений функции Пиллаи

Muratshin T.I.
Efficient calculating first values of Pillai's function

В данной статье представлены исследования основных свойств функции Пиллаи. Также был разработан и обоснован алгоритм, который находит первые n значений функции Пиллаи за время, линейно зависящее от n , основанный на свойствах, рассмотренных ранее

Ключевые слова: функция Пиллаи, суммирование наибольших общих делителей

Муратшин Тимур Ильшатович

Бакалавр

Национальный исследовательский университет
 «Московский институт электронной техники»

г. Москва, Зеленоград, пл. Шокина, 1

This article presents the study of the basic properties of Pillai's function. Also article was developed and proved algorithm based on studied properties that finds first n values of function and has complexity $O(n)$

Key words: Pillai's function, summation of great common divisors

Muratshin Timur Ilshatovich

Bachelor

National research university of electronic technology
 Moscow, Zelenograd, Shokina sq., 1

Функция Пиллаи [1] – теоретико-числовая функция, которая определяется следующим образом: $S(n) = \sum_{i=1}^n \gcd(i, n)$

Здесь $\gcd(a, b)$ – наибольший общий делитель чисел a и b [2].

Для фиксированного значения n значение функции по определению можно посчитать за $O(n \log n)$. В данной статье рассматриваются основные свойства данной функции, на основе которых строится метод, с помощью которого можно вычислять все значения функции Пиллаи от 1 до n за $O(n)$ (пользуясь лишь прямым определением, эту же задачу можно выполнить за $O(n^2 \log n)$).

Заметим, что $\gcd(i, n)$ для любых $1 \leq i \leq n$ является делителем числа n . Поэтому можно переписать формулу для функции Пиллаи следующим образом:

$$S(n) = \sum_{d|n} d * cnt(n, d)$$

Здесь суммирование проводится по всем делителям d числа n . $cnt(n, d)$ – количество таких чисел i от 1 до n , что $\gcd(i, n) = d$.

Лемма. Если d – делитель числа n , то $cnt(n, d) = \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$, где $\varphi(n)$ – функция Эйлера [3].

Док-во. $\gcd(i, n) = d \Rightarrow \gcd\left(\frac{i}{d}, \frac{n}{d}\right) = 1$. Это означает, что для всех чисел, для которых $\gcd(i, n) = d$, можно однозначным образом найти число, взаимно простое с $\frac{n}{d}$. Отсюда $\text{cnt}(n, d) \leq \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$.

$\gcd\left(i, \frac{n}{d}\right) = 1 \Rightarrow \gcd(i * d, n) = d$. Таким образом, для любого числа, взаимно простого с $\frac{n}{d}$, можно найти число, для которого $\gcd(i * d, n) = d$. Тогда $\text{cnt}(n, d) \geq \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$.

Итого имеем $\varphi\left(\frac{n}{d}\right) \leq \text{cnt}(n, d) \leq \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$. Что влечет за собой равенство $\text{cnt}(n, d) = \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$.

С учетом леммы, формулу для функции Пиллаи можно переписать следующим образом:

$$S(n) = \sum_{d|n} d * \varphi\left(\frac{n}{d}\right)$$

Теперь можно перейти к ключевому моменту статьи – мультипликативность функции Пиллаи.

Теорема. $\gcd(m, n) = 1 \Rightarrow S(n * m) = S(n) * S(m)$.

Док-во. $S(n * m) = \sum_{d|(n*m)} d * \varphi\left(\frac{n*m}{d}\right) = \sum_{d_1|n, d_2|m} d_1 * d_2 * \varphi\left(\frac{n*m}{d_1*d_2}\right) = \left(\sum_{d_1|n} d_1 * \varphi\left(\frac{n}{d_1}\right)\right) * \left(\sum_{d_2|m} d_2 * \varphi\left(\frac{m}{d_2}\right)\right) = S(n) * S(m)$. Здесь было использовано свойство мультипликативности функции Эйлера.

Теперь можно переходить к методу. Найдем формулу для значения $S(p^a)$, где p – простое, a – неотрицательное целое.

$$\begin{aligned} S(p^a) &= \sum_{d|p^a} d \varphi\left(\frac{p^a}{d}\right) = \sum_{i=0}^a p^i \varphi(p^{a-i}) = p^a \varphi(1) + \sum_{i=0}^{a-1} p^i (p^{a-i} - p^{a-i-1}) \\ &= p^a + \sum_{i=0}^{a-1} p^a - p^{a-1} = p^a + ap^a - ap^{a-1} = (a+1)p^a - ap^{a-1} \end{aligned}$$

Следующим этапом будет нахождение формулы для $S(p^a)$, опираясь на формулу $S(p^{a-1})$. Для этого сделаем следующие преобразования:

$$S(p^a) = (a+1)p^a - ap^{a-1} = p((a+1)p^{a-1} - ap^{a-2}) = p(ap^{a-1} + p^{a-1} - (a-1)p^{a-2} - p^{a-2}) = p(S(p^{a-1}) + p^{a-1} - p^{a-2}) = pS(p^{a-1}) + p^a - p^{a-1}.$$

Стоит заметить, что данные преобразования являются корректными только для $a \geq 2$, но легко проверить, что получившаяся формула выполняется и для $a = 1$.

Заведем массив $\text{minPrime}[1..N]$, где будем для каждого числа хранить минимальный простой делитель. Следующая цель – заполнить этот массив таким образом, чтобы каждый элемент заполнялся лишь один раз. Тогда мы сможем заполнить данный массив за $O(N)$. Заметим, что число i можно однозначным способом представить в виде $i = \text{minPrime}[i] * x$, где x – число, у которого нету делителей, меньших, чем $\text{minPrime}[i]$. Тогда можно сделать следующее. Переберем x от 2 до N . Тогда возможны два случая:

1) Мы уже нашли $\text{minPrime}[x]$;

2) Мы еще не нашли $\minPrime[x]$, тогда x является простым и $\minPrime[x] = x$.

После этого мы домножаем x на все простые $p \leq \minPrime[x]$. И тогда получим, что $\minPrime[x * p] = p$. Так как такое разложение существует и единственно, то каждое число будет пройдено лишь по разу.

Приведем псевдокод алгоритма:

```

 $\minPrime[1..N] \leftarrow \{0, 0, \dots, 0\}$ 
 $primes \leftarrow \emptyset$ 
for  $x \in 2..N$ 
  if  $\minPrime[x] = 0$ 
     $\minPrime[x] \leftarrow x$ 
     $primes \leftarrow primes \cup x$ 
  for  $p \in primes$ 
    if  $p > \minPrime[x]$  or  $x * p > N$ 
      break
     $\minPrime[x * p] \leftarrow p$ 

```

Теперь можно модифицировать данный алгоритм таким образом, чтобы также считались и значения $S(N)$. Для этого заметим, что если x является простым, то $S(x) = x * S(1) + x - 1 = 2x - 1$. Теперь осталось выяснить, как надо изменять значения $S(x * p)$ во внутреннем цикле. Заведем еще один массив $R[N]$, элементы которого удовлетворяют условиям:

- 1) $R[N]$ не делится на $\minPrime[N]$;
- 2) $N = \minPrime[N]^a * R[N]$.

Например, $R[30] = R[2 * 3 * 5] = 3 * 5 = 15$, $R[24] = R[2^3 * 3] = 3$. Тогда $R[p^a] = 1$, где p – простое.

Заметим, что при обновлении во внутреннем цикле p является простым, а x не имеет простых делителей, меньших p . Отсюда вытекают 2 случая:

- 1) $\minPrime[x] = p$

Здесь также возможны два случая:

- а) $[x] = 1$. Это означает, что $x = p^a$, $x * p = p^{a+1}$. Тогда:

$$R[x * p] = 1;$$

$$S[x * p] = p * S[x] + p * x - x$$

- б) $R[x] > 1$. Это означает, что $x = p^a * R[x]$. Тогда:

$$R[x * p] = R[x];$$

$$S[x * p] = S[R[x]] * S\left[\frac{x * p}{R[x]}\right] \text{ (Ввиду того, что } R[x] \text{ и } \frac{x * p}{R[x]} \text{ являются взаимно простыми числами)}$$

$$\minPrime[x] > p$$

В этом случае p и x являются взаимно простыми числами, и тогда:

$$R[x * p] = x;$$

$$S[x * p] = S[x] * S[p]$$

Теперь можно написать конечный алгоритм:

```

 $\minPrime[1..N] \leftarrow \{0, 0, \dots, 0\}$ 
 $S[1..N] \leftarrow \{0, 0, \dots, 0\}$ 
 $R[1..N] \leftarrow \{0, 0, \dots, 0\}$ 

```

```

primes ← ∅
S[1] ← 1
for x ∈ [2..N]
  if minPrime[x] = 0
    minPrime[x] ← x
    S[x] ← 2 * x - 1
    R[x] ← 1
  primes ← primes ∪ x
  for p ∈ primes
    if p > minPrime[x] or x * p > N
      break
    num ← x * p
    minPrime[num] ← p
    if minPrime[x] = p
      if R[x] = 1
        R[num] ← 1
      S[num] ← S[x] * p + num - x
    else
      R[num] ← R[x]
      S[num] ← S[ $\frac{num}{R[num]}$ ] * S[R[num]]
    else
      R[num] ← x
      S[num] ← S[x] * S[p]

```

После выполнения данного алгоритма в массиве $S[N]$ будут корректные значения функции Пиллаи.

В данной статье были рассмотрены основные свойства функции Пиллаи, а также приведен метод, с помощью которого возможно за $O(n)$ найти первые n значений функции Пиллаи.

Список используемых источников:

1. Pillai S.S. On an arithmetic function. Annamalai University Journal II. P. 242–248.
2. Виноградов И.М. Основы теории чисел. Гос. изд. технико-теоретической литературы, 1952. 180 с.
3. Hardy G.H., Wright E.M. An Introduction to the Theory of Numbers. Fourth edition. Oxford: Oxford University Press, 1975. 421 p.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.271

Поступила (Received): 28.06.2016

Ниналалов И.Г. Расчет прогиба консольной фермы

Ninalalov I.G.
Calculation of the deflection of the cantilever farm

Плоская консольная статически определяемая ферма треугольного очертания загружена по узлам нижнего и верхнего пояса. Прогиб фермы разыскивается в аналитическом виде в зависимости от числа панелей, используя метод индукции и систему компьютерной математики Maple

Ключевые слова: консоль, ферма, индукция, прогиб, Maple

The flat cantilever statically determinate triangular in shape trusses loaded in the nodes of the lower and upper belts. The deflection of the truss depending on the number of panels obtained in analytical form using induction method and system of computer mathematics Maple

Key words: console, truss, induction, deflection, Maple

Ниналалов Ибрагим Гусейнович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Ninalalov Ibrahim Husejnovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Ферма (рис. 1) представляет собой статически определимую конструкцию. Действительно, в ферме с n панелями $4n - 2$ стержней и $2n - 1$ шарниров (опорные шарниры в это число не входят).

Рис. 1. Ферма при $n=5$

Для того, чтобы найти прогиб (вертикальное смещение крайнего левого шарнира консоли) необходимо рассчитать усилия в стержнях фермы от действия заданной нагрузки (обозначим эти усилия S_i) и от действия единичной

силы на конце (усилия N_i). Воспользуемся формулой Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF}$, где EF – жесткость стержней, l_i – длины стержней. Усилия находим по разработанной на языке компьютерной математики Maple программе [1], основанной на методе вырезания узлов. Приведем фрагмент программы, в котором формируется матрица G системы уравнений равновесия:

```
> G:=Matrix(n3,n3) :
> for i to n3 do
> Lxy[1]:=x[N[i][2]]-x[N[i][1]] :
> Lxy[2]:=y[N[i][2]]-y[N[i][1]] :
> L[i]:=sqrt(Lxy[1]^2+Lxy[2]^2) :
> for j to 2 do
> jj:=2*N[i][2]-2+j :
> if jj<=n3 then G[jj,i]:=-Lxy[j]/L[i]:fi;
> jj:=2*N[i][1]-2+j :
> if jj<=n3 then G[jj,i]:= Lxy[j]/L[i]:fi;
> od;
> od;
```

Здесь $n3=4*n-3$ – число стержней фермы, x, y – координаты концов стержней, $Lxy[1], Lxy[2]$ – проекции стержней на оси координат. Последовательный расчет серии ферм выявил закономерность образования коэффициентов в формуле для прогиба. Заметную помощь в получении общих членов последовательностей оказали операторы `rgf_findrecur` и `rsolve` системы Maple. В результате получена общая формула $EF\Delta = P(n^2 a^3 + n c^3) / b^2$. Графики зависимости относительного прогиба $\Delta' = EF\Delta / P$ от числа панелей даны на рисунке 2 при различных величинах размера b (в метрах).

Рис. 2. Зависимость прогиба от n при $a = 2$ м

Ранее задача о прогибе консоли с параллельными поясами была решена методом индукции в [2,3]. Примененный метод был также использован при нахождении точных решений плоских ферменных конструкций [4-11],

пространственных [12-14] и ряде других регулярных систем [15-20]. Обзор некоторых работ по аналитическому расчету ферм дан в [21, 22].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Maple и Marplet. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Петриченко Е.А. О прогибе консольной фермы с крестообразной решеткой // *Вестник научных конференций*. 2015. № 2-3(2). С. 110-111.
3. Баринова А.В. Формула прогиба плоской консольной фермы регулярной структуры // *Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности*. Ч. 1. Тамбов, 2015. С. 11-13.
4. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №4(56). С. 38-44.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 58-65.
6. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова* 2015. № 3 (31). С. 42-48.
7. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // *Вестник машиностроения*. 2015. № 8. С. 49-51.
8. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // *Моделирование и механика конструкций*. 2015. № 2 (2). С. 5.
9. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // *Строительная механика и конструкции*. 2016. №1. С. 19-24.
10. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // *Инженерно-строительный журнал*. 2016. №1(61). С. 33-41.
11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 3. С. 16-19.
12. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. *Инженерно-строительный журнал*. 2013. №5(40). С. 52-58.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // *Вестник МЭИ*. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // *Инженерно-строительный журнал*. 2014. №5(49). С. 37-43.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // *Известия Московского государственного технического университета МАМИ*. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №3(55). С. 3-9.
17. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2015. № 3. С. 18-22.
18. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
19. Jiang H., Kirsanov M.N. An analytical expression for the influence line of the truss // *Вестник научных конференций*. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
20. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2001. № 10. С. 11.
21. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
22. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. №6. С. 21-28.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.274

Поступила (Received): 29.06.2016

Павлова Е.В.**Задача раскроя в курсе методов оптимизации для экономических специальностей университета****Pavlova E.V.****The task of cutting up to date optimization techniques for economic specialties of the university**

В работе рассмотрены задачи раскроя – упаковки и применение методов математического программирования для их решения, оценки решения. Существуют различные подходы к решению поставленных задач. Рассмотрены алгоритмы технологий моделирования. Даны рекомендации области применения данных алгоритмов. Математические модели могут применяться для решения различных оптимизационных задач

Ключевые слова: математическое программирование, прикладные задачи линейного программирования, раскрой одномерного ресурса, генерация примеров задачи

Павлова Елена Владимировна

Кандидат физико-математических наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной
технический университет
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1

The paper discusses the problem of cutting – packaging and application of mathematical programming methods for their solutions, evaluating solutions. There are various tours to solving problems. The modeling technology algorithms. The recommendations the application of these algorithms. Mathematical models can be used to solve various optimization problems

Key words: mathematical programming, applied linear programming problem, open the one-dimensional resource generation examples of the problem

Pavlova Elena Vladimirovna

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor
Ufa state petroleum technological university
Ufa, Kosmonavtov st., 1

Курс математических методов оптимизации позволяет наглядно продемонстрировать применение полученных теоретических знаний на практике. Сфера их приложения довольно обширна. Когда же студенты видят прикладные возможности курса, то это заметно повышает их интерес к изучаемому материалу.

В работе рассматриваются практические приложения и представлено многообразие одной из центральных задач линейного программирования – задачи раскроя. Эта задача впервые была рассмотрена советским математиком Л.В. Канторовичем как целочисленная модель и предложен метод её решения. Уфимская школа Э.А. Мухачевой внесла огромный вклад в развитие точных и эвристических алгоритмов решения задачи раскроя-упаковки.

Одной из первоочередных задач современной экономики является задача ресурсосбережения. А при использовании рациональных планов раскроя

(упаковки) рулонного, листового, профильного материалов снижается материалоемкость изделий, а, следовательно, их себестоимость. Поэтому задача раскроя – это огромный пласт оптимизационных задач, которые всегда актуальны и востребованы.

Существуют решенные и описанные в литературе задачи раскроя, интересные для студентов экономических специальностей, но представляющие довольно большие трудности для самостоятельного решения. Такие задачи возникают на конкретном производстве: раскрой листового материала [1,4], рулонного материала с дефектами [2], раскрой одномерного ресурса [3,4,6]. В [5] представлены технологии моделирования алгоритмов прямоугольного раскроя-упаковки.

Для решения задач раскроя существуют огромное количество точных и эвристических методов и студент зачастую стоит перед сложной проблемой выбора метода решения. В [6] предложена процедура Tabu search, которая позволяет получать хорошие результаты для многих оптимизационных задач.

Когда задача студентом поставлена и решена, возникает следующая проблема – показать эффективность полученного решения. Для этого предложенный алгоритм надо применить для серии примеров, которые сложно найти. В [7,8,9] представлены примеры задач, методика генерации примеров задачи, оценка решения, которая учитывает факторы риска и неопределенности.

Список используемых источников:

1. Мухачева Э.А. Рациональный раскрой промышленных материалов АСУ. М.: Машиностроение, 1984. 176 с.
2. Григорчук Т.И. Модели и методы расчета раскроя рулона с дефектными точками. Автореферат диссертации. Уфа, 1993.
3. Розанова Л.Ф., Тарасова Т.Д., Григорчук Т.И. Математическая модель нестандартной задачи раскроя – упаковки // Проблемы нефтегазового комплекса в условиях становления рыночных отношений. Уфа, 1999. С. 257-259.
4. Kartasheva T.A., Grigorchuk T.I., Rozanova L.F., Maximenko Z.V. Composition of optimum investment program of business development in conditions of probabilistic uncertainty // Computer science and Information Technologies, 2008. С. 155-158.
5. Валиахметова Ю.И., Григорчук Т.И., Васильева Л.И., Карамова Л.М. Технологии моделирования алгоритмов ортогонального раскроя – упаковки и геометрического покрытия: сравнение эффективности // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело, 2015. №5. С. 424-445.
6. Григорчук Т.И., Розанова Л.Ф., Усманова А.Р. Применение методов TABU SEARCH для решения задачи одномерного линейного раскроя // Методы кибернетики химико-технологических процессов. Уфа, 1999. С. 57-59.
7. Григорчук Т.И., Розанова Л.Ф., Тарасова Т.Д. Статистический анализ методов FFD и SVS с использованием генератора BPPGEN // Четвертая Всероссийская Школа – Коллоквиум по Стохастическим Методам. УГНТУ, Уфа, 1998. С. 31-34.
8. Расчетно-графические задания по дисциплине «Математические методы и модели исследования операций». Уфа, 2008.
9. Григорчук Т.И., Розанова Л.Ф., Максименко З.В., Чендулаева К.Б. Стратегия учета инвестиционных рисков на нефтеперерабатывающих производствах // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2014. №6. С. 545-561.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.276

Поступила (Received): 24.06.2016

Петелин А.Е., Кирилюк В.А., Куклин Е.В., Заводовский Н.А. Разработка мобильного приложения для моделирования динамики дислокационной петли в ГЦК-металлах

Petelin A.E., Kirilyk V.A., Kuklin E.V., Zavodovskii N.A.
**To develop mobile applications for modeling the
dynamics of dislocation loop in FCC metals**

Ключевые слова: мобильное приложение, android studio, java, математическое моделирование, кристаллографическое скольжение

Key words: mobile application, android studio, java, mathematical modeling, crystallographic slip

Петелин Александр Евгеньевич

Кандидат физико-математических наук, доцент
Национальный исследовательский Томский
государственный университет
г. Томск, пл. Ленина, 36

Petelin Alexander Evgenievich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor
National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina sq., 36

Кирилюк Василий Андреевич

Бакалавр
Национальный исследовательский Томский
государственный университет
г. Томск, пл. Ленина, 36

Kirilyuk Vasily Andreyevich

Bachelor
National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina sq., 36

Куклин Егор Владимирович

Бакалавр
Национальный исследовательский Томский
государственный университет
г. Томск, пл. Ленина, 36

Kuklin Egor Vladimirovich

Bachelor
National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina sq., 36

Заводовский Никита Алексеевич

Студент
Национальный исследовательский Томский
государственный университет
г. Томск, пл. Ленина, 36

Zavodovskii Nikita Alekseevich

Student
National research Tomsk state university
Tomsk, Lenina sq., 36

Индустрия мобильных приложений является одним из самых бурно развивающихся направлений бизнеса в мире [1–3]. По данным аналитической компании Gartner, специализирующейся на исследованиях IT-рынка, в 2017 году потребности корпораций, нуждающихся в собственных мобильных приложениях, превысят возможности рынка мобильных разработок более чем в 5 раз. Количество мобильных устройств, которые люди используют в повседневной жизни, с каждым годом увеличивается. Если раньше, по большей части, это были телефоны, то теперь у многих есть удобные планшеты и современные смартфоны.

Одной из главных тенденций в развитии рынка мобильных телефонов является конвергенция, когда телефон одновременно выполняет функции различных специализированных устройств [4].

Еще несколько лет назад мобильные устройства значительно уступали по техническим характеристикам персональным компьютерам. Поэтому их возможности были крайне ограничены. Помимо связи мобильные устройства использовались для просмотра почты, социальных сетей и иных сайтов в сети Интернет. Приложения, как правило, разрабатывались не требовательными к ресурсам с минималистическим графическим интерфейсом. В настоящее время многие мобильные устройства сравнимы (а некоторые даже превосходят) по мощности персональные компьютеры. Поэтому в ближайшем будущем ожидается возрастание спроса на сложные инженерные программные комплексы, поддерживающие работу на мобильных устройствах, в том числе программ, предназначенных для проведения научных вычислительных экспериментов.

В настоящей статье рассмотрены вопросы организации проведения исследований в области пластичности, а именно исследование динамики дислокационных петель методом математического моделирования. Для моделирования динамики дислокационной петли разработан ряд математических моделей [5–9] и специализированный комплекс программ Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip (DDCS) [10]. Авторами статьи реализована мобильная версия комплекса программ DDCS Mobile Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip (MDDCS).

Расчет

Начальные условия	Характеристики	Серия	Заголовок
Внешнее воздействие на материал:			
Напряжение, МПа	15.889		
Uc=14,010			
Начальные характеристики дислокации:			
Время, с	0		
Кинетическая энергия, Дж			
Радиус, м	0.000001889		
Rc=2,817			

0.0 КБ/с 100% 01:13

Рис. 2. Окно задания параметров модели

Результат

Время	Ср. Кин. Энергия	Радиус	Средняя Скорость
4.2920E-6			
4.2981E-6			
4.2982E-6			
4.2983E-6			
4.5259E-6			
4.5264E-6			
4.5264E-6			
4.5267E-6			
4.8931E-6			
4.9130E-6			

0.0 КБ/с 100% 01:14

Рис. 3. Результаты расчетов модели

На данном этапе разработки в программе MDDCS поддерживается возможность проведения вычислительных экспериментов с использованием математической модели [1], представленной в виде жесткой системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ЖСОДУ). Для решения ЖСОДУ [5] в MDDCS реализован численный метод Гира в представлении вектора Нордсика [11].

Программа MDDCS имеет довольно простой интерфейс, состоящий из двух окон: окно задания параметров модели (рис. 1) и окно вывода результатов вычислительного эксперимента (рис. 2). Во время проведения вычислительного эксперимента, получаемые данные экспортируются в текстовые файлы.

По производительности MDDCS значительно уступает комплексу программ DDCS. Но в дальнейшем планируется реализация распределенных вычислительных экспериментов с использованием технологии GRID. Планируется вычислительные эксперименты разбивать на ряд подзадач и рассылать каждую подзадачу клиентам GRID-системы. В этом случае использование программы MDDCS будет оправдано, а её текущая разработка своевременна.

Список используемых источников:

1. Разработка мобильных приложений. URL: <http://habrahabr.ru/company/mailru/blog/179113/>
2. Особенности и перспективы развития рынка современной телефонии. URL: <http://www.scienceforum.ru/2016/1791/19393>
3. Developer.android. URL: <https://developer.android.com/reference/java>
4. Innov. URL: <http://www.innov.ru/news-it/2012/11/1755/>
5. Попов Л.Е., Колупаева С.Н., Вихорь Н.А., Пуспешева С.И. Дислокационная динамика кристаллографического скольжения // Известия высших учебных заведений. Физика. 2000. № 1. С. 71–76.
6. Петелин А.Е., Колупаева С.Н. Математическое моделирование формирования зоны кристаллографического сдвига в алюминии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 3. С. 175–181.
7. Петелин А.Е., Колупаева С.Н., Самохина С.И. Эволюция формы дислокационной петли при формировании зоны кристаллографического сдвига в меди // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 1. С. 156–163.
8. Петелин А.Е., Самохина С.И., Колупаева С.Н. // Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т. 56. № 8. С. 95–100.
9. Колупаева С.Н., Петелин А.Е. Математическая модель формирования зоны кристаллографического сдвига в представлении кусочно-непрерывной замкнутой дислокационной петли // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 2. С. 15–20.
10. Самохина С.И., Петелин А.Е. Разработка программного комплекса для моделирования зоны сдвига в ГЦК-металлах // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур. 2006. С. 141–145.
11. Самохина С.И., Петелин А.Е., Колупаева С.Н. Моделирование зоны кристаллографического сдвига в гцк металлах. Численное решение системы жестких дифференциальных уравнений // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 23. С. 333–337.

© 2016, Петелин А.Е., Кирилюк В.А., Куклин Е.В.,
Заводовский Н.А.

Разработка мобильного приложения для
моделирования динамики дислокационной петли в
ГЦК-металлах

© 2016, Petelin A.E., Kirilyk V.A., Kuklin E.V.,
Zavodovskii N.A.

To develop mobile applications for modeling the
dynamics of dislocation loop in FCC metals

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.279

Поступила (Received): 22.06.2016

Петриченко Е.А.

О прогибе консольной фермы с крестообразной решеткой в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей

Petrichenko E.A.

On the deflection of the cantilever truss with cross bars lattice, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels

Методом индукции по числу панелей с помощью формулы Максвелла-Мора получено аналитическое выражение для прогиба упругой статически определимой фермы. Усилия определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

By induction on the number of panels and by the formula of Maxwell-Mora obtained an analytic expression for the elastic deflection of statically determinate truss. The forces in rods are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Петриченко Елизавета Александровна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Petrichenko Elizaveta Aleksandrovna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о прогибе консольной фермы (рис. 1) при одинаковых сечениях стержней фермы решена автором в аналитической форме [1]. Прогиб разыскивался по формуле Максвелла – Мора, усилия в стержнях вычислялись по программе [2], написанной в системе компьютерной математики Maple.

Рис. 1. Ферма при $n=5$

Ранее прогиб фермы в аналитической форме разыскивался по той же программе методом индукции в плоских фермах [3-8], пространственных [9-12], в вантовой системе [13]. Метод применим и для анализа подвески гироскопа с произвольным числом связей [14] и для вывода уравнений линий влияния [15-17]. Без особых изменений аналитический подход годится и для задач с учетом реологии материала [18-20]. Примеры вывода формул в системе Maple для прогиба плоских ферм можно найти в обзорах [21-23].

Воспользуемся формулой Максвелла-Мора, записанной для случая разных поперечных сечений стержней: $\Delta = P \left(\sum_{i=1}^{m_1} \frac{S_i^2 l_i}{EF_1} + \sum_{i=1}^{m_2} \frac{S_i^2 l_i}{EF_2} + \sum_{i=1}^{m_3} \frac{S_i^2 l_i}{EF_3} \right)$, где EF_i – жесткости стержней, S_i – усилия в стержнях от действия единичной силы P , l_i – длины стержней. Сумма разделена на три. Первая относится к стержням поясов, вторая – стоек, третья – раскосов, $m_1 + m_2 + m_3 = 4n + 1$ – общее число стержней фермы с n панелями без учета трех опорных стержней, принятых недеформируемыми. Результатом анализа последовательности решений 10 ферм явилась следующая формула

$$EF\Delta = P(A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3) / b^2,$$

где $A_n = n(1 + 2n^2) / 3$, $C_n = n$, $B_n = (1 - (-1)^n) / 2$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Площади сечений отдельных групп стержней выражены через некоторую величину F : $F_i = F / k_i$. Коэффициент k_1 относится к горизонтальным стержням поясов, k_2 – к стойкам, k_3 – к раскосам (диагональным элементам). Введем относительный прогиб $\Delta' = EF\Delta / P$. График зависимости $\Delta'(n)$ представлен при разных сочетаниях жесткостей на рисунке 2.

Рис. 2. Прогиб при $L = an = 30\text{ м}$, $b = 3\text{ м}$

Анализ решения показывает, что для большого числа панелей перераспределение площадей меньше влияет на прогиб, чем при малых n .

Список используемых источников:

1. Петриченко Е.А. О прогибе консольной фермы с крестообразной решеткой // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 110-111.
2. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
4. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
5. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
6. Кирсанов М.Н. Формула для расчета прогиба балочной фермы с произвольным числом панелей // Научный журнал. 2016. № 6 (7). С. 6 – 8
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
8. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
9. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
11. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования. Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
12. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 239-242.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
- Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
14. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
15. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
16. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С. 10-11.
17. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32.
18. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
19. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
22. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.

© 2016, Петриченко Е.А.

О прогибе консольной фермы с крестообразной решеткой в зависимости от перераспределения площадей стержней и числа панелей

© 2016, Petrichenko E.A.

On the deflection of the cantilever truss with cross bars lattice, depending on the redistribution of the areas of members and number of panels

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.282

Поступила (Received): 03.06.2016

Пилягина Л.А.

Зависимость горизонтального смещения опоры арочной фермы от числа панелей

Piliagina L.A.

The dependence of horizontal displacement of a support arched truss of the number of panels

Получено точное выражение для смещения подвижной опоры фермы от действия сосредоточенной силы в середине пролета. Использована формула Максвелла-Мора и метод индукции для вывод общих членов последовательности коэффициентов в искомой формуле

Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

The exact expression for the displacement of the movable support of the truss from the action of concentrated force at Midspan is obtained. Based on the formula of Maxwell-Mohr and induction method to the derivation of the General members of the sequence of coefficients in the desired equation are used

Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Пилягина Любовь Александровна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Piliagina Liubov Alexandrovna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Задача о смещении опоры арочной фермы в аналитической форме решена в ряде работ [1-5]. Пользуясь теми же методами, решим подобную задачу для фермы на рисунке 1. Используем метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Ранее такой подход использовался в задачах о плоских [6-13] и пространственных [14-16] фермах. Индуктивный метод может быть применен и для любых регулярных систем [17-24].

Рис. 1. Ферма с тремя панелями в половине пролета ($n=3$)

Для нахождения усилий от действия внешней нагрузки и от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения, входящих в формулу Максвелла – Мора, воспользуемся программой [25], написанной на языке Maple. Обратная матрица $G1$ и решение $s1$, Sp системы уравнений равновесия в Maple находятся просто: $G1:=1/G$; $s1:=G1.V1$; $Sp:=G1.Vp$: Здесь $V1$ и Vp – правые части системы, соответственно для единичной силы и нагрузки. Отдельные результаты для десяти ферм с различным числом панелей (от 1 до 10) обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу

$$EF\Delta = P(Aa^3 + Bb^3 + Cc^3)/(ab),$$

где $c = \sqrt{a+b}$, $A = \frac{(n+1)(2n^2+4n-3)}{3}$ – коэффициент, обобщающий последо-

вательность 2, 13, 36, 75, 134, 217, 328, 471, 650, 869, $B = \frac{n(2n-1)(n-1)}{3}$ – коэффициент, обобщающий последовательность 0, 2, 10, 28, 60, 110, 182, 280, 408, 570 и $C = n(4n+1)(n-1)/6$ – коэффициент, обобщающий последовательность 0, 3, 13, 34, 70, 125, 203, 308, 444, 615. Кривые зависимости относительного прогиба $\Delta' = EF\Delta / P$ от числа панелей при различных высотах b (в метрах) при $L = an = 10$ м отображены на рисунке 2.

Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей n

Список используемых источников:

1. Кружков Е.П. Горизонтальное смещение опоры плоской арочной фермы с треугольной решеткой в зависимости от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 90-91
2. Поляков В.К. Формула для горизонтального смещения опоры безраспорной арочной фермы под действием равномерной нагрузки по верхнему поясу // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Ч. 10. Тамбов, 2015. С. 98-99.

3. Левин А.А. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении нижнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 1-4(1). С. 88-89.
4. Максимов Д.В. Анализ горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении верхнего пояса // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 90-91.
5. Михайлов А.Д. Формула для горизонтального смещения опоры арочной фермы треугольного очертания при загрузении центрального узла // Вестник научных конференций. 2015. №2-3(2). С. 94-96.
6. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
7. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
8. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
9. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
11. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
12. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
14. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
15. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
16. Кирсанов М. Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
17. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
18. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
19. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
20. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
21. Al-Shahrabi A. M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). Наука, образование, общество. Ч. 1. С. 6-7.
22. Jiang H., Kirsanov M.N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С. 10-11.
23. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
24. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
25. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.285

Поступила (Received): 24.06.2016

Показаньев И.Д.**Стабильность и численное решение одного нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения****Pokazaniev I.D.****Constancy and numerical solution of a nonlinear ordinary differential equation**

Получено условие вырождения связи между вариациями производных различных порядков, удовлетворяющих нелинейному дифференциальному уравнению второго порядка. Использована система компьютерной математики Maple. Численное решение построено оператором *dsolve* для уравнения, записанного в форме Коши

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, стабильность, начальная задача, Maple

The condition of degeneration of relationships between the variations of the derivatives of different orders, satisfying the nonlinear differential equation of second order is obtained. Used system of computer mathematics Maple. The numerical solution built by the operator *dsolve* for the equation written in the form of Cauchy

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Показаньев И.Д.

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Pokazaniev I.D

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

На основе теории стабильности (англ. *constancy*) дифференциальных уравнений, которая может быть применима и для обыкновенных дифференциальных уравнений [1] и для уравнений в частных производных [2], рассмотрим уравнение некоторого динамического процесса

$$a\ddot{x} + bx^2 = C, \quad (1)$$

где a и b – некоторые константы процесса. Производные по времени обозначены как: $\dot{x} = dx(t) / dt$, $\ddot{x} = d^2x(t) / dt^2$. Теория имеет приложение и подтверждена экспериментально в задачах обработки металлов [3-6], выпучивания конструкций в условии ползучести [7-13]. Приложения теории изучены при исследовании заклинивания поршня [14] и при анализе распределения напряжений в неоднородном упругом теле [15] (уравнения в частных производных).

Определим точку неустойчивости порядка (2/3). Так как изучается не сам процесс, а его малая вариация (именно поэтому теория неустойчивости применима в задаче выпучивания при ползучести, по сути близкой к задаче устойчивости, где рассматриваются всегда малые отклонения от основного процесса), проварьируем уравнение (1):

$$a\ddot{x}\Delta\dot{x} + a\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2bx\Delta\dot{x} = 0. \quad (2)$$

Для определения условия неустойчивости по второй и третьей производной приращения функции $x(t)$ в уравнение должны входить соответственно вторая и третья производная вариации этой величины. Если вторая производная в уравнение (2) входит, то для получения третьей производной необходимо продифференцировать (2) по времени:

$$a\ddot{x}\Delta\dot{x} + a\dot{x}\Delta\ddot{x} + 2a\ddot{x}\Delta\dot{x} + 2b\dot{x}\Delta x + 2bx\Delta\dot{x} = 0. \quad (3)$$

Для того, чтобы свести поставленную начальную задачу с необычными (высшими) производными в начальных условиях к задаче Коши, необходимо из системы (2), (3) выразить приращения $\Delta\dot{x}$ и Δx . Запишем систему для приращений в матричной форме

$$\begin{pmatrix} 2bx & a\ddot{x} \\ 2b\dot{x} & a\ddot{x} + 2bx \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta\dot{x} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix},$$

где в правой части стоят выражения, зависящие от заданных приращений. Равенство определителя нулю означает вырождение связи между производными, что как раз соответствует неустойчивости порядка (2/3). Приравняем определитель нулю. Получим условие неустойчивости порядка (2/3): $2bxa\ddot{x} + 4b^2x^2 - 2a\ddot{x}b\dot{x} = 0$. Ускорение в это условие можно подставить из самого уравнения: $\ddot{x} = -bx^2 / (a\dot{x})$. Продифференцировав это выражение по времени получим: $\ddot{x} = -2bx / a + bx^2\ddot{x} / (a\dot{x}^2)$, которое тоже подставим в условие неустойчивости. В результате получаем условие

$$-bx^5 / (a\dot{x}^3) + x^2 = 0. \quad (4)$$

Отсюда очевидно, что одними из условий неустойчивости является равенство $x=0$. Кривая зависимости нетривиального решения алгебраического уравнения (4) от параметра b при $\dot{x}=3$ и $a=27$ построена на рисунке 1.

Рис. 1. Зависимость условия неустойчивости от параметра b

Численное решение уравнения (1) может быть получено оператором dsolve системы Maple [2]. Соответствующие кривые при разных начальных скоростях приведены на рисунке 2.

Рис. 2. 1) $\dot{x}(0) = 1$; 2) $\dot{x}(0) = 1$; 3) $\dot{x}(0) = 3$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Ивахненко А.Г., Куц В.В., Еренков О.Ю., Олейник А.В., Сарилов М.Ю. Методология структурно-параметрического синтеза металлорежущих систем. Комсомольск-на-Амуре, 2015. 282 с.
4. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сарилов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
5. Ивахненко А.Г., Куц В.В. Структурно-параметрический синтез технологических систем. Курский государственный технический университет. Курск, 2010. 153 с.
6. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
7. Кирсанов М.Н. Начальное закритическое поведение сжатого стержня в условиях ползучести // Прикладная механика и техническая физика. 1993. № 2. С. 152.
8. Кирсанов М.Н. Индуктивный анализ квазистатического критерия выпучивания стержня при ползучести // Упругость и неупругость. М.: МГУ, 2016. С. 232-237.
9. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условиях ползучести. Ч. 1. Стержни. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
10. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // Int.J.Eng.Sci. 1997. Volume. 5. No.3. Pp. 221-227.
11. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Vol. 33. No. 4. P. 573-576.
12. Кирсанов М.Н., Ключников В.Д. Определение особых точек процесса деформирования сжатого стержня в условиях ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1993. № 3. С. 144.
13. Кирсанов М.Н. Неустойчивость цилиндрической оболочки при ползучести // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1986. №6. С. 126-129.
14. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №10. С. 37-40.

15. Кирсанов М.Н. Нестабильность распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // Прикладная механика и техническая физика. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.

© 2016, Показаньев И.Д.

Стабильность и численное решение одного
нелинейного обыкновенного дифференциального
уравнения

© 2016, Pokazaniev I.D.

Constancy and numerical solution of a nonlinear
ordinary differential equation

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.289

Поступила (Received): 22.06.2016

Попов А.С.**Прогиб балочной фермы с учетом строительного подъема в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней****Popov A.S.****The deflection of the girder, including construction hoist, depending on number of panels and the distribution of areas rods**

Приводится вывод формулы зависимости прогиба плоской статически определимой фермы. Усилия в символическом виде определяются методом вырезания узлов в системе компьютерной математики Maple. Для обобщения решения на произвольное число панелей применен метод индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

Formula of dependence of deflection of statically determinate flat truss is obtained. Forces in rods in symbolic form are determined by the cut nodes in the system of computer mathematics Maple. To generalize the solution for an arbitrary number of panels the method of induction is applied

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Попов Алексей Сергеевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Popov Alexey Sergeevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В [1] получено точное выражение для прогиба фермы с учетом строительного подъема (рис. 1). Прогиб разыскивался по формуле Максвелла – Мора, усилия в стержнях вычислялись по программе [2], основанной на методе вырезания узлов. Известны работы по определению прогиба фермы или смещения ее опоры в аналитической форме для плоских ферм [3-8], пространственных [9-12], в вантовой системе [13]. Используемый метод индукции применим и для решения задачи о подвеске гироскопа [14] и для получения уравнений линий влияния плоских статически определимых ферм [15-17].

В обзорах [18-20] даны формулы для прогиба плоских ферм, полученные с использованием системы компьютерной математики Maple. Аналитический подход применим и для задач с учетом реологии материала [21-23]. Обобщим решение [1] на случай произвольных сечений стержней. Выделим в ферме три группы стержней: стержни поясов длиной $f = \sqrt{a^2 + c^2}$, раскосы длиной $g = \sqrt{(a+c)^2 + b^2}$ и стойки высотой c .

Рис. 1. Ферма с четырьмя панелями, $n=4$

Площади сечений групп стержней выразим через некоторую величину F : $F_i = F / k_i$ с коэффициентами соответственно k_1, k_2, k_3 . В [1] эти коэффициенты равны 1. Формула Максвелла – Мора приобретает вид

$$\Delta = P \left(\sum_{i=1}^{m_1} \frac{S_i^2 l_i}{EF_1} + \sum_{i=1}^{m_2} \frac{S_i^2 l_i}{EF_2} + \sum_{i=1}^{m_3} \frac{S_i^2 l_i}{EF_3} \right),$$

где S_i – усилия в стержнях от действия единичной силы, приложенной к середине пролета, l_i – длины стержней. Результатом индукции явилась следующая формула: $EF \Delta = P \{ F_n f^3 k_1 + n g^3 k_2 + b[(n+1)b^2 + 2n^2 c^2 + 4bcn] k_3 \} / (2b^2)$, где $F_n = n(2n^2 + 1) / 3$, $c = H / n$. В процессе решения приходилось составлять и решать рекуррентные уравнения с использованием процедур Maple [2] **rgf_findrecur** и **rsolve**. Введем относительный прогиб $\Delta' = EF \Delta / P$. В зависимости от числа панелей эта величина имеет явный минимум, приходящийся на 5-8 панелей (рис. 2) в зависимости от сечений стержней. Результаты получены при $L = 2an = 30\text{м}$, $H = cn = 2\text{м}$.

Рис. 2. Прогиб фермы

Список используемых источников:

1. Попов А.С. Прогиб балочной фермы с учетом строительного подъема в зависимости от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. №1-5(1). С.112-113.
2. Кирсанов М.Н. Maple и Marlet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
5. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях тисповой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Формула для расчета прогиба балочной фермы с произвольным числом панелей // Научный журнал. 2016. № 6 (7). С. 6 – 8
8. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
9. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
11. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // Инженерно-строительный журнал. 2013. №5(40). С. 52–58.
12. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 239-242.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
14. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
15. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
16. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
17. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
18. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
19. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
20. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.
21. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32.
22. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
23. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.292

Поступила (Received): 15.06.2016

Семенова Г.Д. Пример неустойчивости нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения

Semenova G.D.
An example of the constancy of nonlinear
ordinary differential equation

На примере нелинейного уравнения второго порядка показан алгоритм обнаружения условия неустойчивости процесса. Показано, что в этом случае связь между вариациями производных различных порядков, удовлетворяющих исходному дифференциальному уравнению, вырождается. Численное решение дифференциального уравнения получено методами системы компьютерной математики Maple

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, устойчивость, начальная задача, Maple

Семенова Галина Дмитриевна

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

For a sample of nonlinear equation of second order is shown an algorithm for finding the conditions of constancy of the process. It is shown that in this case, the correlation between the variations of the derivatives of different orders that satisfy the original differential equation degenerates.

Numerical solution of the differential equation obtained by means of computer algebra system Maple

Key words: differential equation, initial value problem, theory of constancy, Maple

Semenova Galina Dmitrievna

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Теория устойчивости дифференциальных уравнений, предложенная в [1-3], имеет приложение в задачах резания металлов [4-6], в задаче о заклинивании поршня [7]. Теория основана на особенностях начальной задачи, замеченных ранее в задачах выпучивания конструкций в условии ползучести [8-14] и задаче о плоском напряженном состоянии в упругом теле [15]. Рассмотрим дифференциальное уравнение некоторого процесса

$$a\ddot{x} + b\dot{x} + c\sqrt{x-d} = 0, \quad (1)$$

где a и b , c и d – произвольные вещественные константы. Производные по времени обозначены как: $\dot{x} = dx(t)/dt$, $\ddot{x} = d^2x(t)/dt^2$. Определим точку неустойчивости порядка (0/3) в терминологии [16, с. 216]. Проварьируем уравнение (1):

$$a\Delta\ddot{x} + b\Delta\dot{x} + \frac{c}{2\sqrt{x-d}}\Delta x = 0. \quad (2)$$

Для определения условия неустойчивости по второй и третьей производной приращения функции $x(t)$ в уравнение должны входить эти величины. Если

вторая производная в уравнение входит, то для получения третьей производной необходимо продифференцировать (2) по времени:

$$a\Delta\ddot{x} + b\Delta\ddot{x} - \frac{c\dot{x}}{4(x-d)^{3/2}}\Delta x + \frac{c}{2\sqrt{x-d}}\Delta\dot{x} = 0 \quad (3)$$

В соответствии с определением порядка неустойчивости (0/3), величины Δx и $\Delta\ddot{x}$ задаются в начальных условиях возмущенного процесса, описываемого уравнением (1). Для того, чтобы свести такую начальную задачу (обобщенную по [1]) к классической, необходимо из системы (2), (3) выразить приращение первой производной приращения функции $\Delta\dot{x}$ и ее второй производной $\Delta\ddot{x}$. Запишем систему в матричной форме

$$\begin{bmatrix} b & a \\ \frac{c}{2\sqrt{x-d}} & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\dot{x} \\ \Delta\ddot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix},$$

отнеся в правую часть известные (по условию возмущения) величины

$$\alpha_1 = \frac{c}{2\sqrt{x-d}}\Delta x, \alpha_2 = a\Delta\ddot{x} - \frac{c\dot{x}}{4(x-d)^{3/2}}\Delta x.$$

Если определитель полученной системы равен нулю, то связь между производными вырождается. Задание указанных приращений в этом состоянии приводит к неограниченному росту $\Delta\dot{x}$ и $\Delta\ddot{x}$, что может вызывать непредсказуемые для процесса последствия. Приравняв определитель нулю, получаем условие неустойчивости уравнения порядка (0/3): $b^2 - \frac{ac}{2\sqrt{x-d}} = 0$. В результате

получаем условие $4b^2x - 7b^2 - a^2c^2 = 0$. В это условие не входит производная функции, а только ее значение. На рисунке 1 показана зависимость решения (значение опасной в смысле неустойчивости) величины функции от констант задачи.

Рис. 1. Условие неустойчивости при $d=1,75$, 1) $b=1, c=1$; 2) $b=2, c=2$; 3) $b=3, c=3$

Уравнение (1) аналитического решения не имеет. Численное же решение можно получить средствами Maple [16,17]. Приведем для примера фрагмент соответствующей программы при некоторых значениях констант задачи: $a = b = c = 1, d = 1,75$:

```
sys1:=diff(dx(t),t)=-(x(t)-1.75)^(0.5)-dx(t),
diff(x(t),t)=dx(t);
f:={x(t),dx(t)};
InC:=x(0)=2,dx(0)=2;
FNUM:=dsolve({sys1,InC},f,numeric,output=listprocedure);
X:=subs(FNUM,x(t));
plot(X,-2..5,color=[red],thickness=2);
```

Рис. 2. Численное решение (1) при условии: $x(0)=2, \dot{x}(0)=2$

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Определение и анализ стабильности движения с использованием Maple // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004. № 3-4 (7-8). С. 134-137.
2. Кирсанов М.Н. Точки неустойчивости дифференциального уравнения // Вестник Чуваш. гос. пед. ун-та им. И.Я. Яковлева. 2010. № 2 (8). С. 191-197.
3. Кирсанов М.Н. Математические основы некоторых задач механики // Известия вузов. Строительство. 1996. №6. С. 39-44.
4. Ивахненко А.Г., Куц В.В. Структурно-параметрический синтез технологических систем. Курск, 2010. 153 с.
5. Еренков О.Ю., Куц В.В., Сариллов М.Ю. Токарная обработка полимерных композиционных материалов. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 278 с.
6. Еренков О.Ю. Комбинированные способы токарной обработки полимерных композиционных материалов. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2015. 228 с.
7. Сафронов В.М., Кирсанов М.Н. Оценка возможности заклинивания поршня в пневмоприводах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №10. С. 37-40.
8. Кирсанов М.Н. Начальное закритическое поведение сжатого стержня в условиях ползучести // Прикладная механика и техническая физика. 1993. № 2. С. 152.
9. Кирсанов М.Н. Индуктивный анализ квазистатического критерия выпучивания стержня при ползучести // Упругость и неупругость. М.: МГУ, 2016. С. 232-237.
10. Кирсанов М.Н. Стабильность элементов конструкций в условиях ползучести. Ч. 1. Стержни. М.: ИНФРА-М., 2015. 184 с.
11. Kirsanov M.N. Singular points of the creep deformation and buckling of a column // Int.J.Eng.Sci. 1997. Vol. 5. No.3. P. 221-227.
12. Kirsanov M. N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Vol. 33. No. 4. P. 573-576.

13. Кирсанов М.Н. Выпучивание пластины из нелинейного реологического материала при переменном нагружении // *Филология и культура*. 2011. № 24. С. 19-22.
14. Кирсанов М.Н. Неустойчивость цилиндрической оболочки при ползучести // *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела*. 1986. №6. С. 126-129.
15. Кирсанов М.Н. Нестабильность распределения напряжений в плоской задаче теории упругости неоднородного тела // *Прикладная механика и техническая физика*. 2013. Т. 54. № 3 (319). С. 166-169.
16. Кирсанов М.Н. *Maple и MapleT. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
17. Голоскоков Д.П. *Практический курс математической физики в системе Maple*. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.

© 2016, Семенова Г.Д.

*Пример неустойчивости нелинейного
обыкновенного дифференциального уравнения*

© 2016, Semenova G.D.

*An example of the constancy of nonlinear ordinary
differential equation*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.296

Поступила (Received): 30.06.2016

Фам З.Б.**Расчет смещения подвижной опоры плоской балочной фермы со сложной решеткой****Pham Z.B.****The calculation of the displacement of the movable support of flat girder, with a complex lattice**

Решетка статически определимой фермы состоит из ряда панелей типа фермы Шухова. Методом индукции выводится формула зависимости смещения опоры под действием нагрузки в середине пролета. Аналитические преобразования выполнены в системе Maple
Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

The lattice of a statically determinate truss consists of a number of panels Shukhov's truss type. By the induction method the formula of the displacement of the support under load at Midspan is obtained. Analytical conversions are performed in the system Maple
Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Фам Зуи Биен

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14**Pham Zuy Bien**

Student

National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Фермы с простыми решетками и, как правило, параллельными поясами несложны в расчете с использованием известных из курсов теоретической и строительной механики методов. Для некоторых же конструкций (рис. 1) ни метод Риттера (сечений), ни метод последовательного вырезания узлов неприменимы. Такой фермой является и ферма, полученная как регулярное обобщение фермы Шухова [1]. Для определения усилий в ее стержнях требуется комплексное составление всех уравнений равновесия узлов с последующим решением этой (подчас весьма громоздкой) системы уравнений. Безусловно, если выбрать себе цель получения аналитических выражений, без методов компьютерной математики [1,2] здесь не обойтись. В настоящей работе ставится цель получения формулы для смещения подвижной (правой) опоры в зависимости от числа панелей и размеров фермы. Применим для этого метод индукции. Ранее этот метод широко применялся для решения подобных задач для плоских [3-11] и реже для пространственных ферм [12-14]. В общем, индуктивный вывод уравнений работает практически для любых регулярных систем [15-18].

Взяв за основу программу [2], найдем аналитические выражения для усилий в стержнях фермы. Ввод данных в программу начинается с нумерации стержней и шарниров (рис. 2) и ввода координат узлов.

Рис. 1. Ферма при $k=2$

Рис. 2. Нумерация шарниров и стержней фермы при $k=1$

Приведем соответствующий фрагмент программы:

```
> for i to 2*n+1 do
> x[i]:=a*i-a: y[i]:=-((-1)^i*b+b)/2:
> x[i+2*n+1]:=x[i]: y[i+2*n+1]:=h+((-1)^i*c+c)/2:
> od:
```

Здесь обозначено $n:=2*k$. Начало координат расположено в левой опоре. Рассмотрим упрощенный вариант фермы: $h=2c$, $b=c/2$. В результате индукции с применением интеграла Максвелла – Мора получена следующая формула

$$\Delta EF = P \frac{Af^3 + Bd^3 + Cc^3}{ac}, \text{ где } A=k^2, B=8k^2, C=54k^2-8. \text{ График этой зависимости}$$

для различных значений c дан на рисунке 3.

Рис. 3. Смещение опоры при $L=2ka=100$ м

Задача о смещении опоры фермы решена также в [19,20]. Обзор работ по аналитическим решениям для ферм содержится в [21,22].

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. *Maple и Maple. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Матросов А. В. *Maple 6. Решение задач высшей математики и механики*. СПб: БХВ-Петербург, 2001. 528 с.
3. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
4. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
5. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
9. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
10. Реутов Д.О. Индуктивный анализ прогиба фермы регулярной структуры в системе Maple // Международная научно-практическая конференция ИТОН-2014. Казань: Фолиант, 2014. С. 256-261.
11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89–93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
17. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18–22.
18. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1–4 (5). С. 6–7.
19. Комарова А.Р. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры балочной фермы // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С.251–253.
20. Заборская Н. В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21–28.
22. Кийко Л. К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1(7). С. 247–254.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.299

Поступила (Received): 03.06.2016

Фам Ч.Т.
Формула для прогиба фермы типа "Butterfly",
загруженной по нижнему поясу

Pham Ch.T.
The formula for deflection of a the "Butterfly" type
truss, loaded on the bottom belt

Найдено точное решение для прогиба плоской упругой статически определимой фермы с крестообразной решеткой. Решение методом индукции обобщается на произвольное число панелей. Все аналитические преобразования, включая решение рекуррентных уравнений, выполнены в системе компьютерной математики Maple

Ключевые слова: ферма, прогиб, индукция, Maple

An exact solution for plane elastic deflection of statically determinate truss with cross bars is obtained. The solution by induction can be generalized to an arbitrary number of panels. All analytical transformations, including the solution of the recurrence equations made in the system of computer mathematics Maple

Key words: truss, deflection, induction, Maple

Фам Чыонг Тхань

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Pham Truong Thanh

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Выведем аналитическое выражение для прогиба статически определимой фермы (рис. 1) в зависимости от числа панелей. Используем наиболее эффективный для получения таких решений метод индукции с применением системы Maple, ранее примененный в решении ряда задач для плоских [1-7] и пространственных [8-11] конструкций. В [12-14] – построены линии влияния прогиба плоских ферм, в [15] методом индукции оценена жесткость торсионов твердотельного гироскопа. Аналитический метод применим и для оценки прогиба ферм с учетом ползучести материала [16-18]. В [19] содержится обзор некоторых работ по аналитическим решениям для плоских ферм.

Рис. 1

Воспользуемся интегралом Максвелла – Мора в форме $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF_i}$, где EF_i – жесткость стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к шарниру на середине пролета, l_i – длины стержней. Усилия рассчитываются по программе [20], в которую заложен метод вырезания узлов [21]. Фрагмент программы заполнения матрицы **G** системы уравнений равновесия имеет вид

```
> for i to n3 do
> Lxy[1]:=x[N[i][2]]-x[N[i][1]]:
> Lxy[2]:=y[N[i][2]]-y[N[i][1]]:
> L[i]:=sqrt(Lxy[1]^2+Lxy[2]^2):
> for j to 2 do
> jj:=2*N[i][2]-2+j:
> if jj<=n3 then G[jj,i]:=-Lxy[j]/L[i]:fi;
> jj:=2*N[i][1]-2+j:
> if jj<=n3 then G[jj,i]:= Lxy[j]/L[i]:fi;
> od;
> od:
```

Здесь $n3:=12*n+2$ – число стержней фермы вместе с тремя опорными. В сумму же Максвелла -Мора входят только деформируемые стержни $m=n3-3$.

Рассмотрим случай $a=b$. В результате обобщения последовательности решений десяти ферм имеем следующую формулу

$$\Delta EF = \frac{Aa^3 + Bg^3 + Cc^3}{4h^2},$$

где $A = 45n^2(3n^2 - 1)$, $B = 5n^2(3n^2 - 1)$, $C = 5n^2(3n^2 - 1)$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, $g = \sqrt{4a^2 + h^2}$.

Для относительного прогиба $\Delta' = EF\Delta / P$ найденная зависимость представлена графически.

Рис. 2. Зависимость прогиба от n при $a=b=2$ м

Список используемых источников:

1. Кужелев П.А. Оптимизация прогиба плоской балочной фермы // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. Ч. 11. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 109-110.
2. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы с увеличенным подферменным пространством // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 5 (262). С. 21-25.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
10. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
11. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 239-242.
12. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
13. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
14. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
15. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
16. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25-32.
17. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
18. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
19. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
20. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
21. Кирсанов М.Н. Решения задач по теоретической механике. М.: ИНФРА-М, 2015. 216 с.

© 2016, Фам Ч.Т.

Формула для прогиба фермы типа "Butterfly",
загруженной по нижнему поясу

© 2016, Pham Ch.T.

The formula for deflection of a the "Butterfly" type
truss, loaded on the bottom belt

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.302

Поступила (Received): 03.06.2016

Фролов М.А.**Формула для горизонтального смещения
подвижной опоры шпренгельной фермы,
нагруженной по верхнему поясу****Frolov M.A.****The formula for the horizontal displacement of the
movable support of truss, loaded on the upper belt**

Найдено аналитическое выражение для горизонтального смещения подвижной опоры фермы под действием равномерной нагрузки. Для определения усилий в стержнях и решения рекуррентных уравнений использовались операторы системы компьютерной математики Maple. Обобщение решения на произвольное число панелей выполнено методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple, интеграл Мора

Фролов Михаил Алексеевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Found an analytical expression for the horizontal displacement of the movable support of the truss under uniform load. To determine the stresses in the bars and solution of recurrence equations the operators of a computer algebra system Maple are used. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels made by the method of induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple, Mohr' integral

Frolov Mikhail Alekseevich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Традиционная задача о деформации фермы – определение ее прогиба. Однако в практических приложениях часто возникает вопрос о величине смещения подвижной опоры. Это смещение может быть обусловлено как температурными деформациями упругих стержней фермы, так и нагрузкой. В настоящей работе ставится задача получения формулы для смещения опоры фермы за счет действия нагрузки (рис. 1). Подобная задача в аналитической форме решена в ряде работ [1-4] для арочных ферм. Для решения поставленной задачи используем метод индукции и операторы системы компьютерной математики Maple. Такой подход уже использовался в задачах о прогибе плоских [5-12] и пространственных [13-15] фермах. Индуктивный метод допускает применение и для любых регулярных систем [16-20], в том числе и ферм с учетом реологии материала [21, 22].

Рис. 1. Ферма с тремя панелями в половине пролета ($n=3$)

Воспользуемся формулой Максвелла – Мора. Для нахождения усилий от действия внешней нагрузки и от действия единичной силы, приложенной к опоре в направлении ее смещения, входящих в эту формулу, используем в качестве основы программу [23], написанную на языке Maple. Фрагмент программы с вводом координат узлов имеет вид

```
> for i to 2*n+1 do
> x[i]:=a*i-a: y[i]:=0:
> x[i+2*n+1]:=x[i]: y[i+2*n+1]:=b+c:
> od:
> for i to n do
> x[i+4*n+2]:=a*i-a: y[i+4*n+2]:=b:
> x[i+5*n+2]:=a*i+n*a: y[i+5*n+2]:=b:
> od:
```

Результаты расчетов для десяти ферм с различным числом панелей обобщаем методом индукции. В итоге получаем формулу $EF\Delta = \frac{PA_n a}{b+c}$, где $A_n = n(4n+1)(n-1)/6$. Кривые зависимости смещения $\tilde{\Delta} = \Delta EF / P_0$, где $P_0 = (2n+1)P$, изображены на рисунке 2 при $L = 2na = 20$ м.

Рис. 2. Зависимость смещения от числа панелей n

Список используемых источников:

1. Заборская Н.В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
2. Смирнов М.Д. Аналитическое определение горизонтального смещения опоры арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 2-3(2). С. 129-130.
3. Тарасюк Ю.О. Формула для горизонтального смещения опоры арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. №2-6(2). С. 133-134.
4. Колосов Н.А. Горизонтальное смещение опоры арочной фермы, нагруженной по верхнему поясу // Вестник научных конференций. 2015. № 4-1(4). С. 85-88.
5. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
6. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
7. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
8. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
10. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
11. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
13. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
14. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
15. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
16. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
17. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
18. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
19. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
20. Jiang H., Kirsanov M.N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
21. Kirsanov M.N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Volume 33, No. 4. Pp. 573-576.
22. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25-32
23. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.305

Поступила (Received): 30.06.2016

Хоанг Х.Ч.**Зависимость смещения подвижной опоры фермы
типа "Butterfly" от числа панелей****Hoang H.Ch.****The dependence of the displacement of the movable support of the
truss type "Butterfly" from the number of panels**

Выполнен аналитический расчет балочной статически определимой упругой фермы под действием нагрузки, приложенной к узлам верхнего пояса. Решение методом индукции обобщается на произвольное число панелей. Аналитические преобразования выполнены в системе Maple
Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

Performed analytical calculation of the elastic beam type statically determinate trusses under the action of the loads applied to the nodes of the upper belt. The solution by induction can be generalized to an arbitrary number of panels. Analytical conversions are performed in the system Maple
Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Хоанг Хью Чиен

Студент

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Hoang Huu Chien

Student

National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Под действием вертикальных нагрузок подвижная опора фермы балочного типа подвергается смещению [1,2]. Найти зависимость величины смещения от числа панелей в аналитической форме можно методом индукции, апробированном на плоских [3-10] и пространственных фермах [11-13]. В общем, метод индукции совместно с системой компьютерной математики [14,15] позволяет получать решения для произвольных регулярных конструкций [16-19]. В настоящей работе используем программный код и алгоритм [14], записанный на языке компьютерной математики Maple. В [20-21] приведены решения о смещении опор балочных ферм.

Рассмотрим схему статически определимой фермы с решеткой типа "бабочка" (*butterfly*). Ферма допускает расчет усилий методом сечений или методом вырезания узлов. Однако, метод Риттера плохо поддается алгоритмизации, а метод вырезания узлов при большом числе стержней подвержен накоплению ошибок. Выход из этого тупика состоит в получении формулы для расчетных величин методом индукции. Для расчета необходимо пронумеровать шарниры и стержни фермы (рис. 2) и задать координаты узлов.

Рис. 1. Ферма при $n=2$

Приведем соответствующий фрагмент программы в случае $a=b$:

```
> for i to 2*n+1 do x[i]:=d*i-d: y[i]:=0: od:
> for i to 2*n do
> x[2*i+2*n]:=d*i-a-b:
> x[2*i+2*n+1]:=x[2*i+2*n]+b:
> od:
> for i to 4*n do y[i+2*n+1]:=h: od:
```

Здесь обозначено $d=3*a$: Для того, чтобы найти смещение необходимо рассчитать усилия в стержнях фермы от действия заданной нагрузки (обозначим эти усилия S_i) и от действия горизонтальной единичной силы в правой опоре (усилия N_i). Воспользуемся формулой Максвелла-Мора $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i N_i l_i}{EF}$, где EF – жесткость стержней, l_i – длины стержней.

Рис. 2. Нумерация шарниров и стержней фермы при $n=3$

Рис. 3. Смещение в зависимости от числа панелей при $a=2$ м

Метод индукции дает следующий результат

$$\Delta EF = -P \frac{Aa^3 + Gg^3 + Cc^3}{ha},$$

где

$$A = 12n(1 + 4n^2), \quad G = 2n(1 + 4n^2), \\ C = 2n(3 + 4n^2), \quad g = \sqrt{(a+b)^2 + h^2}, \quad c = \sqrt{a^2 + h^2}.$$

На рисунке 3 приведены графики этой зависимости.

Обзор некоторых работ по аналитическим решениям для плоских статически определимых ферм методом индукции содержится в [22,23].

Список используемых источников:

1. Комарова А.Р. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры балочной фермы // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С. 251-253.
2. Заборская Н.В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
3. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
4. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
5. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
9. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
11. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
12. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
13. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
14. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
15. Голоскоков Д. П. Практический курс математической физики в системе Maple. СПб.: Изд-во ПаркКом, 2010. 644 с.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
17. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
18. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
19. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
20. Комарова А.Р. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры балочной фермы // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С.251-253.

21. Заборская Н.В. О горизонтальном смещении опоры плоской балочной фермы // Перспективы развития науки и образования. Ч. 9. Тамбов, 2015. С. 58-60.
22. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
23. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1(7). С. 247-254.

© 2016, Хоанг Х. Ч.

*Зависимость смещения подвижной опоры фермы
типа "Butterfly" от числа панелей*

© 2016, Hoang H.Ch.

*The dependence of the displacement of the movable
support of the truss type "Butterfly" from the number
of panels*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.309

Поступила (Received): 03.06.2016

Червенко А.Ю.

Прогиб балочной фермы с треугольной решеткой под действием равномерной нагрузки по нижнему поясу

Chervenko A.Yu.

The deflection of a girder with a triangular lattice under the action of uniform load on the bottom belt

Ферма опирается на подвижную и неподвижную опоры. Стержни соединены шарнирно. Методами компьютерной математики Maple получено точное выражение для прогиба плоской статически определимой упругой фермы. Использован метод индукции и операторы *rgf_findrecur* и *rsolve*

Ключевые слова: ферма, прогиб, индукция, Maple

The truss relies on movable and fixed support. The rods are connected pivotally. By the methods of computer mathematics Maple an exact expression for the deflection of statically determinate elastic flat truss is obtained. Used induction method and operators *rgf_findrecur* and *rsolve*

Key words: truss, deflection, induction, Maple

Червенко Антон Юрьевич

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Chervenko Anton Yurievich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Аналитическое выражение зависимости прогиба статически определимой фермы с параллельными поясами от числа панелей имеет как теоретическое, так и практическое значение. Получить эту зависимость в виде компактной и удобной в работе формулы можно методом индукции с использованием системы Maple [1]. Ранее этот подход был использован для плоских [2-11] и пространственных ферм [12-14], в задаче о вантовой системе [15] и при анализе деформаций свайного фундамента [16]. Метод применялся и в задаче о жесткости гироскопической подвески [17], при построении линий влияния в плоских фермах [18-19] и в ферме с учетом ползучести материала [20-22].

Рис. 1. Ферма с четырьмя панелями ($n=4$)

Будем оценивать прогиб фермы (рис. 1) по вертикальному смещению среднего узла верхнего пояса. Используя формулу Максвелла – Мора, приложим единичную вертикальную силу к этой точке и найдем усилия в стержнях $s_i, i = 1, \dots, m$, где для фермы с n панелями $m = 6n - 1$. Усилия от действующей нагрузки обозначим S_i . Все усилия в символьной форме находим по программе, написанной на языке Maple [1]. По формуле $\Delta = \sum_{i=1}^m \frac{S_i s_i l_i}{EF}$, где EF – жесткости стержней, l_i – длины стержней, находим ряд решений для ферм с различным числом панелей. Итоговые формулы оказываются подобными. Коэффициенты в них выстраиваются в последовательности, общие члены которых можно найти, пользуясь операторами `rgf_findrecur` и `rsolve` системы Maple. Соответствующий фрагмент программы имеет вид:

```
> with(genfunc) :
> S:=1,2,5,8,13,18,25,32: N:=nops([S])/2;
> Z:=rgf_findrecur(N,[S],t,n);
> ZZ:=simplify(rsolve({Z,seq(t(i)=S[i],i=1..N)},t));
```

В результате получаем искомую формулу $EF\Delta = P(A_n a^3 + B_n c^3) / (2b^2)$, где $A_n = (10n^4 + 8n^2 + 3(-1)^{(n+1)} + 3) / 24$, $B_n = (2n^2 - (-1)^n + 1) / 4$, $c = \sqrt{a^2 + b^2}$.

Зависимость относительного прогиба $\tilde{\Delta} = \Delta EF / P$ от числа панелей отображена кривыми на рисунке 2 (размеры в метрах).

Рис. 2. Прогиб фермы при $L=an=10$ м

Список используемых источников:

1. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Андросова Д.И. О зависимости прогиба плоской балочной фермы с треугольной решеткой от числа панелей // Вестник научных конференций. 2015. № 2-2(2). С. 14-15.

3. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38–44.
4. Вальтер А. М. Прогиб плоской балочной статически определимой фермы с треугольной решеткой // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. Ч. 1. Тамбов, 2015. С. 53-54.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58–65.
6. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
7. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
8. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
9. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33–41.
10. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37–43.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3–9.
17. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
18. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
19. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
20. Kirsanov M.N. Effect of the choice of the instability criterion in creep on the solution of the rod structure optimization problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1992. Vol. 33. No. 4. P. 573-576.
21. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.
22. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25–32

© 2016, Червенко А.Ю.

Прогиб балочной фермы с треугольной решеткой под действием равномерной нагрузки по нижнему поясу

© 2016, Chervenko A.Yu.

The deflection of a girder with a triangular lattice under the action of uniform load on the bottom belt

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.312

Поступила (Received): 25.06.2016

Ягудин Р.Д.

Аналитическое исследование смещения опоры балочной фермы с параллельными поясами

Yagudin R.D.

Analytical study of the displacement of the support girders with parallel chords

Решетка статически определимой фермы состоит из неравносторонних треугольников. Разыскивается формула для смещения подвижной опоры фермы под действием нагрузки в середине пролета. Решение методом индукции обобщается на произвольное число панелей. Аналитические преобразования выполнены в системе Maple

Ключевые слова: ферма, подвижная опора, индукция, Maple

The lattice of a statically determinate truss consists of non isosceles triangles. The formula for the displacement of the movable support of the truss under load at Midspan is obtained. The solution by induction can be generalized to an arbitrary number of panels. All analytical conversions are performed in the system Maple

Key words: truss, a movable support, induction, Maple

Ягудин Руфат Дамирович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Yagudin Rufat Damirovich

Student

National research university "MPEI"
Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Особенность фермы на рисунке 1 – несимметричное расположение раскосов. При $a=b$ ферма имеет стандартную, наиболее распространенную в практике решетку [1,2], для которой аналитические выражения зависимости прогиба от числа панелей получены методом индукции с использованием программы, написанной на языке системы компьютерной математики Maple [3]. Этот же подход использован и для более сложных плоских [4-11] и пространственных ферм [12-14], в задаче о вантовой системе [15] и при анализе деформаций свайного фундамента [16].

Рис. 1. Ферма при $n=4$

Метод применялся и в задаче о жесткости гироскопической подвески [17], при построении линий влияния в плоских фермах [18-19] и в ферме с учетом ползучести материала [20]. Обзоры некоторых работ по этой теме (плоские фермы) можно найти в [21].

Расчет усилий по программе [3] начинается с задания координат узлов (шарниров) фермы. Приведем соответствующий фрагмент программы применительно к рассматриваемой ферме:

```
> for i to 2*n+1 do
> x[i]:=(a+b)*(i-1): y[i]:=0:
> od:
> for i to n do
> x[i+2*n+1]:=x[i]+a: y[i+2*n+1]:=h:
> x[i+3*n+1]:=x[i+n]+b:y[i+3*n+1]:=h:
> od:
```

Порядок соединения стержней задают специальные векторы. Так, например, задаются стержни нижнего пояса:

```
> for i to 2*n do N[i]:=[i,i+1]; od:
```

Матрица системы уравнений равновесия узлов заполняется в цикле, решение удобно получить методом обратной матрицы. Система решается дважды: для нагрузки P и для единичной горизонтальной силы, приложенной к подвижной опоре. Последовательное решение (в символьной форме) задачи о прогибе с использованием формулы Максвелла – Мора дает последовательности коэффициентов, общие члены которых можно найти в системе Maple (оператор `rsolve`). В итоге получаем следующее решение

$$EF\Delta = -(A_n a^2 + n^2 ab + B_n b^2) / h, \text{ где } A_n = n(n+1)/2, B_n = n(n-1)/2.$$

Рис. 2. Смещение при $a = 2L / (3n)$, $b = L / (3n)$, $L = 10$ м

Жесткости стержней одинаковы. На рисунке 2 зависимость прогиба $\Delta' = \Delta EF / P$ от числа панелей при разных высотах h (в метрах). В [22] решена задача для фермы с симметричной треугольной решеткой.

Список используемых источников:

1. Жакетов Д.Д., Яцков В.Б. Прогиб плоской балочной фермы с треугольной решеткой // Наука и образование в XXI веке. Ч. 7. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 34-36.
2. Вальтер А.М. Прогиб плоской балочной статически определимой фермы с треугольной решеткой // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты. Ч. 1. Тамбов, 2015. С. 53-54.
3. Кирсанов М.Н. *Maple и Maplet. Решения задач механики*. СПб.: Лань, 2012. 512 с.
4. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 58-65.
6. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
7. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // Вестник машиностроения. 2015. № 8. С. 49-51.
8. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
9. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
10. Кирсанов М.Н. Точные формулы для расчета прогиба и усилий в стержнях типовой фермы «Молодечно» с произвольным числом панелей // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 33-41.
11. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
12. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
13. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
14. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
15. Кирсанов М.Н. Статический расчет вантовой системы // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 1. № 3. С. 89-93.
16. Кирсанов М.Н. Дискретная модель свайного фундамента // Инженерно-строительный журнал. 2015. №3(55). С. 3-9.
17. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
18. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
19. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
20. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
22. Комарова А.Р. Аналитическое исследование горизонтального смещения опоры балочной фермы // Научный альманах. 2016. N 4-3(18). С.251-253.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.315

Поступила (Received): 23.06.2016

Трунов П.В.**Аналитический расчет прогиба симметричной арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу, в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней****Trunov P.V.****Analytical calculation of the deflection of symmetrical arched truss loaded on the bottom flange, depending on the number of panels and the distribution of areas rods**

Известное решение автора о прогибе фермы распространено на случай разных площадей сечений стержней. Усилия определяются методом программным методом с помощью вырезания узлов при использовании системы компьютерной математики Maple. Обобщения решения на произвольное число панелей достигается методом индукции

Ключевые слова: ферма, деформация, индукция, Maple

A well-known author's decision on the deflection of the truss extended to the case of different section areas of the rods. The efforts are determined by a software method using cut-nodes and the computer algebra system Maple. Generalization of the solution for an arbitrary number of panels is achieved by induction

Key words: truss, deformation, induction, Maple

Трунов Павел Вячеславович

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Trunov Pavel Vyacheslavovich

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Аналитическое выражение для прогиба статически определимой фермы (рис. 1) в зависимости от числа панелей получено в [1] для случая одинаковых продольных жесткостей стержней. Использован наиболее эффективный для получения таких решений метод индукции с применением системы Maple, апробированный и подтвержденный на ряде задач для плоских [1-7] и пространственных [8-11] конструкциях. В [12] методом индукции дана оценка жесткости торсионов твердотельного гироскопа, в [13-15] – построены линии влияния прогиба плоских ферм. Аналитический метод применим и для оценки прогиба ферм с учетом ползучести материала [16-18]. В [19-21] содержится обзор некоторых работ по аналитическим решениям для плоских ферм.

Рис. 1. Ферма при $n = 2n_0 = 6$

Для определения прогиба воспользуемся формулой Максвелла-Мора, записанной для случая разных поперечных сечений стержней:

$$\Delta = \left(\sum_{i=1}^{m_1} \frac{S_i N_i l_i}{EF_1} + \sum_{i=1}^{m_2} \frac{S_i N_i l_i}{EF_2} + \sum_{i=1}^{m_3} \frac{S_i N_i l_i}{EF_3} \right),$$

где EF_i – жесткости стержней, S_i – усилия в стержнях от действия внешней нагрузки, N_i – усилия в стержнях от действия единичной вертикальной силы, приложенной к центральному узлу фермы, l_i – длины стержней. Сумма разделена на три, первая относится к горизонтальным стержням решетки, вторая – стоек, третья – раскосов и к стержням поясов длиной $c = \sqrt{a^2 + b^2}$. Здесь $m_1 + m_2 + m_3 = 8n - 5$ – общее число стержней фермы с n панелями без учета трех опорных стержней, принятых недеформируемыми (всего в ферме $8n - 2$ стержня и $4n - 1$ шарнирный узел, система статически определима). Площади сечений отдельных групп стержней выражены через некоторую величину F : $F_i = F / k_i, i=1,2,3$.

Рис. 2. Зависимость прогиба от n при $L = 2an_0 = 10$ м, $b=1$ м

Индуктивный анализ последовательности решений десяти ферм дал следующую формулу

$$EF \Delta = P \frac{A_n a^3 k_1 + B_n b^3 k_2 + C_n c^3 k_3}{2b^2}, \quad (1)$$

где $A_n = 8n_0^2(3n_0 - 2)$, $B_n = 4n_0^2$, $C_n = n_0(20n_0^3 - 32n_0^2 + 31n_0 - 7) / 6$. Для относительного прогиба $\Delta' = EF\Delta / P$ зависимость (1) представлена графически (рис. 2, размеры в метрах).

Заметно существенное влияние распределения площадей по сечениям стержней фермы.

Список используемых источников:

1. Трунов П.В. Аналитический расчет прогиба симметричной арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу, в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней // Вестник научных конференций. 2015. №2-3(2). С. 118-119.
2. Кирсанов М.Н. Математическая модель балочной фермы с элементами упрочнения // Инженерно-строительный журнал. 2015. №4(56). С. 38-44.
3. Кирсанов М.Н. Аналитическое исследование деформаций плоской фермы арочного типа // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова 2015. № 3 (31). С. 42-48.
4. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19-24.
5. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы с увеличенным подферменным пространством // Строительная механика и расчет сооружений. 2015. № 5 (262). С. 21-25.
6. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3. С. 16-19.
7. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2 (2). С. 5.
8. Кирсанов М.Н. Особенности аналитического расчета пространственных стержневых систем // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5. С. 11-15.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и оптимизация пространственной балочной фермы // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 5-8.
10. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // Инженерно-строительный журнал. 2014. №5(49). С. 37-43.
11. Леонов П.Г., Кирсанов М.Н. Аналитический расчет и анализ пространственной стержневой конструкции в системе Maple // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. 2014. С. 239-242.
12. Кирсанов М.Н. Жесткость торсионной подвески микромеханического волнового твердотельного гироскопа // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2015. № 3. С. 18-22.
13. Al-Shahrabi A.M., Kirsanov M.N. Line of influence of the deflection for cantilever truss // Вестник научных конференций. 2016. № 2-1(6). С. 6-7.
14. Dong X., Kirsanov M.N. The dependence of the deflection of the truss from the position of the load for an arbitrary number of panels // Вестник научных конференций. 2016. № 1-4 (5). С. 6-7.
15. Jiang H., Kirsanov M. N. An analytical expression for the influence line of the truss // Вестник научных конференций. 2016. № 1-5(5). С.10-11.
16. Тиньков Д.В. Оптимальная геометрия плоской балочной раскосной фермы с учетом линейной ползучести материала // Инженерно-строительный журнал. 2016. №1(61). С. 25-32.
17. Кирсанов М.Н. Оптимизация пространственной фермы с учетом ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2001. № 10. С. 11.
18. Кирсанов М.Н. Оптимальная высота балочной фермы с учетом линейной ползучести материала // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2000. № 5. С. 141.

19. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247-254.
20. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21-28.
21. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66-73.

© 2016, Трунов П.В.

Аналитический расчет прогиба симметричной арочной фермы, нагруженной по нижнему поясу, в зависимости от числа панелей и распределения площадей стержней

© 2016, Trunov P.V.

Analytical calculation of the deflection of symmetrical arched truss loaded on the bottom flange, depending on the number of panels and the distribution of areas rods

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.319

Поступила (Received): 04.06.2016

Абулгатина А.С., Баталова М.О.
Комплексный подход к развитию детей с
расстройствами аутистического спектра

Abulgatina A.S., Batalova M.O.
An integrated approach to the development of
children with autism spectrum disorders

Расстройства аутистического спектра являются одной из наиболее часто встречаемых групп нарушений в детском возрасте. В статье отражен комплексный подход к развитию детей с расстройствами аутистического спектра в условиях инклюзивного образования, который реализуется коллективом школы № 7 города Уфы Республики Башкортостан

Ключевые слова: комплексный подход, обучающиеся с расстройствами аутистического спектра

Autism spectrum disorders are one of the most common group of disorders in childhood. The article reflects the comprehensive approach to the development of children with autism spectrum disorders in conditions of inclusive education, which is implemented by a team of school number 7 of Ufa Republic of Bashkortostan

Key words: integrated approach, learners with autism spectrum disorders

Абулгатина Аниса Саматовна
Кандидат медицинских наук, доцент
Институт развития образования Республики Башкортостан
г. Уфа, ул. Мингажева, 120

Abulgatina Anisa Samatovna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Education development institute of Republic of Bashkortostan
Ufa, Mingazheva st., 120

Баталова Мария Олеговна
Студент
Башкирский государственный медицинский университет
г. Уфа, ул. Ленина, 3

Batalova Maria Olegovna
Student
Bashkir state medical university
Ufa, Lenin st., 3

Расстройства аутистического спектра (РАС) являются одной из наиболее часто встречаемых групп нарушений в детском возрасте. Являясь первазивным нарушением, аутизм захватывает все стороны жизни ребенка, помимо трудностей социального взаимодействия проявляясь в наличии ограничений в собственной активности (в том числе в стереотипных формах поведения), сужении круга интересов, трудностях восприятия и обработки сенсорной информации, нарушениях речи и коммуникации, снижении способности к воображению и др. При этом отмечается значительное разнообразие в выраженности проявлений аутизма [1]. Среди многочисленных задач, стоящих перед образованием есть главная – сохранение здоровья каждого ребёнка. Дети с РАС должны расти и раз-

виваться полноценно наравне со сверстниками, получать профессии, быть нужными обществу. Коллектив школы № 7 г. Уфы Республики Башкортостан использует комплексный подход в развитии обучающихся с РАС. Для обучающихся создана специальная коррекционно-развивающая среда, которая состоит из трех компонентов: социально-педагогического, предметно-пространственного, технологического. В рамках реализации инновационной деятельности используется сетевое взаимодействие организаций: научных, медицинских, организаций дополнительного образования, культуры. Сетевая форма реализации образовательных программ направлена на обеспечение возможности освоения образовательной программы с использованием ресурсов нескольких организаций и закреплена статьей 15 Закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ. Важный аспект сетевого взаимодействия в рамках комплексного подхода к развитию детей с РАС – это множественность уровней взаимодействия не только по административным каналам, но и напрямую между специалистами и другими участниками образовательного процесса, которые вместе оперативно решают необходимые вопросы. Сетевое взаимодействие осуществляется через организацию совместных встреч, семинаров, конференций, дискуссий по проблемным вопросам, обмену опытом. Созданы специальные условия для обучающихся с РАС: адаптированная образовательная программа, индивидуальные учебные планы, адаптированная система оценки достижений; адаптированный учебный материал; специальные программы, технологии; организация коррекционно-развивающей работы; особая организация образовательного пространства; составлены индивидуальные образовательные маршруты. Адаптированная образовательная программа обучения на основе рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии предусматривает корректировку как самого учебного процесса (сроки, содержание учебного плана, формы и методы обучения), так и корректировку критериев и условий определения результатов обучения для каждого учащегося с РАС. Также она включает комплекс мероприятий по медико-психолого-социально-педагогическому сопровождению. При этом педагоги, как правило, реализуют дифференцированный и индивидуальный подход. В ряде случаев, по договоренности педагога, администрации школы и семей, в наиболее тяжелые для некоторых детей периоды (изменение терапии, нарастание астенических проявлений и пр.) в классе на уроках роль ассистентов эпизодически выполняют родители.

В требованиях к результатам освоения адаптированной основной общеобразовательной программы начального общего образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья указано, что у детей с расстройствами аутистического спектра должны быть сформированы «мотивация к взаимодействию со сверстниками и взрослыми», «навыки вербальной и невербальной коммуникации и их использование в различных видах деятельности», «пользование средствами альтернативной коммуникации». Качественные нарушения коммуникации: задержка или полная остановка в развитии разговорной речи, <...> относительная или полная невозможность вступить в контакт или поддержать речевой контакт с другими лицами...» – являются одним из диагностических критериев РАС по МКБ-10. Развитие коммуникации в каждом

случае требует индивидуального подхода, разных средств. В практике зарубежного опыта распространены образовательные технологии, развившиеся в основном в рамках когнитивно-поведенческого подхода. Однако, в рамках поведенческого подхода не всегда удастся преодолеть синкретичность мышления таких детей: многие из них, спустя годы обучения, так и не овладевают смысловой составляющей используемых понятий. Способы взаимодействия с окружающими так и продолжают несовпадать с общепринятыми. Как отмечают АLEXИНА С.В. и СОЛДАТЕНКОВА Е.Н., в развитии коммуникации важна и процессуальность, которая направлена не на стимуляцию уже развитых наличных форм (обмен карточками), а на процесс возникновения новых форм и их изменение. Коммуникативные средства даются ребенку не в готовом виде, а создаются в сотрудничестве, чтобы ребенок способным самостоятельно использовать это средство [2].

Среди различных видов спорта, применяемых в работе с детьми с РАС, самым популярными являются плавание, иппотерапия, катание на горных лыжах. Так, например, при занятиях плаванием дети становятся более самостоятельными – сами одеваются, моются; появляется ответственность и взаимопомощь. Использовался широкий спектр закаливающих процедур. Поднимая данную проблему, имея опыт работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья, мы хотим привлечь внимание широкой общественности к необходимости привлечения детей данной группы к различным занятиям по интересам в системе дополнительного образования. Неформальная обстановка, гибкий режим занятий, лично-ориентированные на ребенка методы обучения дают самые благоприятные условия для адаптации и социализации. Разработана и реализована Программа формирования толерантности у обучающихся начального и среднего уровня образования. Основной целью программы является создание условий для формирования навыков толерантных отношений, терпимости к иному образу жизни, мнению, поведению, ценностям. Программа формирования толерантности включает в себя три раздела: «Толерантность – понятие, принципы», «Формирование толерантности по отношению к себе», «Формирование толерантности по отношению к другим» и предназначена для нормально развивающихся обучающихся, родителей нейротипично развивающихся обучающихся, сотрудников школы [3].

Реализация комплексного подхода к развитию детей с РАС будет способствовать улучшению качества оказания помощи детям этой категории и их семьям, а именно: повышению уровня представлений о проблеме РАС у специалистов учреждений; поиску путей обеспечения связи между учреждениями, оказывающими помощь семье ребенка с РАС (как на разных возрастных этапах – в дошкольном детстве и школьном возрасте, так и учреждениях, в настоящее время оказывающих помощь); созданию специальных условий, повышающих качество обучения и социализации ребенка в школе; просветительской деятельности с целью более успешного осуществления инклюзии детей с РАС в детские сады и школы.

1. Многоосевая классификация психических расстройств детском и подростковом возрасте: Классификация психических и поведенческих расстройств у детей и подростков соответствии с МКБ-10. М.: Смысл, 2003. 407 с.
2. Алехина С.В., Солдатенкова Е.Н. Технология развития коммуникации детей с РАС дошкольного возраста как составляющая инклюзивной практики. М.: МГППУ, 2015. С. 470-478.
3. Макеева И.А. Толерантность как ценностная основа инклюзивного образования // Инклюзивное образование: результаты, опыт и перспективы. М.: МГППУ, 2015. 60-64 с.

© 2016, Абулгатина А.С., Баталова М.О.
Комплексный подход к развитию детей с
расстройствами аутистического спектра

© 2016, Abulgatina A.S., Batalova M.O.
An integrated approach to the development of
children with autism spectrum disorders

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.323

Поступила (Received): 04.06.2016

**Алферина Е.Н., Маркосьян Н.С.,
Игнатьев В.Н., Котлова О.А., Козлова И.Н.
Бешенство в Республике Мордовия в 2006–2015 годах**

**Alferina E.N., Markosyan N.S., Ignatyev V.N., Kotlova O.A., Kozlova I.N.
Rabies in the Republic of Mordovia in 2006-2015**

В статье описывается современная ситуация по бешенству в Республике Мордовия

The article describes modern epidemiological and epizootological situation of rabies in the Republic of Mordovia

Ключевые слова: бешенство, Республика Мордовия, заболеваемость

Key words: rabies, Republic of Mordovia, incidence

Алферина Елена Николаевна

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Alferina Elena Nikolaevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Маркосьян Наталья Сергеевна

Кандидат медицинских наук, старший
преподаватель
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Markosyan Natalia Sergeevna

Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Игнатьев Владимир Николаевич

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Ignatyev Vladimir Nikolaevich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Котлова Ольга Александровна

Заведующая отделом
Центр гигиены и эпидемиологии в Республике
Мордовия
г. Саранск, ул. Дальняя, 1 А

Kotlova Olga Aleksandrovna

Head of Department
Hygienic and epidemiological center in the Republic
of Mordovia
Saransk, Dalnyaya st., 1 A

Козлова Ирина Николаевна

Врач-эпидемиолог
Центр гигиены и эпидемиологии в Республике
Мордовия
г. Саранск, ул. Дальняя, 1 А

Kozlova Irina Nikolaevna

Epidemiologist
Hygienic and epidemiological center in the Republic
of Mordovia
Saransk, Dalnyaya st., 1 A

В настоящее время бешенство является довольно редким заболеванием среди людей благодаря огромному количеству проводимых лечебно-профилактических прививок. Ежегодно в России около 400 тысяч человек обращается за антирабической помощью в связи с укусами животных, при этом от гидрофобии в среднем погибает 8–10 человек в год [1, с.4]. По данным Роспотребнадзора за последние 15 лет в Российской Федерации было зарегистрировано 173 случая бешенства среди людей, четыре из которых – на территории Республики Мордовия (РМ).

Являясь частью Приволжского Федерального округа, Республика Мордовия находится в окружении регионов, где бешенство животных регистрируется постоянно (Нижегородская, Ульяновская, Пензенская, Рязанская области, Чувашская республика). Сходные природно-климатические условия обуславливают наличие общих природных очагов, активность которых, в свою очередь, отражается на состоянии антропоургических очагов, формирующихся на смежных административных территориях [2, с.1].

Известно, что в паразитарных системах природных и антропоургических очагов бешенства в Республике Мордовия циркулируют наиболее вирулентные для млекопитающих и человека генотипы вируса бешенства [3, с.5].

Цель работы: изучить современную эпидемиолого-эпизоотологическую ситуацию по бешенству в Республике Мордовия.

Материалы и методы: проведен анализ заболеваемости бешенством людей и животных на территории РМ, для чего были использованы данные годовых отчетов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия» за 10 лет (2006–2015 гг.); информационные бюллетени об эпизоотической ситуации по бешенству на территориях Нижегородской, Пензенской, Рязанской и Ульяновской областей, Чувашской республики.

Результаты: С 2000 года в РМ было выявлено 4 случая смерти людей от гидрофобии: в Краснослободском районе – 1 (2003 г.), в Зубово-Полянском и Темниковском районах – по 1 случаю (2004 г.), в Ардатовском районе – 1 случай (2009 г.). В трех случаях имели место контакты с домашними животными (кошка, собаки), при которых были получены повреждения опасной локализации (укусы и ослюнения кистей рук), однако пострадавшие не обращались за медицинской помощью. В Темниковском районе женщина пострадала от нападения бешеного волка, получив множественные повреждения лица, головы, конечностей. Несмотря на быструю госпитализацию (через 20 минут после укуса) и рано начатое специфическое лечение, смертельного заболевания избежать не удалось.

С начала 2000-х годов бешенство среди животных в Мордовии регистрируется ежегодно. За 15-летний период (2001–2015 гг.) было установлено 458 случаев болезни, при этом более 80% – в последние 10 лет. Подъемы заболеваемости отмечались в 2005 г. (46 случаев), 2009–2010 гг. (84 и 73 сл.) и в 2014–2015 гг. (48 и 46 сл.). В годы относительного благополучия регистрировалось от 8 (2013 г.) до 11–12 случаев заболевания (2004, 2006, 2012 гг.). Аналогичная ситуация наблюдается в Пензенской области, расположенной к югу от Мордовии, где низкий уровень заболеваемости также отмечен в 2006 г. (51 сл.) и в 2012 г.

(79 сл.). В целом окружающие республику территории имеют разную интенсивность эпизоотического процесса. Так, наибольшее количество случаев было выявлено в Пензенской области (2013 г. – 120, 2014 г. – 113), а наименьшее – в Чувашской республике (2013-2014 гг. – по 15 сл.). При этом в Пензенской области за последние 25 лет (1971–2014 гг.) случаев гидрофобии не зарегистрировано.

За изучаемый период (2006-2015 гг.) заболевания животных выявлялись на всей территории Мордовии с наибольшим количеством случаев в Ичалковском районе (49 сл., 13,2% всей заболеваемости). В пяти районах (Ичалковский, Атяшевский, Чамзинский, Ковылкинский и Больше-Игнатовский) установлено 42,6% всей заболеваемости (158 сл.). Три четверти случаев были выявлены на 11 из 23 административных территорий РМ, преимущественно в центральной и северо-восточной частях республики.

В годы подъема заболеваемости бешенство животных было установлено в большинстве районов Мордовии (2009–2010 гг. – в 18 и 20 районах, 2014–2015 гг. – в 16 и 19 соответственно). Относительно благополучными можно считать территории западной и северо-западной частей РМ, где в отдельные годы были выявлены лишь единичные случаи болезни.

В 2006-2015 годах рабическая инфекция регистрировалась в республике практически круглогодично с увеличением числа случаев в холодное время года (максимум отмечен в ноябре – 46 сл.). Так, с октября по март в РМ было зарегистрировано 69,9% суммарной заболеваемости. В последние два года подъем заболеваемости отмечен в период с сентября 2014 г. по апрель 2015 г., когда было выявлено 88,3% всех случаев за два года.

В структуре заболеваемости бешенством можно отметить преобладание диких плотоядных (61,3%), преимущественно лисиц (98,7%). В отдельные годы их удельных вес достигал 73–75%. За последние 10 лет в РМ были установлены единичные случаи заболевания волков, куниц, хорьков. Домашние и сельскохозяйственные животные (в основном КРС) довольно активно вовлекались в эпизоотический процесс: доля КРС и МРС – до 15,8%, домашних животных – до 22,5%. Следует отметить рост удельного веса последних до 52,2% в 2015 году (доля собак составила 37,0%, кошек – 15,2%).

Ежегодно около 2,5 тысяч человек в Мордовии обращаются за антирабической помощью. При этом лишь около 60% (59,7–64,4%) – в первые сутки после укуса. Треть обращений (30,8–35,0%) приходится на 2–4 дни и около 5% (2,2–6,3%) – позднее 5 суток.

В последние годы наметилась тенденция к снижению числа обращений в связи с нападениями животных (с 2742 – в 2007 г. до 2132 – в 2013 г.), однако в 2015 году вновь отмечен их рост (2323). На долю детей до 14 лет приходится около четверти всех пострадавших. Чаще всего повреждения наносятся домашними животными, что обуславливает до 2/3 всех обращений.

По локализации преобладали укусы в плечо и туловище, которые составили более половины (54,4%), на втором месте – повреждения кистей рук и пальцев ног (39,7%). Укусы в лицо, шею, голову не превышали в целом 6%.

Вакцинация пострадавшим назначалась практически в 100% случаев. Тем не менее, доля отказов и самовольного прекращения прививок достигала в отдельные годы 25,0% и 11,8% соответственно.

Выводы: Таким образом, в Республике Мордовия сложилась довольно напряженная обстановка по бешенству с периодическим ухудшением ситуации, что связано с наличием очагов лисьего бешенства в республике и на сопредельных с ней территориях. Активизация природных очагов способствует интенсивному вовлечению в эпизоотический процесс сельскохозяйственных и домашних животных, что создает угрозу для населения, учитывая более частое нападение последних на человека. Проводимая специфическая профилактика в комплексе с неспецифическими мероприятиями (регулирование численности лисицы, отлов безнадзорных животных, карантинизация и др.) способна предотвратить значительный ущерб, наносимый заболеванием сельскому хозяйству и благополучию общества. Тем не менее, имеющиеся случаи гибели людей от гидрофобии в республике свидетельствуют о недостаточной настороженности в отношении данного смертельного заболевания, что требует совершенствования санитарно-просветительской работы с населением.

Список используемых источников:

1. Мовсисянц А.А. Бешенство: особенности современной эпизоотической и эпидемиологической ситуации в России // Эпидемиология. Вакцинопрофилактика. 2011. №5. С. 4–5.
2. Постановление Главного государственного санитарного врача по Республике Мордовия №4 от 15.04.2015 г. «О мерах по профилактике бешенства в Республике Мордовия».
3. Толоконникова С.И., Тарасов М.А., Поршаков А.М., Кочетов Е.И., Водянова Е.И., Удовиков А.И. Особенности эпизоотологии, эпидемиологии и профилактики бешенства в Республике Мордовия // Пест-Менеджмент. 2015. №1. С. 5-10.

© 2016, Алферина Е.Н., Маркосьян Н.С.,
Игнатъев В.Н., Котлова О.А., Козлова И.Н.
Бешенство в Республике Мордовия в 2006–
2015 годах

© 2016, Alferina E.N., Markosyan N.S., Ignatyev V.N.,
Kotlova O.A., Kozlova I.N.
Rabies in the Republic of Mordovia in 2006-2015

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.327

Поступила (Received): 24.06.2016

Валеева Э.Р., Степанова Н.В., Фомина С.Ф.
Социально-гигиеническая характеристика уровня
знаний о риске воздействия химических
веществ на состояние здоровья

Valeeva E.R., Stepanova N.V., Fomina S.F.
Social and hygienic characteristics of the level of knowledge
about the risks of exposure to chemicals on the health of

Уровень информированности в вопросе о риске воздействия химических веществ на состояние здоровья человека среди респондентов низкий. Наиболее высокий уровень гигиенических знаний определялся среди женщин в возрасте 40-49 лет. Выявлена положительная статистически значимая связь между возрастом, полом, уровнем образования и правильностью ответа

Ключевые слова: химические контаминанты, пищевые продукты, уровень информированности

The level of awareness of the risk of exposure to chemicals on human health among respondents is low. The highest level of hygiene knowledge was determined among women aged 40-49 years. A positive statistically significant relationship between age, sex, level of education and the right answer

Key words: chemical contaminants, food products, awareness

Валеева Эмилия Рамзиевна

Доктор медицинских наук, профессор
 Казанский (Приволжский) федеральный университет
 г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Valeeva Emilyya Ramilevna

Doctor of Medical Sciences, Professor
 Kazan (Volga) federal university
 Kazan, Kremlevskaya st., 18

Степанова Наталья Владимировна

Доктор медицинских наук, профессор
 Казанский (Приволжский) федеральный университет
 г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Stepanova Natalia Vladimirovna

Doctor of Medical Sciences, Professor
 Kazan (Volga) federal university
 Kazan, Kremlevskaya st., 18

Фомина Сурьяна Фаритовна

Аспирант
 Казанский (Приволжский) федеральный университет
 г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Fomina Surya Faritovna

Graduate
 Kazan (Volga) federal university
 Kazan, Kremlevskaya st., 18

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 15-16-16008

Продукты питания занимают лидирующий ранг при оценке вклада факторов химической нагрузки в формирование здоровья населения [1]. Изучение

питания населения является актуальным и имеет свои особенности в различных регионах.

Цель исследования: изучение осведомленности населения о риске воздействия химических веществ (тяжелых металлов, нитратов, пестицидов, микотоксинов) на здоровье человека.

Всего в анкетном опросе приняло 256 человек проживающих в г. Казани. Среди них доля городских жителей составила 62,2 %, сельских – 37,8 %. Распределение респондентов по половозрастному составу следующее: мужчин – 11,5 %, женщин – 88,5 %, а по возрастной категории: до 19 лет – 33,6 %, 20-29 лет – 33,2 %, 30-39 лет – 12,0 %, 40-49 лет – 7,8 %, старше 50 лет – 13,4 %. На момент опроса 25,0 % имели среднее образование, 36,6 % среднее специальное образование, 14,4 % – незаконченное высшее и 17,6 % – высшее образование. На вопрос «от чего в первую очередь зависит здоровье» 68,2% ответили правильно, считая, что от образа жизни человека. Почти каждый десятый опрошенный указал как на главный фактор, определяющий состояние здоровья населения, наследственность, по данным литературы, ее значимость для здоровья составляет менее 20% [2]. Оценка предпочтений в питании показала, что доля лиц, употребляющих хлебобулочные изделия 1 – 3 раза в неделю составила 53,4%, а ответ – никогда, выбрал каждый шестой. Продукты питания население покупает чаще в крупных супермаркетах (57,6%), в магазинах, торговом павильоне у дома (41%) и на рынке (19,3%). Сами выращивают на приусадебном участке только каждый восьмой житель. На вопрос «какую долю, по вашему мнению, занимает проблема химической нагрузки на население в общем комплексе экологических проблем» 38,3% населения ответили «не знаю», 30,4% опрошенных считают, что доля химической нагрузки на население свыше 20%, а 18,4% считают, что доля химической нагрузки составляет до 20%. Выявилось, что 2,3% респондентов считают, что доля химической нагрузки на население в общем комплексе экологических проблем составляет не более 1%, а 10,6% считают, что не более 10%. В результате опроса выяснилось, что почти каждый второй респондент считает, что токсические вещества в организм человека поступают в основном с продуктами питания (42,2%) и через легкие (40,3%), каждый девятый считает, что через кожу (11,5%) и 6% поставили ответ «не знаю». Среди главных источников поступления тяжелых металлов в окружающую среду анкетированные выделили промышленность (52,4%) и автотранспорт (39,1%). Доля сельского хозяйства как источника поступления тяжелых металлов у опрошенных составляет 3,6%, затруднились ответить 4,9%. Главным источником поступления нитратов в окружающую среду, по мнению людей является сельское хозяйство (48,1%), промышленность (26,3%), автотранспорт (12,3%). Остальные опрошенные (13,3%) не знают, что является главным источником поступления нитратов в окружающую среду. На вопрос «что является главным источником поступления пестицидов в окружающую среду?» каждый второй респондент ответил, что сельское хозяйство (51,5%), каждый шестой считает, что промышленность (15,7%), автотранспорту отдали предпочтение 8,3% анкетированных и 24,5% – затруднились ответить.

В продукты питания токсические вещества, по мнению опрошенных, поступают в первую очередь с выбросами автотранспорта, промышленных предприятий (40,1%) и загрязнением почвы (28,9%). Почти каждый пятый (19,2%) респондент считает, что токсические вещества в продукты питания поступают за счет минеральных удобрений и каждый десятый (10,4%) за счет применения пестицидов. Среди веществ, которые наиболее часто загрязняют продукты питания, анкетированные выбрали ответ «нитраты» – 33,5%, «пестициды» – 28,9% и «тяжелые металлы» – 17,3%. Большинство респондентов считают, что тяжелые металлы в наибольшем количестве содержатся в консервированных продуктах (29,6%), мясе и мясных продуктах (18,1%), виноводочных изделиях (16,7%), морепродуктах (16,3%). Почти каждый второй анкетированный по наибольшему содержанию пестицидов (43,4%) и нитратов (46,4%) указал на овощи и почти каждый третий по наибольшему содержанию пестицидов (34,5%) и нитратов (31,2%) указал на фрукты и ягоды. Снижение содержания тяжелых металлов, пестицидов, нитратов в продуктах питания, по мнению многих анкетированных, достигается путем термической обработки, а также чисткой и мытьем овощей и фруктов. Почти каждый третий – четвертый респондент не знает, как можно снизить содержание химических веществ в продуктах. Характерными для тяжелых металлов свойствами, по мнению респондентов, являются их токсическое действие (21,5 %), способность к кумуляции (17,5 %), канцерогенное действие (13,3 %), длительный период полувыведения (10,7 %), тератогенное действие (вредное воздействие на развитие плода) (8,9 %) и мутагенное действие (7,1 %). Статистическая обработка результатов опроса непараметрическим методом с использованием критерия Пирсона показала, что существует положительная статистически значимая связь между возрастом (полом, уровнем образования) и правильностью ответа. Так, на вопросы правильно ответили большая часть женщин (КК=0,89; $p<0,01$) в возрасте 40-49 лет. Из нашего опроса видно, что большая часть анкетированных не знают в каких органах и системах организма происходит преимущественное накопление тяжелых металлов (кадмия, ртути, свинца), мышьяка и нитратов (табл.1).

Таблица 1. Распределение ответов анкетированных на вопрос «как вы считаете, в каких органах и системах организма человека происходит преимущественное накопление химических веществ», %

Органы и системы	Тяжелые металлы			Мышьяк	Нитраты
	Кадмий	Ртуть	Свинец		
Кровеносная система	8,3	25,4	15,2	14,8	20,7
Печень	9,2	12,4	12,9	7,8	45,2
Костная система	8,8	7,8	6,5	11,5	8,8
Мышцы	6,9	6,9	-	5,5	2,8
Мозг	2,3	6,0	12,0	-	1,4
Мочеполовая система	2,3	1,4	3,2	7,4	7,4
Дыхательная система	-	-	16,6	-	-
Волосы и ногти	-	-	-	14,3	-
Не знаю	62,2	40,1	33,6	38,7	13,7

Таким образом, респонденты считают, что преимущественное накопление кадмия происходит в печени (9,2 %), костной системе (8,8 %) и кровеносной системе (8,3 %) и мышцах (6,9 %). Накопления ртути, по мнению анкетированных, больше происходит в кровеносной системе (25,4 %), в печени (12,4 %), в костях (7,8 %); свинца – в дыхательной системе (16,6 %), кровеносной системе (15,2 %), в печени (12,9 %) и в мозге (12,0 %). Кумуляция мышьяка происходит в кровеносной системе (14,8 %), в волосах и ногтях (14,3 %), в костях (11,5 %), нитратов в печени (45,2 %) и кровеносной системе (20,7 %).

Выводы: Полученные результаты анкетированного опроса свидетельствуют, что респонденты недостаточно хорошо информированы в вопросе о риске воздействия химических веществ на состояние здоровья человека. Выявлена положительная статистически значимая связь между возрастом, полом, уровнем образования и правильностью ответа. Наиболее высокий уровень гигиенических знаний определялся среди женщин.

Список используемых источников:

1. Степанова Н.В., Фомина С.Ф. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением пищевых продуктов токсичными элементами // IV съезд токсикологов России. М., 2013. С. 448-450.
2. Лисицын Ю.У., Улумбекова Г.Э. Общественное здоровье и здравоохранение: М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.

© 2016, Валеева Э.Р., Степанова Н.В., Фомина С.Ф.
Социально-гигиеническая характеристика уровня
знаний о риске воздействия химических веществ на
состояние здоровья

© 2016, Valeeva E.R., Stepanova N.V., Fomina S.F.
Social and hygienic characteristics of the level of
knowledge about the risks of exposure to chemicals
on the health of

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.331

Поступила (Received): 24.06.2016

Грашкин В.А.
Мониторинг патологических изменений у пациентов
с периоральным дерматитом методом
активной радиометрии

Grashkin V.A.
Monitoring of pathological changes in patients with perioral
dermatitis by the method of active radiometry

В исследовании обсуждается возможность неинвазивной оценки состояния сосудистого и внесосудистого компонента микроциркуляции тканей лица у больных периоральным дерматитом. В исследовании методом активной радиометрии позволяющей регистрировать сверхслабое электромагнитное радиоизлучение тканей, отражающее активность транскапиллярного обмена воды, показано формирование нарушений сосудистого компонента микроциркуляции у обследованных больных

Ключевые слова: активная радиометрия, периоральный дерматит, микроциркуляция

The study discusses the noninvasive assessment of vascular and extravascular components of microcirculation of tissues in patients with perioral dermatitis. In the study by the method of active radiometry allows to register low-intensity electromagnetic radiation fabrics, reflecting the activity of transcapillary exchange of water, shows the formation of the vascular component of microcirculation in patients

Key words: active microwave radiometry, perioral dermatitis, microcirculation

Грашкин Виталий Анатольевич
Кандидат медицинских наук, преподаватель
Саратовский филиал Самарского медицинского
университета «РЕАВИЗ»
г. Саратов, ул. Дегтярная площадь, 1 А

Grashkin Vitalij Anatolievich
Candidate of Medical Sciences, teacher
Saratov branch of the Samara medical university
"REAVIZ"
Saratov, Degtyarnaya ploshjad st., 1 A

Проблема диагностики и лечения периорального дерматита (ПД)) в настоящее время не теряет своей актуальности благодаря широкому распространению косметических средств и использования в быту и производстве различных химических соединений. Вместе с тем, диагностика ПД и дифференциальный диагноз все еще встречаются затруднения в виду схожести клинических проявлений, в частности, визуальной картины дерматологической патологии [1]. В патогенезе ПД существенная роль отводится метаболическим нарушениям и патологии микроциркуляции (МЦ), нарушения сосудистого компонента которой, в большинстве случаев, определяют симптоматику заболевания. Важная роль нарушений МЦ в патогенезе болезней кожи обуславливает необходимость оценки этого компонента гомеостаза в клинике, что, однако, не всегда возможно в виду сложности и трудоемкости существующих методик.

В этой связи активная сверхвысокочастотная радиометрия (АР), основанная на явлении преобразования водными средами низкоинтенсивных внешних электромагнитных излучений частотой 65 ГГц, в стимулированное излучение частотой 1 ГГц, может быть рассмотрена в качестве перспективного способа интегральной оценки состояния внесосудистого и сосудистого компонента МЦ [2-20]. Данный метод используется в диагностике функционального состояния организма, выявлении воспалительной патологии, мониторинге инфильтративных изменений внутренних органов, оценке состояния миокарда и дифференциальной диагностики новообразований с позиций оценки микрососудистой проницаемости [4-15, 19]. АР позволяет осуществлять интегральную оценку воспалительного процесса, реализуя системный подход к дифференциальной диагностике патологических изменений внутренних органов [5, 11, 13, 16].

Учитывая актуальность обозначенных вопросов, целью настоящего исследования являлась оценка состояния сосудистого компонента микроциркуляции у больных периоральным дерматитом методом активной радиометрии.

Материалы и методы

В исследование включено 120 больных периоральным дерматитом обоего пола (средний возраст – $29,2 \pm 1,3$ года, длительность заболевания – $3,5 \pm 0,5$ года).

Критериями включения больных в исследование являлся верифицированный характер патологического процесса, наличие папул и «псевдопустул», не связанных с волосяным фолликулом, локализующихся на кожных покровах лица; отсутствие на коже лица пациента проявлений бактериальной, вирусной или грибковой инфекции.

Критерии исключения: обострение хронических кожных заболеваний.

В процессе исследования были выделены две группы больных с разной выраженностью кожных проявлений заболевания. В первую группу (I) включены больные со слабо выраженной эритемой, локальным распространением элементов сыпи преимущественно вокруг рта, подбородка и носогубных складок. Вторую группу (II) составили больные с выраженной эритемой застойного характера, диффузным распространением высыпаний по коже лица представленных папуло-везикулами, а так же множественными «псевдопустулами».

Волновую активность (ВА) водосодержащих сред тканей лица исследовали методом активной радиометрии, заключавшимся в зондировании области лица в течение 3-5 секунд приемно-излучающим модулем (ПИМ) с одновременной регистрацией интенсивности радиосигнала тканей [2, 16]. В основе метода лежит способность молекулярной системы воды, образованной при участии водородных связей, преобразовывать зондирующее излучение на частоте, совпадающей с частотой собственных колебаний молекул воды – 65 ГГц в стимулированное радиоизлучение молекул, на большей длине волны и меньшей частоте – 1 ГГц [3, 17, 18].

Интенсивность принимаемого излучения носит название волновая активность (ВА) и оценивается в условных единицах, при этом за 100 условных единиц принимается уровень излучения дистиллята воды при 37 °C [4, 19]. Зоны регистрации ВА представлены на рис.

Рис. 1. Топографическая схема оценки волновой активности тканей лица:
1 – лобная область, 2 – периназальная область, 3 – периоральная область,
4 – инфраорбитальная область, 5 – орбитальная область,
6 – височная область, 7 – щечная область

Исследование ВА проводилось в состоянии спокойного бодрствования в положении сидя. Специальной подготовки к проведению исследования не требовалось. В процессе диагностики осуществлялась установка ПИМ на кожу исследуемой области, после чего в течение 3-5 секунд производится сканирование водосодержащих сред. При необходимости в каждой области делается несколько измерений показателя [4].

Измерения проводились в проекции патологического очага, а так же располагающегося рядом участка неизменной кожи. Группу контроля составили 20 здоровых добровольцев сопоставимых основной группе по полу и возрасту.

Интенсивность сосудистой проницаемости – транскапиллярного обмена (ТКО) воды в группах, выражаемого в миллилитрах (мл) воды на 100 мл артериальной крови, оценивалась по результатам АР по следующей формуле: $ТКО = 0,4 - 0,52 \cdot (ВА_1 - ВА_0)$, где $ВА_1$ – волновая активность измеренная у обследуемого больного, $ВА_0$ – калибровочное значение волновой активности, определяемое в процессе калибровки прибора.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 6.0. В процессе обработки рассчитывалась выборочное среднее ($\bar{x}$) и выборочное среднеквадратичное отклонение (s). Оценка статистической значимости различий проводилась с помощью Н-критерия Краскела-Уоллеса (Kruskal-Wallis).

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ выявил статистически значимый характер межгрупповых различий величины ВА тканей ($N = 249,1$; $p < 0,001$). Таким образом, полученные результаты указывают на существенные различия ВА в зоне патологических изменений и перифокальной области во всех исследуемых группах, что указывает на увеличение степени преобразования тканями, вовлеченными в патологический процесс, зондирующего излучения, являющееся следствием существенных изменений водосодержащих сред.

Проведенный анализ показал, что у больных второй группы, с выраженными пролиферативно-экссудативными изменениями кожи имеет место существенно более выраженный подъем ВА, носящий статистически значимый характер ($p = 0,032$). Кроме того, у данных больных значения ВА в перифокальной области существенно превышают соответствующие значений больных, вклю-

ченных в первую группу ($p=0,049$) и группу контроля ($p=0,041$). Полученные результаты указывают на формирование патологических нарушений в перифокальной области кожи лица больных второй группы.

Результаты оценки ТКО тканей лица представлены в табл. 1.

Таблица 1. ТКО тканей лица у обследованных пациентов (мл/100мл)

Область	I группа		II группа		Группа контроля	
	x	s	x	s	x	s
Патологический очаг	-9,3	0,16	-14,4	2,7	0,0	0,02
Перифокальная зона	-3,4	0,08	-6,5	0,03		

Анализ оценки сосудистой проницаемости в тканях, выявил статистически значимый характер повышения ТКО в проекции патологических изменений в сравнении перифокальной областью ($p=0,016$) и группой контроля ($p=0,033$) у больных I группы. Анализ результатов показал, что интенсивность ТКО в перифокальной области характеризовалась более высокими значениями, в сравнении с контролем, однако выявленные изменения не являлись статистически значимыми ($p=0,077$).

У больных второй группы было выявлено существенное увеличение ВА в проекции патологического очага в сравнении с больными I группы ($p=0,025$). Кроме этого отмечены статистически значимые различия ВА в проекции патологического очага и перифокальной областью ($p=0,021$), а так же со здоровыми лицами ($p=0,011$). Указанные результаты свидетельствуют о значительном увеличении сосудистой проницаемости в патологическом очаге. Повышенная сосудистая проницаемость в участках визуально неизменной кожи, свидетельствует о формировании в перифокальной области микроциркуляторных нарушений.

Проведенный анализ показал, что формирование пролиферативных элементов сопровождающихся минимальной экссудативной реакцией характеризуется умеренным повышением сосудистой проницаемости. Развитие выраженных патологических изменений при ПД протекает на фоне микроциркуляторных нарушений в виде повышенной сосудистой проницаемости, что, несомненно, требует проведения специфических корригирующих мероприятий. Результаты исследований свидетельствуют о возможности дифференциации острых воспалительных, дегенеративно-дистрофических и неопластических состояний методом АР, что, очевидно, может использоваться и в дерматовенерологии [4, 10, 15, 20]. Таким образом, низкоинтенсивное зондирующее излучение и стимулированное радиоизлучение тканей частотой 1 ГГц могут быть использованы не только для идентификации, но и для коррекции патологических нарушений у больных ПД [18, 22-24].

Выводы

1. Результаты исследования свидетельствуют о выраженных радиофизических изменениях тканей лица у пациентов с периоральным дерматитом, как в очаге поражения, так и перифокальной зоне.

2. Активная радиометрия позволяет идентифицировать клинические проявления и дать оценку внешне неизмененным тканям с позиции развития в них микроциркуляторных нарушений.

Список используемых источников:

1. Грашкина И.Г., Грашкин В.А., Утц С.Р. Изучение состояния волновой активности и клеточного метаболизма тканей лица у больных периоральным дерматитом // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8. № 2. С. 611-615.
2. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Дифференциация инфильтративных изменений в легких с помощью топографического картирования СВЧ-излучения органов грудной полости // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 208-211.
3. Бецкий О.В. Пионерские работы по миллиметровой электромагнитной биологии, выполненные в ИРЭ РАН // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. №8. С. 11-20.
4. Терехов И.В. Транс – резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. ...дисс. канд. мед. наук. Тула, 2007. 24 с.
5. Аржников В.В., Лифшиц В.Б., Парфенюк В.К. и др. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
6. Терехов И.В., Громов М.С., Петросян В.И. и др. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
7. Терехов И.В., Громов М.С., Парфенюк В.К. и др. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
8. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.
9. Лобаков А.И., Громов М.С., Дубовицкий С.А. и др. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
10. Громов М.С., Масляков В.В., Брызгунов А.В. и др. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
11. Терехов И.В., Петросян В.И., Никитина Е.Б. и др. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
12. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
13. Громов М.С., Терехов И.В., Дзюба М.А., Аржников В.В. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
14. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.
15. Терехов И.В., Петросян В.И., Громов М.С. и др. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2013. № 3 (11). С. 18-26.
16. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С.187-190.
17. Терехов И.В., Солодухин К.А., Аржников В.В. и др. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.

18. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Исследование состояния транскапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
19. Терехов И.В., Логаткина А.В., Бондарь С.С. Функциональное состояние миокарда и его связь с состоянием водосодержащих сред органов грудной клетки при инфильтративных процессах в легких // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 51. С. 3.
20. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
21. Громов М.С., Терехов И.В. Использование ТРФ-топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т.15. № 2. С. 89-91.
22. Терехов И.В., Дзюба М.А., Бондарь С.С. и др. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
23. Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
24. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В., Собченко А.А. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.

© 2016, Грашкин В.А.

Мониторинг патологических изменений у пациентов с периоральным дерматитом методом активной радиометрии

© 2016, Grashkin V.A.

Monitoring of pathological changes in patients with perioral dermatitis by the method of active radiometry

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.337

Поступила (Received): 24.06.2016

Грашкин В.А.**Взаимосвязи метаболической активности клеток
цельной крови и волновой активности водосодержащих
сред у больных с периоральным дерматитом****Grashkin V.A.****The relationship of metabolic activity of whole
blood cells and wave activity in water-containing
environments in patients with perioral dermatitis**

В исследовании обсуждается взаимосвязь показателей метаболизма тканей и состояния водосодержащих сред у больных периоральным дерматитом. Методом активной радиометрии выявлены субклинические изменения в тканях у обследованных больных. Показатели активной радиометрии коррелируют с результатами биохимического метода исследования

Ключевые слова: активная радиометрия, периоральный дерматит, метаболизм

The study discusses the interrelation of indicators of tissue metabolism and the condition of the hydrous environments in patients with perioral dermatitis. Method of active radiometry revealed subclinical changes in the tissues of the patients. The parameters of the active radiometry correlated with the results of biochemical research method

Key words: active radiometry, perioral dermatitis, metabolism

Грашкин Виталий Анатольевич

Кандидат медицинских наук, преподаватель
Саратовский филиал Самарского медицинского
университета «РЕАВИЗ»
г. Саратов, ул. Дегтярная площадь, 1 А

Grashkin Vitalij Anatolievich

Candidate of Medical Sciences, teacher
Saratov branch of the Samara medical university
"REAVIZ"
Saratov, Degtyarnaya ploshjad st., 1 A

Периоральный дерматит (ПД) – хроническое рецидивирующее заболевание кожи лица с недостаточно изученной этиологией и патогенетическими механизмами, являющееся одной из актуальных проблем дерматологии [1]. Рост числа больных ПД, фациальная локализация, сложности диагностики и лечения обуславливают социальную значимость проблемы ПД [1, 2]. Используемые в настоящее время инструментальные методы (дерматоскопия, УЗИ, биопсия) позволяющие оценивать морфологические проявления ПД, неинформативны в оценке функционального состояния ткани [2]. С учетом ограничений указанных методов, представляется перспективным использование для идентификации, дифференциации и мониторинга патологических изменений тканей лица, метода активной радиометрии (АР) [3-18]. АР основанная на исследовании транскапиллярного обмена, является чувствительным методом оценки функциональных изменений, позволяя при этом визуализировать и исследовать

морфологические изменения тканей благодаря возможности топографического картирования результатов диагностики [5, 17, 18].

В этой связи целью исследования являлось изучение возможностей активной радиометрии в оценке функционального состояния кожи лица и показателей клеточного метаболизма у больных периоральным дерматитом.

Материалы и методы.

В исследование включено 120 больных периоральным дерматитом обоего пола, из которых 87,5% женщин и 12,5% мужчин. Средний возраст обследованных составил $29,2 \pm 1,3$ года. Длительность заболевания до года встречалась в 26,8% случаев, от года до 2 лет – в 23,7%, от 2 до 3 лет – в 20,9%, от 3 до 10 лет – 28,6%.

Критериями включения больных в исследование были: установленный клинический диагноз, наличие папул и «псевдопустул», не связанных с волосяным фолликулом, локализующихся на кожных покровах лица; возраст от 16 до 60 лет; отсутствие на коже лица пациента проявлений бактериальной, вирусной или грибковой инфекции; отсутствие приема системных или топических кортикостероидных препаратов. Критериями исключения из исследования являлись: беременность и лактация; прием системных и топических ретиноидов в течение последних 6 месяцев; использование фотосенсибилизаторов в последние 4 недели; хронические кожные заболевания в стадии обострения; аутоиммунные заболевания; системные заболевания крови.

Степень эндогенной интоксикации организма устанавливали по уровню в сыворотке крови молекул средней молекулярной массы (ВНСММ) и олигопептидов (ОП) в плазме крови. Показатели клеточного метаболизма (выраженные в средних цитохимических коэффициентах – сцк) оценивали по содержанию в лейкоцитах гликогена, лизосомальных катионных белков (ЛКБ), результатов теста с нитросиним тетразолием (НСТ), оценку доли клеток (%) содержащих фермент глюкоза-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ) [2].

Волновую активность (ВА), отражающую способность водосодержащих сред тканей к преобразованию внешнего зондирующего излучения в стимулированное излучение, исследовали методом активной радиометрии (АР) по стандартной методике [2, 3, 4].

Оценка ВА тканей лица производится в условных единицах: за 100 условных единиц принимается уровень излучения дистиллята воды при 37 °С, что соответствует уровню мощности стимулированного излучения водосодержащих сред $\sim 10^{-14}$ Вт [4-10].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 6.0. В процессе обработки рассчитывалось выборочное среднее ($\bar{x}$) и выборочное среднеквадратичное отклонение (s). Оценка статистической значимости различий проводилась с помощью критерия χ^2 . Оценка взаимосвязей изучаемых показателей осуществлялась методом линейного корреляционного анализа.

Результаты исследования

Клиническая картина при ПД была представлена мелкими, не связанными с фолликулярным аппаратом кожи, полусферическими, конусовидными

папулами диаметром не более 1-3 мм, от бледно-розового до ярко красного цвета и единичными восковидными и блестящими полупрозрачными папуло-везикулами, «псевдопустулами», которые появлялись на фоне незначительно выраженной эритемы или видимо неизменной кожи. Элементы располагались поверхностно, чаще изолированно, беспорядочно или рассеянно, иногда группировались без тенденции к росту и слиянию, не имели воспалительного ободка, на поверхности некоторых определялись тонкие полупрозрачные чешуйки. Патологические элементы у 88% обследованных носили симметричный характер, однако степень распространения была различной: от ограниченных на небольшом участке у 6 (1,1%) до диффузного поражения всего лица у 52 пациентов (10,2%). Более чем у половины обследованных (54%) отсутствовали субъективные ощущения. Зуд и жжение были слабо выраженными, отмечались у 17,7% обследованных, у 25,3% пациентов отмечалось чувство стягивания и сухости.

Результаты оценки эндогенной интоксикации у больных ПД представлены в табл.1.

Таблица 1. Показатели эндогенной интоксикации

Показатели	Основная группа	Группа контроля
ОП, г/л	0,79 ±0,003	0,44 ±0,02
ВНСММ, у.е.	16,8 ±0,09	10,7 ±0,11

Анализ полученных результатов свидетельствует о статистически значимом характере увеличения в плазме больных ПД концентрации ОП на 79,5% в сравнении со здоровыми лицами ($p=0,023$), а так же на 57% уровня молекул средней и низкой молекулярной массы в сыворотке ($p=0,036$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что патологический процесс при ПД сопровождается усиленной биodeградацией, что является причиной умеренного эндотоксикоза.

Результаты оценки клеточного метаболизма у больных ПД представлены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели клеточного метаболизма

Показатели	Основная группа	Группа контроля
ЛКБ, сцк	2,31 ±0,009	1,2 ±0,003
НСТ-тест, сцк	1,69 ±0,006	1,92 ±0,003
Гликоген, сцк	1,75 ±0,006	2,44 ±0,005
Г-6-ФДГ, %	2,93±0,025	4,04±0,062

Анализ полученных результатов выявил существенные изменения метаболической активности клеток, проявляющиеся увеличением в сравнении со здоровыми лицами концентрации ЛКТ на 48,1% ($p=0,031$), указывающее на активацию кислород-независимых метаболических механизмов, что так же под-

тверждается существенным снижением активности ключевого фермента аэробного метаболизма – Г-6-ФДГ в 1,4 раза ($p = 0,0031$). Кроме этого было выявлено снижение в клетках гликогена в 1,4 раза ($p = 0,026$), и снижение показателей НСТ на 13,6% ($p=0,044$), являющееся следствием хронического течения воспалительного процесса у больных ПД.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что патологический процесс у больных ПД существенным образом отражается не клеточном метаболизме, приводя к его угнетению, что в целом, сопровождается снижением фагоцитирующей активности нейтрофилов. Результаты так же свидетельствуют о повышении ВА тканей лица в проекции патологического очага, в сравнении с уровнем от перифокальных областей. Так, у больных ПД в проекции периоральной области, ВА на 16,5% превышала значения здоровых лиц ($p=0,018$). В пределах неизмененных тканей, ВА находилась в интервале от 94,4 до 107,1 ед., у здоровых лиц находясь в пределах 91,6 – 103,9 ед. Указанные изменения свидетельствуют о том, что у больных с ПД в областях, в которых отсутствует видимые проявления дерматита, имеется субклинически протекающий патологический процесс.

В исследовании так же была проанализирована взаимосвязь биохимических показателей и ВА (табл.3).

Таблица 3. Результаты корреляционного анализа показателей эндогенной интоксикации, клеточного метаболизма и ВА у обследованных лиц

Показатели	Больные ПД	Контрольная группа
ЛКБ	-0,5	0,46
Гликоген	-0,34	-0,57
Г-6-ФДГ	-0,78	-0,62
ВНСММ	0,41	-0,94
ОП	-0,37	-0,89
НСТ	0,29	-0,87

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что ВА находится в сильной обратной зависимости от концентрации в крови ОП ($p=0,0012$), ВНСММ ($p<0,001$), уровня в клетках Г-6-ФДГ ($p=0,019$), результатов НСТ-теста, ($p=0,0013$). Менее сильная отрицательная связь наблюдается с уровнем гликогена ($p=0,038$) и. ЛКБ ($p=0,049$).

Таким образом, формирование клинической картины ПД происходит на фоне измененного клеточного метаболизма и водосодержащих сред тканей лица. Проведенный анализ свидетельствует о чувствительности АР к метаболическому статусу тканей, и эта чувствительность обусловлена взаимосвязью метаболизма с уровнем трансапиллярного обмена, к которому чувствительна АР [14-16, 19, 20].

Выявленные нарушения метаболического гомеостаза при ПД являются результатом эндогенной интоксикации, обусловленной накоплением в крови токсических продуктов обмена, способствующих развитию тканевой гипоксии, а так же нарушению микроциркуляции. Это диктует необходимость проведения

корректирующей патогенетической терапии и рассмотрения возможности использования методов молекулярной реабилитации, в том числе с использованием физических лечебных факторов [1, 2, 8, 20-24].

Выводы:

1. Активная радиометрия позволяет получить дополнительную объективную информацию об особенностях течения ПД, идентифицируя не визуализирующиеся патологические изменения.

2. Волновая активность тканей находится в сильной зависимости от энергетического потенциала ткани, сильно коррелируя с уровнем глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в лейкоцитах, отражая интенсивность метаболизма кожи лица у больных ПД.

Список используемых источников:

1. Грашкина И.Г., Грашкин В.А., Утц С.Р. Изучение состояния волновой активности и клеточного метаболизма тканей лица у больных периоральным дерматитом // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8. № 2. С. 611-615.
2. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Дифференциация инфильтративных изменений в легких с помощью топографического картирования СВЧ-излучения органов грудной полости // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 208-211.
3. Бецкий О.В. Пионерские работы по миллиметровой электромагнитной биологии, выполненные в ИРЭ РАН // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. №8. С. 11-20.
4. Терехов И.В. Транс – резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. ...дисс. канд. мед. наук. Тула, 2007. 24 с.
5. Аржников В.В., Лифшиц В.Б., Парфенюк В.К. и др. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
6. Терехов И.В., Громов М.С., Петросян В.И. и др. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
7. Терехов И.В., Громов М.С., Парфенюк В.К. и др. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
8. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.
9. Лобаков А.И., Громов М.С., Дубовицкий С.А. и др. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
10. Громов М.С., Масляков В.В., Брызгунов А.В. и др. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
11. Терехов И.В., Петросян В.И., Никитина Е.Б. и др. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
12. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
13. Громов М.С., Терехов И.В., Дзюба М.А., Аржников В.В. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
14. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.

15. Терехов И.В., Петросян В.И., Громов М.С. и др. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2013. № 3 (11). С. 18-26.
16. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С.187-190.
17. Терехов И.В., Солодухин К.А., Аржников и др. В.В. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
18. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Исследование состояния трансапикалярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
19. Терехов И.В., Логаткина А.В., Бондарь С.С. Функциональное состояние миокарда и его связь с состоянием водосодержащих сред органов грудной клетки при инфильтративных процессах в легких // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 51. С. 3.
20. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
21. Громов М.С., Терехов И.В. Использование ТРФ-топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости // Вестник новых медицинских технологий. 2008. Т.15. № 2. С. 89-91.
22. Терехов И.В., Дзюба М.А., Бондарь С.С. и др. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
23. Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
24. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В., Собченко А.А. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.

© 2016, Грашкин В.А.

Взаимосвязи метаболической активности клеток цельной крови и волновой активности водосодержащих сред у больных с периоральным дерматитом

© 2016, Grashkin V.A.

The relationship of metabolic activity of whole blood cells and wave activity in water-containing environments in patients with perioral dermatitis

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.343

Поступила (Received): 20.06.2016

Гукасян Е.Л.

Дифференциальная диагностика острого риносинусита

Gukasyan E.L.

Differential diagnosis of acute rhinosinusitis

Разработан эффективный способ дифференциальной диагностики острого риносинусита по цитокиновому балансу. Вирусный риносинусит диагностируется при соотношении IL-6/ γ INF 1,4 и менее. Поствирусный риносинусит диагностируется при соотношении IL-6/ γ INF от 1,4 до 2,5. Бактериальный риносинусит при соотношении IL-6/ γ INF равном 2,5 и более

Ключевые слова: цитокины, вирусный риносинусит, бактериальный риносинусит

An effective method of differential diagnosis of acute rhinosinusitis on cytokine balance. Viral diagnosed with rhinosinusitis ratio IL-6 / γ INF 1,4 or less. Postviral rhinosinusitis is diagnosed when the ratio of IL-6 / γ INF ot1,4 to 2.5. Bacterial rhinosinusitis at a ratio of IL-6 / γ INF of 2.5 or more

Key words: cytokines, viral rhinosinusitis, catarrhal rhinosinusitis

Гукасян Елена Леонидовна

Аспирант

Ростовский государственный медицинский университет

г. Ростов-на-Дону, Нахичеванский, 29

Gukasyan Elena Leonidovna

Graduate

Rostov state medical university

Rostov-on-Don, Nakhichevanskyi st., 29

Острый риносинусит относится к числу наиболее распространенных заболеваний человека, и эта проблема с каждым годом становится все актуальнее [1; 2]. Различают вирусные, поствирусные и бактериальные риносинуситы [1]. Цитокины модулируют направленность дифференцировки Th-лимфоцитов, обеспечивая различные варианты воспалительной реактивности [3; 4]. Вирусная инфекция активирует дифференцировку Т-клеток-хелперов в Th-1, тогда как бактериальные антигены – в Th-2 [5]. Основным маркером Th-1-опосредованного иммунного ответа является γ INF. Основными маркерами Th-2-опосредованного иммунного ответа являются IL-4, IL-6, IL-10, IL-13. Цитокин IL-6 является фактором дифференцировки В-клеток, в связи с чем его относят к цитокинам бактериального воспаления [6]. Прогностически значимым является соотношение цитокинов IL-6 / γ INF. Высокие значения уровня IL-6 свидетельствуют о Th-2-опосредованной иммунной реакции. Высокие значения уровня γ INF свидетельствуют о Th-1-опосредованной иммунной реакции [7]. Поствирусная инфекция характеризуется активацией как Th-1-опосредованного пути, так и Th-2-опосредованного пути иммунного ответа. Абсолютные значения уровней этих цитокинов не позволяют произвести дифференциальную диагностику, и только величина соотношения уровня IL-6 к γ INF отражает направленность иммунной реакции и позволяет осуществить дифференциальную диагностику

острого риносинусита. В настоящее время практически не существует методов, позволяющих одновременно проводить дифференциальную диагностику риносинусита [8; 9; 10], поэтому важным является разработка высокоэффективного способа дифференциальной диагностики острого риносинусита, так как правильная постановка диагноза обуславливает выбор тактики лечения [11; 12].

Целью исследования является разработка эффективного способа дифференциальной диагностики острого риносинусита. Задачей исследования стало расширение функциональных возможностей дифференциальной диагностики острого риносинусита за счет использования объективных критериев оценки, позволяющих четко, быстро и однозначно диагностировать вирусный, поствирусный или бактериальный риносинусит.

Нами было обследовано 120 больных, госпитализированных в ЛОР отделение МБУЗ «Городская больница №1 им. Н.А. Семашко г. Ростова-на-Дону» с подтвержденными диагнозами: острый вирусный риносинусит, острый поствирусный риносинусит, острый бактериальный риносинусит.

Больные были распределены на три группы: 1 группа – пациенты с вирусным риносинуситом (43 пациента) в возрасте от 20 до 57 лет, из них 19 мужчин и 24 женщины; 2 группа – пациенты с поствирусным риносинуситом (38 пациентов) в возрасте от 19 до 60 лет, из них 20 мужчин и 18 женщин; 3 группа – с бактериальным риносинуситом (39 пациентов) в возрасте от 20 до 55 лет, из них 23 мужчин и 16 женщин. Контрольную группу составили 30 здоровых людей в возрасте 20-55 лет, 13 мужчин и 17 женщин, не страдающих хроническими заболеваниями.

До начала лечения у больных всех 3 групп, а также в контрольной группе в сыворотке крови определили уровень цитокинов методом ИФА наборами реактивов ООО «Цитокин» (Санкт-Петербург). Полученные значения уровней цитокинов у больных разных групп были статистически достоверными ($p < 0,01$) и отличались от контрольной группы.

У пациентов 1-й группы с вирусным риносинуситом соотношение IL-6/ γ INF принимало значение 1,4 и менее. У пациентов 2-й группы с поствирусным риносинуситом соотношение IL-6/ γ INF колебалось от 1,4 до 2,5. У пациентов 3-й группы с бактериальным риносинуситом соотношение IL-6/ γ INF принимало значение 2,5 и более.

По предложенной методике нами в 1-м оториноларингологическом отделении ГБ № 1 г. Ростова-на-Дону была произведена дифференциальная диагностика острого риносинусита у 50 больных. У этих больных до начала лечения определяли в сыворотке крови значение уровней цитокинов IL-6 и γ INF, после чего вычисляли коэффициент диагностики K по формуле: $K = IL-6 / \gamma INF$. У 23 (46%) больных значение коэффициента K составляло от 1,4 и менее, поэтому всем им был диагностирован острый вирусный риносинусит. Все 23 больных получили соответствующее лечение, результаты которого подтвердили достоверность поставленного диагноза. У 3 (6%) больных значение коэффициента K колебалось от 1,4 до 2,5, поэтому им был диагностирован острый поствирусный риносинусит. Все 3 больных получили соответствующее лечение, результаты которого подтвердили достоверность поставленного диагноза. У 24 больных

(48%) значение коэффициента К составляло 2,5 и более, им был диагностирован острый бактериальный риносинусит. Все 24 больных получили соответствующее лечение, результаты которого подтвердили достоверность поставленного диагноза.

Таким образом, предложенный способ дифференциальной диагностики острого риносинусита позволяет осуществить с высокой степенью достоверности дифференциальную диагностику острого риносинусита.

Список используемых источников:

1. Fokkens W.J., Lund V.J., Mullol J. [et al.] *European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps-EPOS 2012* // *Rhinology*. 2012. N50 (1). P. 1–12.
2. Волков А.Г., Гюсан А.О., Боджоков А.Р., Стагниева И.В. Анализ орбитальных и внутричерепных осложнений синуситов по некоторым стационарам Северного Кавказа // *Российская оториноларингология*. 2008. № 4. С. 57-61.
3. Стагниева И.В., Симбирцев А.С. Роль цитокинов в патогенезе лицевой боли при риносинусите // *Медицинская иммунология*. 2015. Т. 17. № 5. С. 319.
4. Стагниева И.В., Симбирцев А.С. Эффективность иммуномодулирующей терапии у больных риносинуситом // *Медицинская иммунология*. 2015. Т. 17. № 5. С. 423-430.
5. Кетлинский С.А., Симбирцев А.С. *Цитокины*. СПб: Фолиант, 2008. 552 с.
6. Стагниева И.В., Симбирцев А.С. Определение роли субстанции Р и болевого симптома в диагностике иммунных нарушений при риносинусите // *Иммунология*. 2015. Т. 36. № 5. С. 295-300.
7. Стагниева И.В., Гукасян Е.Л., Сагакянц А.Б. Нарушение нейроиммунной реактивности у больных риносинуситом // *Российская ринология*. 2015. Т. 23. № 1. С. 25-28.
8. Волков А.Г., Стагниева И.В. Головная боль в области лба с точки зрения оториноларинголога // *Российская ринология*. 2007. № 4. С. 29-34.
9. Волков А.Г., Стагниева И.В., Ерошенко А.Ю. Значимость локального болевого симптома при фронтите // *Вестник оториноларингологии*. 2010. № 4. С. 38-40.
10. Стагниева И.В., Бойко Н.В. Головная и лицевая боль при риносинусите // *Медицинский вестник Юга России*. 2014. № 3. С. 55-59.
11. Стагниева И.В. Вегетативная дисфункция в проявлении прозопалгий у больных с риносинуситами // *Медицинский вестник Юга России*. 2012. № 2. С. 67-69.
12. Бойко Н.В., Стагниева И.В. Дифференциальная диагностика лицевых болей // *Российская ринология*. 2012. Т. 20. № 4. С. 39-41.

© 2016, Гукасян Е.Л.

Дифференциальная диагностика острого риносинусита

© 2016, Gukasyan E.L.

Differential diagnosis of acute rhinosinusitis

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.346

Поступила (Received): 29.06.2016

Ильющенко Н.А., Джафарова Б.З.
Менструальная дисфункция у студенток северного
медицинского вуза с недифференцированной
дисплазией соединительной ткани

Ilyuschenko N.A., Djafarova B.Z.
Menstrual dysfunction in students of the northern Medical
university with undifferentiated connective tissue dysplasia

У 81% девушек с НДСТ проживающих в Ханты-Мансийском Округе выявляется менструальная дисфункция, которая в 51% носит кластерный характер со склонностью к развитию гиперменструального синдрома. Региональными особенностями нарушения маточно-овариального цикла у девушек с НДСТ является их сезонный характер, который выявляется в 79% случаев
Ключевые слова: дисплазия соединительной ткани, нарушения менструального цикла, юношеский возраст

Ильющенко Наталья Александровна
Кандидат медицинских наук, доцент
Ханты-Мансийская государственная медицинская академия
г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40

Джафарова Бахалы Зульфигаровна
Студент
Ханты-Мансийская государственная медицинская академия
г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 40

81% of girls with CTD living in Khanty-Mansiysk region revealed menstrual dysfunction, which is 51% of the cluster character with a tendency to develop hypermenstrual syndrome. Regional features of violation of menstrual cycle in girls with CTD is its seasonal nature, which is detected in 79% of cases

Key words: connective tissue dysplasia (CTD), menstrual function disorders, youthful age

Ilyuschenko Natalya Alexandrovna
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Khanty-Mansiysk state medical academy
Khanty-Mansiysk, Mira st., 40

Djafarova Bahaly Zulfigarovna
Student
Khanty-Mansiysk state medical academy
Khanty-Mansiysk, Mira st., 40

Менструальная функция отражает здоровье женщины в целом, поскольку регуляция менструального цикла достигается согласованной работой гипоталамо-гипофизарной системы, яичников, щитовидной железы, коры головного мозга. Повышенная чувствительность гипоталамо-гипофизарно-яичниковой системы к различным дисэмбриопатиям, эндогенным и экзогенным раздражителям объясняет высокую частоту менструальных дисфункций [1, с.22]. По данным литературы, нарушение менструального цикла встречается в 61–85% случаев, а при профилактических осмотрах выявляется в 25–54 % и является мар-

кером нарушения репродуктивного здоровья женщин [3, с.5]. Дисплазия соединительной ткани является генерализованным процессом, в который вовлечены все системы организма, в том числе и половая, что не может не отразиться на ее функционировании. Учитывая высокую распространенность фенотипических проявлений дисплазии соединительной ткани у лиц, подвергающихся воздействию субэкстремальных факторов Севера [4, с.33, 111], представляет интерес поиска взаимосвязи нарушений овариально-менструального цикла с недифференцированной дисплазией соединительной ткани и ее влияния на репродуктивную функцию.

Исходя из этого, целью настоящей работы послужило выявление компонентов нарушения овариально-менструального цикла у девушек 18-20 лет с недифференцированной дисплазией соединительной ткани.

Объектами исследования явились 149 студенток ХМГМА, славянской группы, рожденные и проживающие на территории ХМАО-Югры. Средний возраст участниц исследования составил $19,06 \pm 0,12$ лет. Согласно схемы периодизации постнатального онтогенеза человека, принятой на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН (1965), все девушки относились к юношескому возрасту.

Фенотипические признаки дисплазии соединительной ткани оценивались при осмотре согласно таблицы скрининг-диагностики, за основу которой были взяты данные M.J. Glesby (1989). В нее вошли 42 позиции с оценкой черепно-лицевого дисморфизма, состояния кожи и мягких тканей, туловища, кистей, стоп, изменений со стороны сосудов. Гипермобильность суставов оценивалась по Р. Beigton (1969). Наличие висцеральных проявлений НДСТ выяснялось при анкетировании и опросе. Согласно критериев В.А. Таболина и Н.П. Шабалова (1984), недифференцированная дисплазия соединительной ткани (НДСТ) устанавливалась в том случае, если у обследованной выявлялось 6 и более фенотипических маркеров ассоциированных с ней, при условии, что сочетаемость этих признаков не укладывалась не в один из известных синдромов и фенотипов дифференцированной дисплазии соединительной ткани. Оценка состояния овариально-менструального цикла производилась согласно анкетному тесту, включавшему 12 вопросов с вариантами ответов оценивающихся от 1 до 3 баллов. Все антропометрические измерения проводились по методике В. В. Бунака (1941), разработанной и принятой в НИИ Антропологии им. Д.М. Анучина МГУ. Программа антропометрического исследования включала 33 измерительных признака, характеризующих морфологические особенности участниц исследования. Площадь поверхности тела определяли по формуле В.А. Issakson (1958). Расчет мышечного, костного и жирового компонентов состава тела производился по формулам J. Matiegka (1921). Статистическая обработка материала осуществлялась в программе Excel 2007. Оценка достоверности результатов антропометрического исследования проводилась с использованием критерия-U Мана-Уитни.

В ходе проведенного исследования недифференцированная дисплазия соединительной ткани была установлена у 89 (59,73%) обследованных девушек, они вошли в основную группу (I группа). Группа сравнения включила в себя 60

(40,26%) девушек, у которых количество диагностически-значимых маркеров не достигло критериев отбора (II группа). Так, процентное соотношение диагностически значимых маркеров НДСТ в этой группе было следующим: у 1% выявлялся один фенотипический признак, у 6,7% – два, у 2,2% – три, а у 13% и 10% четыре и пять признаков соответственно. По данным многочисленных литературных источников частота единичных фенотипических признаков у лиц молодого возраста составляет 94%, а по мнению Т. И. Кадуриной и Л. Н. Аббакумовой, 2008 [2, с. 17] этот факт может говорить о накоплении признаков соединительнотканной дисплазии и поэтому эти индивиды требуют динамического наблюдения, углубленного клинико-инструментального и лабораторного обследования. При изучении анкетного теста обследованных девушек обеих групп было установлено, что те или иные нарушения менструально-овариальной функции определялись у 81% девушек основной группы и 57% девушек группы сравнения. Анализ структуры нарушений менструально-овариальной функции продемонстрировал, что регулярный менструальный цикл в течение первого года от их начала не установился у 37% девушек основной группы и 23% девушек группы сравнения. Изменения длительности менструальных кровотечений отмечалось у 26% девушек с недифференцированной дисплазией соединительной ткани, при этом 10% из них указали на уменьшение продолжительности до 1-2 дней, а 16% на увеличение до 7 и более дней. В группе сравнения данный тип менструальной дисфункции выявлен не был. Изменения продолжительности менструального цикла (менее 21 или более 35 дней), были установлены у 20% девушек основной группы и 16% девушек группы сравнения. На обильные кровотечения, сочетающиеся с головокружениями и обмороками, указали 17% респонденток основной группы и 10% группы сравнения. Скудные кровотечения отмечались в 5% случаев, только у девушек с НДСТ. Болезненность менструаций превалировала у девушек основной группы, 63% против 27% группы сравнения. По данным литературы, у женщин репродуктивного возраста с НДСТ синдром тазовой боли считают возможным объяснить сопутствующим варикозным расширением вен малого таза или опущением гениталий. При этом доказано, что опущение гениталий не связано с травматичными родами, а обусловлено генерализованной формой дисплазии соединительной ткани и развивается тем раньше, чем более выражены проявления дисплазии [5, с.46]. У 29% обследованных основной группы менструальный цикл был не регулярный, тогда как во второй группе эту дисфункцию отмечали 17% опрошенных. Возрастной дебют первой менструации позднее 16 лет был выявлен у 12 % девушек с НДСТ, что соответствует данным Е. А. Степановой и С. И. Колесникова [6, с.51] проводивших обследование девушек с НДСТ в Иркутске. В группе сравнения у всех проанкетированных начало менструальной функции соответствовало возрасту 11-15 лет. Сезонный характер менструальной дисфункции отмечался только у девушек основной группы (79%). Изменения менструальной функции у них регистрировались преимущественно в осенний и летний сезоны года. Диагностированные нарушения менструально-овариальной функции встречались у девушек обследованных групп как изолированно, так и сочетано. Сочетанный характер преобладал в основной группе и был выявлен у 51% девушек, против 27% в

группе сравнения. Причем в группе сравнения были выявлены кластеры только из 2 и 3 нарушений. В основной группе регистрировались кластеры из 4, 5 и даже 6 нарушений менструально-овариальной функции, на долю которых приходилось 22%. Это на наш взгляд свидетельствует об утяжелении менструальной дисфункции у девушек с НДСТ. Антропометрическое исследование показало, что у представительниц основной группы независимо от установленных нарушений менструально-овариального цикла такие соматометрические показатели как длина тела, масса тела, и компоненты состава тела не имели достоверных отличий. Сравнительный анализ показателей массы тела, длины тела и компонентов состава тела девушек I группы с менструальной дисфункцией (МД) и девушек II группы без нарушений менструально-овариального цикла выявил достоверно низкие их значения у первых (табл.1).

Диагностически-значимые антропометрические показатели при менструальной дисфункции у девушек сравниваемых групп.

Таблица 1

Показатель	I группа (n=89)		II группа (n=60)		P
	с выявленной МД (n=72)	МД не выявлена (n=17)	с выявленной МД (n=34)	МД не выявлена (n=26)	
	1	2	3	4	
Длина тела, см.	163,45±0,98	163,91±2,27	163,45±2,57	159,26±2,54	P ₁₋₄ <0,05
Масса тела, кг.	56,76±0,76	56,12±2,08	60,69±1,23	64,17±1,25	P _{1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4} <0,05
Жировой компонент, кг.	13,33±0,63	14,61 ±1,31	15,37±1,71	18,76±1,72	P _{1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4} <0,05
Мышечный компонент, кг.	25,04±0,43	25,45±1,34	25,70±1,42	28,18±1,48	P _{1-4, 2-4, 3-4} <0,05
Костный компонент, кг.	7,26 ±0,13	8,17±0,64	8,24±0,92	10,41±0,93	P _{1-4, 2-4, 3-4} <0,05

Но интересным является тот факт, что девушки II группы с диагностированными нарушениями менструального цикла имели достоверно низкие показатели массы тела, жирового и мышечного компонентов по сравнению с девушками этой же группы, но без менструальной дисфункции.

Таким образом, в ходе исследования получены результаты, свидетельствующие о сочетании соединительнотканной дисплазии и нарушений менструально-овариального цикла. Менструальная дисфункция выявляется у 81% девушек с дисплазией соединительной ткани проживающих на территории ХМАО-Югры. Анализ структуры менструальной дисфункции продемонстрировал склонность к формированию у девушек-диспластиков гиперменструального синдрома на фоне сочетанного характера нарушений менструального цикла. Для 63% девушек с недифференцированной дисплазией соединительной

ткани характерен болевой синдром, сопровождающий менструальные кровотечения, а для 79% сезонный характер нарушений менструально-овариального цикла. Диагностически значимыми антропометрическими показателями при менструальной дисфункции являются масса тела и компоненты состава тела, которые снижаются при повышении уровня стигматизации.

Список используемых источников:

1. Железная А.А., Чайка К.В., Гайдадым В.В. Менструальная дисфункция у женщин с синдромом дисплазии соединительной ткани // Репродуктивная эндокринология. 2011. № 1. С.22-26.
2. Кадурина Т.И. Аббакумова Л.Н. Оценка степени тяжести недифференцированной дисплазии соединительной ткани у детей // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2008. № 2. С. 15-20.
3. Куликов А.М., Кротин П.Н. Здоровье девушек: соматические и репродуктивные аспекты. С-Пб. 2000. 56с.
4. Онуфрийчук Ю.О. Рагозин О.Н. Дисплазия соединительной ткани и сердечно-сосудистая патология у лиц, подвергающихся воздействию субэкстремальных факторов Севера. Монография. Ханты-Мансийск: Печатное дело, 2010. 133 с.
5. Смольнова Т.Ю., Буянова С.Н., Савельев С.В. Фенотипический симптомокомплекс дисплазии соединительной ткани у женщин // Клиническая медицина. 2003. № 8. С.42-48.
6. Степанова Е.А., Колесников С.И. Нарушения менструального цикла у девочек-подростков с дисплазией соединительной ткани // Бюллетень ВСЦ СО РАМН. 2012. № 2(84). Ч. 2. С.49-53.

© 2016, Ильющенко Н.А., Джафарова Б.З.

Менструальная дисфункция у студенток северного медицинского вуза с недифференцированной дисплазией соединительной ткани

© 2016, Ilyuschenko N.A., Djafarova B.Z.

Menstrual dysfunction in students of the northern Medical university with undifferentiated connective tissue dysplasia

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.351

Поступила (Received): 30.06.2016

Ипполитов И.Ю., Кисткин А.И., Широков И.И. Результаты использования блокирующего остеосинтеза при переломах длинных трубчатых костей в ургентной травматологии

Ippolitov I.Yu., Kistkin A.I., Shirokov I.I.
The results of using a blocking osteosynthesis for
fractures of the long bones in urgent trauma

В статье приведён анализ результатов лечения пациентов с переломами длинных трубчатых костей с использованием блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза. Клинический анализ показал, что данный вид остеосинтеза превосходит по качеству результатов лечения накостный остеосинтез. При этом наблюдается более высокий процент сращения перелома при низкой частоте гнойных осложнений, сокращаются сроки лечения пациента в стационаре и восстановления опороспособности и функции травмированной конечности

Ключевые слова: интрамедуллярный остеосинтез, диафизарные переломы

The article gives an analysis of the results of treatment of patients with long bone fractures using locking intramedullary nailing. Clinical analysis showed that this type of fixation is superior to the results of the treatment of extramedullary fixation. At the same time there is a higher percentage of fracture fusion at low frequency of purulent complications, reduced time for treating a patient in the hospital and recovery support ability and function of the injured limb

Key words: intramedullary osteosynthesis, diaphyseal fractures

Ипполитов Игорь Юрьевич

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Ippolitov Igor Yurievich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Кисткин Александр Иванович

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Kistkin Alexandr Ivanovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Широков Иван Иванович

Ординатор
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Большевистская, 68

Shirokov Ivan Ivanovich

Ordinator
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Bolshevistskaya st., 68

Актуальность проблемы. Лечение больных с переломами длинных трубчатых костей до настоящего времени остаётся трудной и далеко не решённой проблемой современной травматологии [1, с. 20; 3, с. 24; 11, с. 1-15].

Требования сегодняшнего дня диктуют насущную необходимость сокращения сроков лечения и быстрее восстановления трудоспособности пострадавших, что можно решить только максимальным совмещением периода сращения отломков с периодом восстановления функции конечности [6, с. 21-24; 8, с. 30-35; 12, с. 25-44].

С этой точки зрения предпочтение следует отдать оперативному лечению с использованием современных технологий [2, с. 13-20; 4, с. 2-6; 9, с. 9-12]. При выборе метода оперативного лечения переломов нужно использовать такие средства остеосинтеза, которые позволяют одномоментно добиться стабильного остеосинтеза при всех видах и локализациях переломов [5, с. 15-23; 7, с. 13-17; 10, с. 5-11].

Цель работы. Улучшение результатов лечения больных с переломами длинных трубчатых костей за счёт совершенствования технологии остеосинтеза.

Задачи: 1. Изучить результаты использования металлического остеосинтеза в травматологии при лечении переломов длинных трубчатых костей в отделении травматологии ГБУЗ РМ «РКБ №4» г. Саранска.

2. Выяснить эффективность отдельных видов остеосинтеза при переломах длинных трубчатых костей.

Материал и методы исследования. Для решения поставленных задач был проведён анализ 67 клинических наблюдений больных с переломами костей нижних конечностей, лечившихся в травматологическом отделении ГБУЗ РМ РКБ № 4 г. Саранска в 2014 и 2015 годах. Критериями исключения пациентов из исследования были возраст пациентов до 18 и старше 60 лет, патологический характер перелома, тяжёлая в стадии декомпенсации патология сердечно-сосудистой системы – ИБС, гипертоническая болезнь, перенесённые ранее венозные тромбозы нижних конечностей, сахарный диабет.

Возраст пациентов составил $44 \pm 4,2$ года. Все больные обследованы согласно протоколу ведения пациентов (лабораторное, клиническое и инструментальное обследования). Большинство больных находились в наиболее молодом и трудоспособном возрасте. Пациенты были условно подразделены на 2 группы: в 1-ю группу (основная группа) включены 35 пациентов, которым был выполнен накостный остеосинтез пластинами с винтами; во 2-ую группу (группа сравнения) – 32 пациента, которым был выполнен блокирующий интрамедуллярный остеосинтез.

Остеосинтез при диафизарных переломах костей у всех пациентов проводился с использованием спинномозговой анестезии.

При выполнении работы нами изучены истории болезни больных с диафизарными переломами длинных трубчатых костей, рентгеновские снимки в динамике лечения переломов, проанализированы отдалённые результаты лечения больных с переломами диафизов длинных трубчатых костей. Для правильной оценки отдалённых исходов лечения нами использованы карты обследования больных с указанными переломами, в которые заносилась данные о

стационарном лечении и об отдалённых исходах лечения с указанием анатомических и функциональных результатов, а также выявлялась продолжительность лечения в поликлиниках, сроков временной нетрудоспособности, а также возвращение больных к своим работам.

Отдалённые результаты лечения пациентов с переломами длинных трубчатых костей оценивали по трёхбалльной системе: хороший, удовлетворительный и неудовлетворительный.

Результаты собственных исследований и их обсуждение. Анализ срока оперативного лечения показал, что металлический остеосинтез в основном применялся на 7-10 сутки после травмы, лишь треть пациентов – 21 (31,3%) – оперирована в первые сутки после травмы по экстренным показаниям.

Наиболее благоприятные результаты отмечались у лиц, прооперированных в первые сутки после травмы. Эти сроки являются оптимальными как для врача, так и для пациента, т.е. к этому времени не успевают развиваться вторичные изменения в области перелома и в травмированной конечности.

После травмы в повреждённой конечности постепенно нарастает отёк конечности, который достигает максимума на 4-е – 5-е сутки. Для купирования нарастающего отёка требуется выждать время в течение ещё 3-5 суток, так как оперировать во время максимального отёка конечности чревато большим числом послеоперационных осложнений. У 4 пациентов в результате затягивания сроков оперативного лечения развилась клиника тромбозно-венозного осложнения в виде тромбоза вен голени. Данных пациентов пришлось оперировать в период с 14 по 21 день с момента травмы после проведения курса лечения тромбозно-венозных осложнений.

Проанализировав субъективный критерий – удовлетворённость пациентов от сроков оперативного вмешательства и времени пребывания в стационаре, установлено, что пациенты, прооперированные в первые сутки после операции были удовлетворены в полной мере (рис. 1). Пациенты, которые прооперированы спустя 7-10 суток, высказывали сомнительную удовлетворённость и настроение от сроков оперативного лечения. 4 пациентов высказали явное недовольство и были не удовлетворены сроком оперативного лечения.

Проанализировав количество гнойных осложнений в послеоперационном периоде у больных с диафизарными переломами установлено, что во 2-й группе, где применялся блокирующий остеосинтез, частота гнойных осложнений составила 3,1%. У 1 больного при открытом переломе в послеоперационном периоде развилось воспаление послеоперационной раны на стадии инфильтрации.

При накостном остеосинтезе в группе сравнения процент гнойных осложнений составил 11,5%. У 4-х пациентов в послеоперационном периоде после остеосинтеза пластинами с винтами при открытых переломах возникли такие осложнения, как нагноение послеоперационной гематомы – 2 случая, краевой некроз кожи в области послеоперационной раны – 1 случай, хронический остеомиелит голени, свищевая форма – 1 случай.

Таким образом, одним из недостатков накостного остеосинтеза является открытая репозиция костных отломков с обнажением не только места перелома, но и обширного участка кости с ее скелетированием.

Рис. 1. Распределение пациентов в зависимости от удовлетворенности от срока и вида оперативного вмешательства

Это создаёт 3 условия для развития инфекции: наличие больших входных ворот, нарушение кровоснабжение в зоне перелома и на протяжении кости, дополнительное травмирование мягких тканей на протяжении в зоне перелома. Закрытый блокирующий остеосинтез исключает полностью вышеперечисленные условия, столь важные для развития инфекции в послеоперационной ране. Поэтому закрытый блокирующий интрамедуллярный остеосинтез обладает очень большим преимуществом перед накостным остеосинтезом пластинами с винтами. Сравнительный анализ показал снижение гнойных осложнений в послеоперационном периоде при закрытом блокирующем интрамедуллярном остеосинтезе в 4 раза.

Рис. 2. Количество пациентов выписанных на 12-е сутки в зависимости от вида оперативного вмешательства

При анализе госпитальных сроков лечения установлено, что 25 (78,1%) больных, которым произведён закрытый блокирующий остеосинтез, находились

в стационаре после операции всего 11-12 дней, в контрольной группе (пациентам производился остеосинтез пластинами с винтами) аналогичный срок лечения был у 14 (40 %) больных, что почти в два раза меньше, чем в первой группе (рис. 2).

Прочная и стабильная фиксация костных отломков при блокирующем остеосинтезе, произведённым без обнажения места перелома, возможность ранней реабилитации, буквально начиная со 2-х суток после операции, ведение пациентов без дополнительной внешней иммобилизации позволили значительно сократить сроки пребывания пациента в стационаре.

Мы проанализировали результаты реабилитационного периода в наблюдаемых группах. В группе пациентов, которым произведён блокирующий остеосинтез костей голени, сроки восстановления статической и динамической функций оперированной конечности у большинства больных – 29 (90,7%) – колебались от 60 до 105 дней, т. е. при ещё не полностью сросшемся переломе (рис. 3). Ориентировочный срок полного восстановления опороспособности составлял 96 дней (3 месяца), а средний срок срастания перелома – 4,5 месяца.

Рис. 3. Средние сроки срастания перелома в зависимости от вида оперативного вмешательства

В группе сравнения сроки восстановления статической и динамической функций оперированной конечности у 21 (60%) больного колебались от 135 до 165 дней, т. е. при ещё не полностью сросшемся переломе. Средний срок полного восстановления опороспособности составил 150 дней (5 месяцев), а средний срок срастания перелома – 7 месяцев (рис. 4).

Из 32 больных, оперированных методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, хорошие результаты получены у 29 больных (90,7%). Во второй группе из 35 пациентов, оперированных пластинами, хорошие результаты получены у 21 (60%) пациентов.

Из 32 больных, оперированных методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, удовлетворительные результаты получены у 3 больных (9,3%). Во второй группе из 35 пациентов, оперированных пластинами, удовлетворительные результаты получены у 9 (25,7%) пациентов. Из 32 больных, оперированных методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, неудовлетворительных результатов не было. Не было ни одного случая несращения перелома и формирования ложного сустава.

Рис. 4. Средние сроки восстановления опороспособности травмированной конечности в зависимости от вида оперативного вмешательства

Во второй группе из 35 пациентов, оперированных пластинами, неудовлетворительные результаты получены у 5 (14,3%) пациентов. У 3 пациентов сформировалась клиника несросшегося перелома, у 2 пациентов – наступила рефрактура перелома с повреждением металлоконструкций.

Рис. 5. Отдалённые результаты лечения диафизарных переломов костей голени

Подводя итог вышесказанному, мы пришли к следующему выводу: из 32 больных, оперированных методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза, хорошие результаты получены у 29 больных (90,7%), удовлетворительные – у 3 больных (9,3%) и неудовлетворительных результатов не было, не было ни одного случая несращения перелома и формирования ложного сустава. В группе сравнения из 35 пациентов, оперированных пластинами, хорошие результаты получены у 21 (60%) пациентов, удовлетворительные – у 9 (25,7%) и неудовлетворительные – у 5 (14,3%) пациентов. У 3 пациентов сформировалась клиника несросшегося перелома, у 2 пациентов – наступила рефрактура перелома с повреждением металлоконструкций (рис. 5).

Выводы. Блокирующий интрамедуллярный остеосинтез превосходит по качеству результатов лечения накостный остеосинтез. При этом наблюдается более высокий процент сращения перелома при низкой частоте гнойных осложнений, сокращаются сроки лечения пациента в стационаре и восстановления опороспособности и функции травмированной конечности. Обладая всеми преимуществами интрамедуллярного блокирующего остеосинтеза, способ позволяет соблюсти в полном объёме такие современные принципы остеосинтеза, как сохранить кровоснабжения места перелома, обеспечить функциональную репозицию, стабильную фиксацию, ранние активные движения.

Список используемых источников:

1. Анкин Л.Н. Политравма. МЕДпресс-информ. Москва, 2004. С. 176.
2. Батыгин Г.Г. Эволюция остеосинтеза и развитие интрамедуллярного остеосинтеза // Остеосинтез. 2010. №4(13). С. 13-20.
3. Бондаренко А.В. Блокирующий остеосинтез – метод выбора при лечении полисегментарных переломов Ленинск-Кузнецкий. Новосибирск. 2007. С. 151.
4. Бондарчук Г.В. Оптимизация помощи пострадавшим с сочетанной травмой на раннем госпитальном этапе // Лечение сочетанных травм и повреждений конечностей. Москва. 2008. С. 15.
5. Гарднер М.Дж. Несостоятельность остеосинтеза пластинами // Остеосинтез. 2011. №1(14). С. 15-23.
6. Литовченко В.А. Хирургическая концепция лечения множественных и сочетанных переломов костей конечностей // Остеосинтез. 2011. №3(16). С. 21-24.
7. Перрен С.М. Эволюция понимания принципов лечения переломов // Остеосинтез. 2011. №2(15). С. 13-17.
8. Перцов В.И. Двадцатипятилетний опыт работы отделения политравмы // Лечение сочетанных травм и повреждений конечностей. Москва. 2008. С. 65.
9. Сергеев С.В. Современные технологии лечения переломов // Остеосинтез. 2011. №2(15). С. 9–12.
10. Сергеев С.В., Гришанин О.Б., Матвеев В.С. Блокирующий остеосинтез. Действительно ли метод выбора? // Остеосинтез. 2007. №1. С. 5 – 11.
11. Соколов В. А. Оптимальные способы остеосинтеза длинных трубчатых костей при политравме в зависимости от тяжести повреждений // Метод. Рекомендации. Москва. 2004. 15 с.
12. Соколов В.А. Дорожно-транспортные травмы // Руководство для врачей. Москва. 2009. 176 с.

© 2016, Ипполитов И.Ю., Кисткин А.И., Широков И.И.

Результаты использования блокирующего остеосинтеза при переломах длинных трубчатых костей в ургентной травматологии

© 2016, Ippolitov I.Yu., Kistkin A.I., Shirokov I.I.

The results of using a blocking osteosynthesis for fractures of the long bones in urgent trauma

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.358

Поступила (Received): 30.06.2016

**Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Семынина Н.М.,
Князева А.М., Веневцева Н.В., Анучина Н.Н.
Этические аспекты оказания паллиативной помощи в
работе медицинской сестры**

**Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Semynina N.M.,
Knyazeva A.M., Venevtseva N.V., Anuchina N.N.
Ethical aspects of palliative care in the work of a nurse**

В статье говорится об этических сторонах оказания паллиативной помощи. Приведены данные опроса медицинских сестер по вопросам этики, особенностям организации ухода в отделениях паллиативной помощи

Ключевые слова: этика, паллиативная помощь

The article refers to the ethical aspects of palliative care. The data of the survey of nurses ethics features of the organization of care in palliative care wards

Key words: ethics, palliative care

Кондусова Юлия Викторовна

Кандидат медицинских наук, доцент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Kondusova Yuliya Viktorovna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Крючкова Анна Васильевна

Кандидат медицинских наук, доцент, заведующая
кафедрой
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Kryuchkova Anna Vasilyevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Head of Department
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Семенина Наталья Михайловна

Кандидат медицинских наук, ассистент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Seminina Natalia Michailovna

Candidate of Medical Sciences, Assistant
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Князева Анна Михайловна

Кандидат медицинских наук, ассистент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Knyazeva Anna Michailovna

Candidate of Medical Sciences, Assistant
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Венева Наталья Викторовна

Преподаватель

Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10**Venevtseva Natalia Victorovna**

Teacher

Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10**Анучина Наталья Николаевна**

Кандидат медицинских наук, ассистент

Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10**Anuchina Natalia Nikolaevna**

Candidate of Medical Sciences, Assistant

Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Медицина не стоит на месте, люди научились бороться со многими заболеваниями, которые еще 50 лет назад являлись неизлечимыми. Однако, все еще есть особый контингент пациентов, которых вылечить невозможно, которые уже вступил в особый период своей жизни – период умирания. Именно таким пациентам требуется паллиативная помощь.

Паллиативная помощь как раздел медицины предполагает решение вопросов, связанных с ожиданием человеком приближающейся смерти, – решение вопросов психологических, философских и духовных, первоочередным из которых является облегчение физического страдания больного [1, с.145]. Такой уход направлен на поддержание качества жизни пациентов с неизлечимыми, угрожающими жизни и тяжело протекающими заболеваниями [2, с. 41, 3, с. 141]. Таким образом, паллиативная помощь по определению и по сути своей решает не на словах, а на деле главную общечеловеческую и христианскую этическую проблему – помогать ближнему и избавлять от страдания страждущего. В отличие от других направлений медицины специалисты паллиативной помощи вынуждены решать вопросы биоэтики в своей практической деятельности ежеминутно, 24 часа в сутки и 7 дней в неделю [4, с. 144].

В 1970-е гг. группа экспертов под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) начала кампанию за развитие паллиативной помощи более чем в 40 государствах. Паллиативная помощь приняла статус специальной дисциплины со своими правами и позициями, выработала принципы и программы развития. Согласно источникам литературы, чаще всего к основным принципам медицинской этики в паллиативной помощи относят: принцип уважения человеческого достоинства, принцип недеяния зла («не навреди»), принцип уважения автономии пациента, принцип благодеяния, принцип справедливости и верности.

Ни для кого не секрет, что больше всего внимания умирающим пациентом уделяют медицинские сестры, именно они выполняют все назначения врача, инъекции, манипуляции, процедуры. Общение между пациентом и медицинской сестрой порой более доверительное, чем между пациентом и врачом, родственниками, коллегами. Иногда пациенты охотнее делятся информацией или спрашивают интересующие их вопросы именно у средних медицинских работников, так как чаще их видят, получают от них уход и внимание, используют в разговоре более понятные термины.

Для умирающего пациента очень важен процесс общения, в котором необходимо соблюдать принципы этики. Рассуждая над такими возвышенными понятиями, мы решили определить: как же сами медицинские сестры относятся к наиболее важным (с нашей точки зрения) этическим проблемам.

В ходе изучения знаний медицинских сестер о паллиативной помощи и о ее принципах было проведено анкетирование сестринского персонала, работающего в стационарах и поликлиниках г. Воронежа. В опросе приняло участие 35 человек. Все опрашиваемые – женщины (100%). Возраст анкетированных был от 21 до 50 лет, стаж работы в среднем составил $19 \pm 4,3$ года. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке.

В результате опроса было выявлено, что все медицинские сестры (100%) положительно относятся к созданию лечебных учреждений, оказывающих паллиативную помощь. Однако не все могут точно дать определение «паллиативной помощи». Большая часть анкетированных (65%) высказалась, что в нашей стране более половины пациентов, нуждающихся в данном виде помощи, находятся дома на попечении родственников и, к сожалению, не всегда получают необходимый уход.

Мы предложили медицинским сестрам назвать основные принципы паллиативной помощи и получили следующие результаты: принцип уважения человеческого достоинства – 86%, принцип недеяния зла («не навреди») – 57%, принцип уважения автономии пациента – 26%, принцип благодеяния – 26%, принцип справедливости и верности – 29%.

Кроме того были предложены варианты: принцип профессиональной тайны, принцип информированного согласия, принцип минимизации боли, принцип отказа от инвазивных процедур. Конечно, эти принципы не входят в официальное определение ВОЗ, но суть их заложена в основу оказания паллиативной помощи.

Также медицинские сестры отметили, что умирающие люди имеют ряд прав, таких как: право на получение информации, право на отказ от лечения, право получать медицинское и социальное обслуживание, право на избавление от боли и уменьшение страдания, право на получение психологической и духовной поддержки. Пациенты, отказывающиеся от лечения, имеют полное право на избавление от боли и облегчение страдания, получение медицинской и социальной помощи в полном объеме.

В ходе опроса, было выяснено, что принцип «автономии пациента», по мнению медсестер, включает: согласование приоритетов и целей помощи с пациентом и его родными, обсуждение вариантов лечения и совместную формулировку планов помощи, уважение к желанию пациента отказаться от лечения. Особо было отмечено, что важно соблюдать «принцип справедливости» по отношению ко всем пациентам, особенно тем, кто нуждается в паллиативной помощи. Важно обеспечить доступность помощи для категории населения, не способной на активную защиту своих прав.

В отделениях паллиативной помощи необходим тщательный подбор медицинского персонала, начиная с руководителя учреждения, который способен

не только на выполнение служебных обязанностей, но и на проявление милосердия к умирающим больным и безусловное соблюдение этических норм и принципов, среди которых на первом месте честность и верность человеческому и медицинскому долгу.

Больные испытывают тяжелые страдания, поэтому купирование боли и других неприятных симптомов, психологическая поддержка со стороны медицинской сестры имеют огромное значение. Общение с такими больными имеет свои особенности и требует отдачи сил и мастерства. Требуется большое умение слушать, сострадать, и в то же время одобрить. Приобретает особое значение безмолвный контакт с больным, прикосновение руки, теплый взгляд. Необходимо помнить, что даже если больной находится без сознания, он слышит нас и требует внимания и поддержки. Это важно вплоть до самой смерти человека.

Само по себе существование или отсутствие настоящей паллиативной помощи – это показатель уровня развития общества, его гуманности, наличия демократических основ государства и отношения к проблемам этики. В заключении хотелось бы привести высказывание профессора Роберта Твайкрасса. Эти слова должны быть запечатлены в сердце у каждого медработника: «Что бы ни случилось, мы не оставим Вас. Вы умираете, но мы по-прежнему с вами».

Список используемых источников:

1. Рогов М.В., Кучерова Т.В., Крючкова А.В., Кондусова Ю.В., Анучина Н.Н. Нравственные составляющие психологического здоровья // Актуальные проблемы развития современной науки и образования. Москва, 2015. С. 145-147.
2. Введенская Е.С. Паллиативная помощь и биоэтика // Биомедицинская этика и медицинское право. Т. 3. 2012. С. 41-48.
3. Камаева Т.Р., Будаева О.Н. Паллиативная помощь // Вестник Бурятского Государственного Университета. 2011. №12. С. 140-142.
4. Рогов М.В., Кучерова Т.В., Крючкова А.В., Кондусова Ю.В., Анучина Н.Н. Профессиональное здоровье в аспекте психологической готовности к практической деятельности в сфере здравоохранения // Актуальные проблемы развития современной науки и образования. Москва, 2015. С. 144-145.

© 2016, Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Семенина Н.М., Князева А.М., Веневцева Н.В., Анучина Н.Н.
Этические аспекты оказания паллиативной помощи в работе медицинской сестры

© 2016, Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Semynina N.M., Knyazeva A.M., Venevtseva N.V., Anuchina N.N.
Ethical aspects of palliative care in the work of a nurse

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.362

Поступила (Received): 30.06.2016

**Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Анучина Н.Н.,
Карпухин Г.Н., Семынина Н.М., Полетаева И.А.
Особенности отношения населения к факторам
риска развития сахарного диабета и хронических
неинфекционных заболеваний**

**Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Anuchina N.N.,
Karpuhin G.N., Semynina N.M., Poletaeva I.A.
Especially the attitude of the population to risk factors for
diabetes and chronic noncommunicable diseases**

В статье приводятся данные опроса населения по вопросам профилактики сахарного диабета, хронических неинфекционных заболеваний. Также отражено мнение населения о состоянии своего здоровья

Ключевые слова: факторы риска, сахарный диабет, хронические неинфекционные заболевания

The article presents the data of population survey on the prevention of diabetes mellitus, chronic non-communicable diseases. Also it reflects the opinion of the population about their health

Key words: risk factors, diabetes mellitus, chronic non-communicable diseases

Кондусова Юлия Викторовна

Кандидат медицинских наук, доцент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Kondusova Yuliya Viktorovna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Крючкова Анна Васильевна

Кандидат медицинских наук, доцент, заведующая
кафедрой
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Kryuchkova Anna Vasilyevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Head of Department
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Анучина Наталья Николаевна

Кандидат медицинских наук, ассистент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Anuchina Natalia Nikolaevna

Candidate of Medical Sciences, Assistant
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Карпухин Геннадий Николаевич

Кандидат медицинских наук, доцент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Karpuhin Gennadiy Nikolaevich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Семьнина Наталья Михайловна

Кандидат медицинских наук, ассистент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Seminina Natalia Michailovna

Candidate of Medical Sciences, Assistant
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Поletaева Ирина Алексеевна

Кандидат медицинских наук, ассистент
Воронежский государственный медицинский
университет им. Н.Н. Бурденко
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Poletaeva Irina Alekseyevna

Candidate of Medical Sciences, Assistant
Voronezh state medical university named after N.N.
Burdenko
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Жизнь современного человека наполнена большим количеством устройств, помогающих ему чувствовать себя комфортно. Так, например автомобиль избавляет нас от многочасовой ходьбы в любую погоду до места работы, магазина, поликлиники и т.д. Лифт дает возможность в считанные минуты попасть на верхний этаж небоскреба. Животноводство и сельское хозяйство избавило человечество от ежедневного собирательства и опасной охоты. Современная пищевая промышленность обеспечивает нас вкусными, но, к сожалению, не всегда полезными продуктами питания. Однако все эти блага не всегда способствуют улучшению и укреплению здоровья, а иногда и приводят к гиподинамии, ожирению со всеми вытекающими последствиями. Таким образом, образ жизни современного человека таит в себе множество факторов риска развития различных заболеваний, в том числе и неинфекционных.

Заболевания не развиваются сами по себе. Для их появления требуется совокупность предрасполагающих факторов, так называемых факторов риска. Знания о факторах развития хронических заболеваний помогают своевременно распознать патологию, и в некоторых случаях даже предотвратить ее.

Одним из наиболее значимых хронических заболеваний в медицинском и социальном плане является сахарный диабет. Сахарный диабет – глобальная медико-социальная и гуманитарная проблема XXI века, затронувшая сегодня все мировое сообщество. Еще двадцать лет назад количество людей во всем мире с диагнозом «сахарный диабет» не превышало 30 миллионов. За время жизни одного поколения заболеваемость диабетом возросла катастрофически. Сегодня диабетом болеет 285 миллионов человек, а к 2025 году, по прогнозу Международной федерации диабета, их число увеличится до 438 миллионов. При этом диабет неуклонно молодеет, поражая все больше людей трудоспособного возраста [1].

Диабет – болезнь чрезвычайно затратная. Прямые затраты на борьбу с диабетом и его осложнениями составляют в развитых странах не менее 10-15% от бюджетов здравоохранения. При этом 80 % затрат уходят на борьбу с осложнениями диабета [2].

Несмотря на то, что однозначных причин сахарного диабета на сегодняшний день не выявлено, существуют так называемые факторы риска развития данного заболевания. Факторы риска представляют собой совокупность предрасполагающих факторов. В этой связи нужно особенно внимательно относиться к своему здоровью. Следить за количеством сахара в крови, ни в коем случае не злоупотреблять сладким, мучным, алкоголем, не курить. Тогда есть все

шансы избежать заболевания. К сожалению, санитарная грамотность населения не отличается высоким уровнем знаний о социально значимых заболеваниях [3]. Кроме того, многие знают о вреде пагубных привычек, но не знают, к каким последствиям они приводят [4].

В период проведения акции «День больного сахарным диабетом и профилактики хронических неинфекционных заболеваний» в поликлиниках г. Воронежа 14 октября 2015 года нами был осуществлен анонимный опрос пациентов по вопросам, отражающим подверженность факторам риска, знания мер по предупреждению рисков развития сахарного диабета и профилактики его осложнений. В опросе приняло участие 40 человек. Возраст опрашиваемых находился в диапазоне от 18 до 75 лет.

Проанкетированные пациенты, по возрасту распределились следующим образом: 18-35 лет – 7,5% лиц, 36-50 лет – 37,5% лиц, 50 – 65 лет – 32,5% лиц, 65 и старше – 22,5% лиц. Среди опрошенных 65% составили женщины и 35% – мужчины.

Анализ самооценки здоровья населения г. Воронежа выявил, что удовлетворены состоянием своего здоровья 35% респондентов, не удовлетворены – 45% лиц, 20% пациентов затруднились ответить.

Изучение диабетической осведомлённости и настороженности среди населения показало, что лишь 50% респондентов знают о существовании сахарного диабета, 37,5 % также осведомлены о факторах, способствующих развитию сахарного диабета, 12,5% знают об осложнениях, вызванных сахарным диабетом. При этом осведомленность о сахарном диабете была выше у респондентов женского пола.

Среди факторов риска развития сахарного диабета чаще всего отмечали у себя пациенты такие, как неправильное питание (77,5% лиц), курение (65% лиц), наследственность (75%) и стресс (82,5% лиц). При этом 65% респондентов не знают, как избавиться от своих вредных привычек и провоцирующих факторов риска.

Анализ данных, направленных на изучение обращения пациентов к врачу по вопросам профилактики сахарного диабета и других хронических заболеваний показал, что большинство респондентов (77,5% лиц) никогда не обращались к узким специалистам и врачу/медсестре общей практики, 17,5% респондентов хотели бы обратиться в ближайшем будущем лиц, и только 5% обращались.

Проанализировав данные анкетирования, было выявлено, что 25% респондентов считают, что у них высокий риск развития сахарного диабета, 55% лиц уверены, что риска нет, 20% анкетизируемых пациентов затруднились ответить на данный вопрос.

Также результаты анкетирования показали, что большинство респондентов (65%) знают о наличии у них хронических заболеваний, 25% предполагают, 10% лиц не знают и нуждаются в консультации врача по данному вопросу.

Таким образом, как показали результаты проведенного исследования, пациенты в основном удовлетворены состоянием своего здоровья, при этом не знают об управляемых факторах, способствующих развитию сахарного диабета

и хронических заболеваний, не обращаются к своим врачам или медицинской сестре общей практики по вопросам организации своего здорового образа жизни и не знают, как избавиться от вредных привычек, способствующих развитию сахарного диабета и других хронических заболеваний.

Список используемых источников:

1. Крючкова А.В., Веневцева Н.В., Кондусова Ю.В., Князева А.М. Роль медицинской сестры в диспансеризации населения // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования. 2015. С. 79-80.
2. Стаценко Н.Н. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности медицинских сестер, занятых в стационаре областной клинической больницы, и пути ее профилактики с учетом их медико-социальных факторов риска: автореф. кан.мед.наук. Воронеж. 2008. 23 с.
3. Крючкова А.В., Князева А.М., Князев А.В., Кондусова Ю.В., Злобина Р.М. Здоровый образ жизни – верный путь к долголетию // Прикладные информационные аспекты медицины. 2014. Т. 17. № 2. Воронеж. С. 92-98.
4. Rogov M.V., Kucherova T.V., Kryuchkova A.V., Kondusova Yu.V., Anuchina N.N. Нравственные составляющие психологического здоровья // Актуальные проблемы развития современной науки и образования. 2015. С. 145-147.

© 2016, Кондусова Ю.В., Крючкова А.В., Анучина Н.Н., Карпухин Г.Н., Семенина Н.М., Поletaeva И.А.
Особенности отношения населения к факторам риска развития сахарного диабета и хронических неинфекционных заболеваний

© 2016, Kondusova Yu.V., Kryuchkova A.V., Anuchina N.N., Karpukhin G.N., Semynina N.M., Poletaeva I.A.
Especially the attitude of the population to risk factors for diabetes and chronic noncommunicable diseases

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.366

Поступила (Received): 24.06.2016

**Литвинова Е.С., Разумова М.С.,
Кузмицкая О.Н., Михайлова А.И.
Коррекция метаболизма эритроцитов
при экспериментальном остром
токсическом поражении печени**

**Litvinova E.S., Razumova M.S., Kuzmitsaya O.N., Michailova A.I.
Correction of metabolic activity of erythrocytes of peripheral
blood at experimental sharp toxic damage of the liver**

В работе рассматриваются возможности коррекции метаболического статуса эритроцитов с использованием культуральных жидкостей ксено-, аллогенных гепатоцитов, фетальных фибробластов при экспериментальном остром токсическом поражении печени. Исследования проведены крысах-самцах Вистар. Культуральные жидкости аллогенных или ксеногенных гепатоцитов и фибробластов готовили по методу M.N. Berry, D.S. Friend, и вводили отравленным четыреххлористым углеродом реципиентам одновременно с токсикантом. Установлено, что для наиболее эффективной коррекции метаболических нарушений эритроцитов возможно применение гуморальных факторов культуральной жидкости аллогенных гепатоцитов

Ключевые слова: поражение печени, культуральная жидкость

Литвинова Екатерина Сергеевна

Кандидат медицинских наук, доцент
Курский государственный медицинский
университет
г. Курск

Разумова Марина Сергеевна

Соискатель
Курский государственный медицинский
университет
г. Курск

The paper examines the possibilities of correction of metabolic status of red blood cells using the culture fluids Xeno-, allogenic hepatocytes, fetal fibroblasts in experimental acute toxic liver damage. The study was performed on rats male Wistar. Culture fluids of allogeneic or xenogeneic hepatocytes and fibroblasts were prepared according to the method of M.N. Berry, D.S. Friend, and was administered carbon tetrachloride poisoned recipients simultaneously with toxicant. It has been established that the most effective correction of metabolic disorders of red blood cells perhaps the use of humoral factors of culture fluids of allogeneic hepatocytes

Key words: lesion of a liver, cultural liquid

Litvinova Ekaterina Sergeevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Kursk state medical university
Kursk

Razumova Marina Sergeevna

Applicant
Kursk state medical university
Kursk

Кузмицкая Олеся Николаевна

Кандидат медицинских наук

Курский государственный медицинский университет

г. Курск

Kuzmitskaya Olesya Nikolaevna

Candidate of Medical Sciences

Kursk state medical university

Kursk

Михайлова Алевтина Игоревна

Кандидат медицинских наук, доцент

Курский государственный медицинский университет

г. Курск

Mihaylova Alevtina Igorevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

Kursk state medical university

Kursk

В настоящее время уделяется большое внимание изучению структурно-метаболического и функционального статусов эритроцитов, являющихся своего рода «клеточным дозиметром» действия факультативных и облигатных экзо- и эндогенных факторов, являющихся причиной различных заболеваний [2].

В литературе имеется большое количество работ, посвященных коррекции нарушений функций печени, в том числе с использованием клеточных технологий, есть единичные исследования по эритроцитарным нарушениям и их коррекции при патологии печени, и фактически отсутствуют работы по корректирующему влиянию на метаболическую активность эритроцитов трансплантации ксено- и аллогенных клеток и их культуральных гуморальных факторов.

Исходя из вышеизложенного, целью работы стало установление возможностей коррекции метаболического статуса эритроцитов периферической крови использованием ксено-, аллогенных гепатоцитов, фетальных фибробластов, их культуральных жидкостей при экспериментальном остром токсическом поражении печени [3].

Материал и методы исследования. Исследования проведены на 92 крысах-самцах породы Вистар массой 100-160 г. Острую интоксикацию четыреххлористым углеродом проводили путем его внутримышечного введения. Культуральные жидкости аллогенных или ксеногенных гепатоцитов (КЖАГ и КЖМГ соотв.) и фибробластов (КЖФБ) готовили культивированием в среде 199 соответствующих клеток, полученных по методу M.N. Berry, D.S. Friend, и вводили отравленным ЧХУ реципиентам внутрибрюшинно, пятикратно, одновременно с токсикантом. Группа контроля включала 15 здоровых крыс того же возраста, пола и массы тела.

Для оценки функционального состояния гепатоцитов в плазме крови определяли активность аспартат- и аланинаминотрансфераз (АСТ, АЛТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), гаммаглутаминтранспептидазы (ГГТ), содержание билирубина, протромбиновый индекс (ПТИ) и тимоловую пробу. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в эритроцитах оценивали по содержанию ацилгидроперекисей (АГП) и малонового диальдегида (МДА). Кроме этого, определяли внутриэритроцитарную активность супероксиддисмутазы (СОД), сорбционную способность эритроцитов (ССЭ) и сорбционную емкость их гликокаликса (СЕГ).

Статистическую обработку результатов исследования проводили по общепринятым критериям вариационно-статистического анализа с вычислением

средних величин (M), ошибки средней арифметической (m) с помощью пакета компьютерных программ Microsoft Excel, 2010. Существенность различий оценивали по U-критерию. Статистически значимыми считали различия с $p=0,05$ [7].

Результаты. При оценке показателей метаболизма эритроцитов установлено, что введение гепатотоксического яда снижает их общее количество, содержание гемоглобина, активность СОД сорбционные показатели, повышает МДА и АГП.

Применение КЖМГ или КЖФБ нормализует общее количество эритроцитов, содержание в них гемоглобина, сорбционную способность эритроцитов (СЕЭ) и корректирует в сторону значений нормальных показателей концентрацию АГП, активность СОД и сорбционную емкость гликокаликса эритроцитов (СЕГ). Введение экспериментальным животным с ОТПП КЖАГ корректирует СЭГ, активность СОД и нормализует остальные исследованные показатели метаболизма эритроцитов [6].

При количественном сопоставлении числа нарушенных показателей в различных условиях опыта установлено, что после отравления ЧХУ из 7 исследованных лабораторных показателей метаболизма эритроцитов оказались нарушенными 100%. Введение КГ или ФБ нормализовало по 14,3% и соответственно корректировало 71,4% и 42,9% метаболических эритроцитарных параметров. АГ нормализовали 28,6% и корректировали 57,1% показателей. Более эффективным оказалось введение надосадочной жидкости клеток, так применение КЖКГ и КЖФБ нормализует и корректирует соответственно 57,1% и 42,9% параметров, а КЖАГ 85,7 и 14,3 показателей.

Таким образом, при экспериментальном остром токсическом тетрахлометановом поражении печени по отношению к эритроцитам периферической крови установлено снижение их общего количества, содержания гемоглобина, сорбционных показателей, активности супероксиддисмутазы и активация свободно-радикального окисления. Введение реципиентам с токсическим поражением печени ксено-, аллогенных гепатоцитов, человеческих фетальных фибробластов, их культуральных жидкостей в разной степени корректирует метаболические нарушения в эритроцитах, возникающие вследствие воздействия гепатотропного яда. Наиболее эффективным оказалось применение культуральной жидкости аллогенных гепатоцитов.

Для наиболее эффективной коррекции метаболических нарушений эритроцитов периферической крови в условиях острого токсического поражения печени возможно применение гуморальных факторов культуральной жидкости аллогенных гепатоцитов.

Список используемых источников:

1. Белоконова О.Н., Конопля А.И., Покровский М.В., Гаврилюк В.П., Долгарева С.А. Нарушения белково-липидного спектра мембраны эритроцитов при экспериментальной гепатопатии, коррекция различными формами препарата «Фосфоглив» // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 11 (3) С. 481-484.
2. Боровская М.К., Кузнецова Э.Э., Горохова В.Г., Корякина Л.Б., Курильская Т.Е., Пивоваров Ю.И. Структурно-функциональная характеристика мембраны эритроцита и ее изменение при патологиях разного генеза // *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2010. № 73 (3) С. 334-354.

3. Бурда Ю.Е., Конопля А.И., Ершов Д.В. Влияние комплекса гуморальных факторов, продуцируемых фибробластами, на адгезивную способность клеток-участниц воспаления *in vitro* // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 4 С. 86-88.
4. Земсков А.М., Земсков В.М., Новикова Л.А. Избранные проблемы иммунологии. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета. 1997. 289 с.
5. Конопля А.И., Прокопенко Л.Г., Долгарева С.А., Локтионов А.Л., Конопля А.А., Гаврилюк В.П. Структурно-функциональные свойства эритроцитов в норме и при патологии. Курск: Изд-во КГМУ. 2011. 199 с.
6. Костюк В.А., Потапов А.Н., Ковалева Ж.В. Простой и чувствительный метод определения супероксиддисмутазы, основанный на реакции окисления кверцетина // Вопросы медицинской химии. 1990. № 2. С. 88-91.
7. Терехова С.В., Быстрова Н.А., Литвинова Е.С., Гаврилюк Е.В. Коррекция аллогенными гепатоцитами иммунометаболических нарушений при экспериментальной ишемии печени // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. № 11 (2). С. 414-417.

© 2016, Литвинова Е.С., Разумова М.С.,
Кузмицкая О.Н., Михайлова А.И.
Коррекция метаболизма эритроцитов при
экспериментальном остром токсическом
поражении печени

© 2016, Litvinova E.S., Razumova M.S.,
Kuzmitsaya O.N., Michailova A.I.
Correction of metabolic activity of erythrocytes of
peripheral blood at experimental sharp toxic
damage of the liver

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.370

Поступила (Received): 24.06.2016

Лищенко О.А.**Особенности проявлений острого респираторного
дистресс-синдрома вызванного адреналином
под влиянием микроволн частотой 1 ГГц****Lishenyuk O.A.****Manifestations of acute respiratory distress syndrome
caused by adrenaline in the background
microwave radiation frequency of 1 GHz**

В работе исследуются проявления острого адреналин-индуцированного респираторного дистресс-синдрома на фоне облучения экспериментальных животных электромагнитным излучением частотой 1 ГГц мощностью 50 нВт/см². Показано, что облучение способствует снижению проявлений летального отека легких на 9,5%

Ключевые слова: респираторный дистресс, адреналин, микроволны, 1 ГГц

Лищенко Ольга Анатольевна

Кандидат медицинских наук, преподаватель
Саратовский филиал Самарского медицинского
университета «РЕАВИЗ»
г. Саратов, ул. Дегтярная площадь, 1 А

This study investigates manifestations of acute epinephrine-induced respiratory distress syndrome on the background exposure of experimental animals to electromagnetic radiation with a frequency of 1 GHz with a power of 50 nW/cm². It is shown that irradiation facilitates the reduction of the lethal manifestations of pulmonary edema by 9.5%

Key words: respiratory distress, epinephrine, microwave, 1 GHz

Lishenyuk Olga Anatolievna

Candidate of Medical Sciences, teacher
Saratov branch of the Samara medical university
"REAVIZ"
Saratov, Degtyarnaya ploshjad st., 1 A

Развитие электромагнитной биологии позволяет по-новому оценивать роль электромагнитных полей и излучений в функционировании живых организмов [1-5]. При этом функциональная активность здоровых и больных организмов в значимой степени модулируется окружающими электромагнитными полями [1, 2, 4]. В этой связи большой практический интерес представляет изучение их влияния на жизнедеятельность организма, находящегося под воздействием экстремальных раздражителей, ставящих его существование на границы физиологических пределов функционирования [5-14].

Цель исследования – изучение влияния электромагнитного излучения (ЭМИ) сверхвысокой частоты (СВЧ) плотностью потока мощности (ППМ) 50 нВт/см² на состояние альвеолярно-капиллярной проницаемости и выживаемость животных при развитии экспериментального адреналинового респираторного дистресс-синдрома.

Материалы и методы. Исследование проводилось на 40 крысах Wistar обоего пола массой 200-250 г. Отек легких (ОЛ) моделировался внутримышечным введением животному раствора адреналина гидрохлорида в концентрации 1 мг/мл в дозе 1,0 мг/кг. Выраженность ОЛ определяли по легочному индексу (ЛИ). $ЛИ = \text{масса легких, г} \times 100 / \text{масса тела животного, г}$. Экспериментальную группу животных облучали ЭМИ ППМ 50 нВт/см², в контрольной группе облучение не проводилось [15]. В качестве источника ЭМИ использован аппарат низкочастотной микроволновой терапии «Aquatone» [6-15]. Анализ результатов проведенного исследования проводился в программе Statistica 6.0. В ходе исследования оценивалось выборочное среднее ($\bar{x}$), медиана (Me), 25 и 75% выборки.

Результаты исследования. Результаты исследования нормальных показателей ЛИ представлены в таблице.

Таблица 1. Результаты оценки ЛИ в контрольной группе

ЛИ, ед.	Показатели			
	$\bar{x}$	Me	25%	75%
	1,9	2,2	1,9	2,3

Проведенный анализ показал, что введение животным контрольной группы раствора адреналина сопровождалось развитием умеренного ОЛ (ЛИ 8-12 ед.) у 60,9% животных, выраженный отек легких (ЛИ 14-22 ед.) развивался у 23,8 % животных, резко выраженный – в 14,3% случаев. Резко выраженный ОЛ сопровождался гибелью животных, при этом летальность в контрольной группе составила 15% (3 животных). Минимальный ОЛ (ЛИ 6-8 ед.) в облученной группе отмечался в 9,5% случаев, чего не наблюдалось в контрольной группе. В группе животных подвергнутых облучению в 33,3% случаев наблюдался ОЛ умеренной степени. Анализ результатов выявил, что у облученных животных при развитии умеренного отека легких ЛИ в диапазоне 8-12 ед. наблюдался у 23,8%, причем максимальная частота ОЛ лежит в диапазоне 8-10 ед., в контрольной группе максимальная частота встречаемости степени отека легких является 10-12 ед. – 38,1% всех животных. Анализ результатов так же показал, что выраженный отек легких (ЛИ 14-22 ед.) в основной группе наблюдался в 47,6% случаев, что в 2 раза превышает частоту встречаемости тяжелого ОЛ в контрольной группе. Крайне тяжелая степень ОЛ у облученных животных наблюдалась в 9,5% случаях, что на 50,5% меньше, чем в контрольной группе.

Результаты анализа Каплана-Мейера показали, что в группе облученных животных вероятность выживания сокращается на 23,8%. Тем не менее, оценка статистической значимости различий выживаемости в группах проведенная с помощью теста Гехана-Вилкоксона свидетельствует об отсутствии значимых различий выживаемости (статистика критерия -1,31; $p = 0,19$).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что облучение животных ЭМИ ППМ 50 нВт/см² сопровождается снижением риска развития крайне тяжелого ОЛ на 9,5%, что является проявлением саногенных эффектов излучения. Учитывая имеющиеся экспериментальные данные, очевидно, что защитные эффекты СВЧ-излучения частотой 1 ГГц формируются за счет модуляции

активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, а так же мобилизации функции щитовидной железы, реализующейся на молекулярном уровне [15]. Кроме того, облучение способствует активации клеток крови и эндотелия, путем изменения цитокиновой сигнализации, что приводит к усилению продукции вазодилатирующих субстанций (NO, брадикинин, простагландины) [16-18]. При этом излучение стимулирует как транскрипционные механизмы, так и механизмы не связанные с синтезом белка de novo [19-23]. Ряд эффектов излучения, очевидно, реализуется за счет эпигенетических механизмов, что определяет возможность их соматического наследования [2].

Список используемых источников:

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. М.: Сайнс пресс, 2004. 272 с.
2. Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П. и др. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Монография. Москва – Тверь – Тула: Триада, 2007. 112 с.
3. Бриль Г.Е., Петросян В.И., Сеницын Н.И. и др. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. №2. С. 29-31.
4. Петросян В.И., Сеницын Н.И., Ёлкин В.А. и др. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. №5-6. С. 62-129.
5. Стародубов В.И. и др. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации). Тула: ИНФРА, 2008. 372 с.
6. Терехов И.В., Громов М.С., Дзюба М.А. и др. Влияние сверхвысокочастотного излучения нетепловой интенсивности на выраженность адреналинового отека легких и выживаемость крыс в эксперименте // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 1. С. 117-122.
7. Терехов И.В., Дзюба М.А., Бондарь С.С. и др. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
8. Терехов И.В., Дзюба М.А., Бондарь С.С., Наджарьян Л.Г. Особенности альвеолярно-капиллярных нарушений при нетяжелом отеке легких у крыс и их коррекция с помощью лечебного аппарата микроволновой терапии «Акватон» // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. № 3. С. 20-24.
9. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Морфо-функциональные проявления острого респираторного дистресс-синдрома и его коррекция СВЧ-излучением в эксперименте // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 1. Публикация 2-58.
URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4817.pdf>. doi 10.12737/5026
10. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 1. Публикация 2-57.
URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4815.pdf>. doi 10.12737/5025. doi 10.12737/5025
11. Терехов И.В., Солодухин К.А., Ицкович В.О. и др. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на продукцию цитокинов клетками цельной крови при внебольничной пневмонии // Цитокины и воспаление. 2012. Т.11. №4. С. 67-72.
12. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Особенности биологического эффекта низкоинтенсивного СВЧ-облучения в условиях антигенной стимуляции мононуклеаров цельной крови // Физиотерапевт. 2013. №1. С. 26-32.
13. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением // Фундаментальные исследования. 2014. №10 (4). С. 737-741.
14. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. Исследование возможности использования нетеплового СВЧ-излучения в реабилитационном периоде у больных внебольничной пневмонией // Физиотерапевт. 2011. №4. С. 12-17.
15. Власкин С.В., Терехов И.В., Петросян В.И. и др. Способ терапевтического воздействия на биологические объекты электромагнитными волнами и устройство для его осуществления: пат. 2445134 Рос. Федерация: МПК: А61N500, А61N502/ № 2010138921/14; заявл. 21.09.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. 20 с.

16. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. Влияние низкоинтенсивного СВЧ-облучения на внутриклеточные процессы в мононуклеарах при пневмонии // Медицинская иммунология. 2012. Т.14. №6. С. 541-544.
17. Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
18. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В., Собченко А.А. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.
19. Бондарь С.С., Логаткина А.В., Терехов И.В. Зависимость содержания отдельных молекул в агранулоцитах цельной крови при ишемической болезни сердца от уровня фосфорилирования протеинкиназы р38 на фоне низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. 2016. №1. Публикация 2-6. DOI: 10.12737/18561
URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/2-6.pdf>
20. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1083-1087.
21. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние IL1/TOLL-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1 ГГц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1088-1093.
22. Бондарь С.С., Терехов И.В. Факторный анализ показателей активности JAK/STAT-сигнального пути и экспрессии паттерн-распознающих рецепторов в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1094-1098.
23. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Бондарь С.С. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016;93(3): 23-28. doi. 10.17116/kurort2016323-28.

© 2016, Лищенко О.А.

Особенности проявлений острого респираторного дистресс-синдрома вызванного адреналином под влиянием микроволн частотой 1 ГГц

© 2016, Lishenyuk O.A.

Manifestations of acute respiratory distress syndrome caused by adrenaline in the background microwave radiation frequency of 1 GHz

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.374

Поступила (Received): 24.06.2016

Силантьева Е.Н., Березина Н.В.
К вопросу о комплексном лечении
заболеваний слизистой оболочки полости рта

Silantyeva E.N., Berezina N.V.
To the question of complex treatment of
diseases of the mucosa of the oral cavity

Клинические наблюдения за 45 больными с заболеваниями слизистой оболочки полости рта свидетельствовали об эффективном применении в качестве средства противомикробной, противовоспалительной, противоотечной и симптоматической терапии препарата «Мирамистин». Препарат «Мирамистин» может использоваться как самостоятельно, так и в составе комплексного лечения различной патологии слизистой оболочки полости рта

Ключевые слова: заболевания слизистой оболочки рта, препарат «Мирамистин»

Clinical observations over 45 patients with diseases of a mucosa of an oral cavity demonstrated effective use as an agent of antimicrobial, antiinflammatory, antiedematous and symptomatic therapy of the drug "Miramistin". The drug "Miramistin" can be used as independently, and as a part of complex treatment of various pathology of a mucosa of an oral cavity

Key words: oral cavity mucosa diseases, drug "Miramistin"

Силантьева Елена Николаевна

Кандидат медицинский наук, доцент

Казанская государственная медицинская академия
г. Казань, ул. Муштары, 11

Silantyeva Elena Nikolaevna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Kazan state medical academy
Kazan, Mushtari st., 11

Березина Нина Васильевна

Кандидат медицинский наук, доцент

Казанская государственная медицинская академия
г. Казань, ул. Муштары, 11

Berezina Nina Vasilievna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Kazan state medical academy
Kazan, Mushtari st., 11

Лечение заболеваний слизистой оболочки полости рта (СОПР) – актуальная и трудная проблема практической стоматологии, требующая комплексного междисциплинарного подхода и применения различных лекарственных средств для местной и общей терапии [1, с. 4; 2, с.10; 3, с.202; 4, с.759].

Цель исследования – клинически оценить эффективность препарата «Мирамистин» при комплексном лечении пациентов с заболеваниями слизистой оболочки полости рта.

Под наблюдением находилось 45 человек (из них 30 женщин и 15 мужчин) в возрасте от 22 до 64 лет с различными заболеваниями СОПР: с экссудативно-гиперемической формой красного плоского лишая (КПЛ) – 10 лиц; с хроническим рецидивирующим афтозным стоматитом – 8 больных, с хроническим рецидивирующим герпесом – 7, с легкой формой многоформной экссудативной

эритемы (МЭЭ) – 7, с неспецифическими травмами СОПР – 8 и с десквамативным глосситом – 5 пациентов.

До и после лечения у всех обследованных фиксировали жалобы, анамнез, сопутствующие заболевания, результаты ранее проводимого лечения, элементы поражения, их локализацию, размер, оценивали гигиеническое состояние полости рта по индексу Грина-Вермильона (ИГ ОНІ-S). О степени адекватности гигиенического ухода за полостью рта и выполнения пациентом рекомендаций судили по индексу качества ухода за полостью рта Podshadley, Halley (ИГ PdH) (1964).

Всем больным проводили дифференцированное общепринятое местное комплексное лечение, а также рекомендовали прием внутрь поливитаминов и десенсибилизирующих средств.

0,01% раствор «Мирамистин» назначался всем пациентам для домашнего использования после гигиенического ухода за полостью рта в виде ротовых ванночек (в количестве 10-15 мл препарата) в течение 3 минут 3 раза в день 7 дней. При необходимости препарат применялся еще 3 дня.

Оценку клинической эффективности лечения в динамике проводили, учитывая противовоспалительное действие препарата – устранение воспаления (гиперемии, отека, боли) исчезновение морфологических элементов поражения (узелка, афты, эрозии, язвы и других); тенденцию к заживлению раневой поверхности и сроки эпителизации элементов поражения, местно обезболивающее действие, переносимость препарата и отсутствие аллергических реакций.

В процессе лечения гигиеническое состояние полости рта у всех пациентов улучшилось. Если при первичном обследовании ИГ ОНІ-S в среднем составил $2,32 \pm 0,14$; ИГ PdH – $1,8 \pm 0,11$, то через 7 дней наблюдения среднее значение индексов составило, соответственно, $1,17 \pm 0,23$ (эффективность составила 49,3%) и $0,2 \pm 0,02$ (эффективность составила 88,2%).

Все больные отметили противовоспалительный и обезболивающий эффект «Мирамистина». Не было зарегистрировано аллергических реакций и побочных действий. После 7-ми дневного лечения у всех 45 пациентов был получен положительный результат: 10 (22,2%) человек отметили улучшение, 22 (48,9%) больных – значительное улучшение (высокая оценка эффективности) и 13 (28,9%) лиц – полное исчезновение элементов поражения в течение 5-7 дней от начала лечения (очень высокая оценка эффективности). Полное исчезновение элементов у всех больных было отмечено при неспецифических поражениях (травма СОПР), у 2 (40%) человек при десквамативном глоссите и у 2 лиц (28,6%) при МЭЭ. При травматических повреждениях СОПР у молодых лиц полная регенерация тканей наблюдается в течение 2 дней, у лиц пожилого возраста – через 7 дней; а при десквамативном глоссите – через 5 дней.

Значительное улучшение выявлено у 3 (60%) больных с десквамативным глосситом. Им было рекомендовано продолжить лечение еще на 3 дня (до 10 дней), после чего произошло полное исчезновение элементов поражения. У 6 (85,7%) больных с хроническим рецидивирующим герпесом местное применение «Мирамистина» привело к исчезновению эрозий в течение 7- 9 дней. В течение 10 дней у 5 (62,5%) лиц с хроническим рецидивирующим афтозным

стоматитом исчезли элементы поражения (афты) и наступила полная регенерация тканей. После 10 дней от начала лечения у 6 (60,0%) пациентов с КПЛ отмечен переход экссудативно-гиперемической формы заболевания в типичную форму.

Таким образом, проведенные клинические исследования позволяют отметить терапевтический эффект применения препарата «Мирамистин» при различных нозологических формах поражения СОПР, сопровождающихся выраженным болевым симптомом и воспалительной реакцией тканей и рекомендовать «Мирамистин» в составе комплексного лечения острых и хронических заболеваний слизистой оболочки полости рта.

Список используемых источников:

1. Березина Н.В., Силантьева Е.Н., Кривонос С.М. Комплексное лечение красного плоского лишая слизистой оболочки полости рта с использованием препаратов линейки «Асепта» // Институт стоматологии. 2013. № 1. С. 4-6.
2. Мирамистин. Результаты клинических исследований в стоматологии. М.: Лига-Принт, 2013. 71 с.
3. Терапевтическая стоматология. Ч. 3. Заболевания слизистой оболочки рта. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 256 с.
4. Терапевтическая стоматология. М.: Медицинское информационное агентство, 2011. 840 с.

© 2016, Силантьева Е.Н., Березина Н.В.

*К вопросу о комплексном лечении заболеваний
слизистой оболочки полости рта*

© 2016, Silantyeva E.N., Berezina N.V.

*To the question of complex treatment of diseases of
the mucosa of the oral cavity*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.377

Поступила (Received): 04.06.2016

Степанова Е.Б., Курячий А.Ю., Тиренни А.Ю. **Разработка модели и модуля обработки** **многомерных структурированных отчетов** **в распределенной информационной системе** **предприятия газового комплекса**

Stepanova E.B., Kuryachi A.Yu., Tirenni A.Yu.
Modeling and processing development of multi-dimensional
structured reports in gas complex distributed information system

Разработана модель обработки много-мерных структурированных отчетов для повышения прозрачности про-цессов финансово-хозяйственной деятельности и усовершенствования корпоративного управления в расп-ределенной информационной систе-ме предприятия газового комплекса. Проведено внедрение модели и модуля обработки данных

Ключевые слова: распределенная информационная система, процесс, моделирование, многомерный структурированный отчет

Степанова Елена Борисовна

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, доцент
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Курячий Андрей Юрьевич

Магистр
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Тиренни Анастасия Юрьевна

Кандидат физико-математических наук
 Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

Process modeling and discription, programming tool development made for multi-dimensional structured reports processing to create the overall consolidated financial statements in federal distributed information system of leading domestic enterprises gas complex

Key words: distributed information system, process, modeling, multi-dimensional structured report

Stepanova Elena Borisovna

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye sh., 31

Kuryachi Andrey Yurievich

Master
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye sh., 31

Tirenni Anastassia Yurievna

Candidate of Physico-mathematical Sciences
 National research nuclear university MPhI
 Moscow, Kashirskoye sh., 31

Данные, которые регистрируются в результате финансово-хозяйственной деятельности группы предприятий федеральной газовой компании, отражаются

в многомерных структурированных отчетах, обработка и консолидация которых позволяет сформировать комплексный образ объекта управления газового комплекса, повысить прозрачность процессов финансово-хозяйственной деятельности и усовершенствовать корпоративное управление. Как правило, в интегрированных системах на платформе с оригинальным ядром, к таким системам относятся и решения на платформе SAP, имеется возможность перенаправления вычислений в модули, построенные на основе различных алгоритмических подходов [1, с. 439], [2, с. 396].

На момент начала исследования модели обработки многомерных структурированных отчетов в информационных системах ведущего предприятия газового комплекса не применялись.

В работе рассмотрены два вида структурированных отчетов, простые (отчет состоит из одной формы) и сложные (отчет состоит из главной формы и ряда подчиненных форм, связанных с главной отношением агрегации). Причем формы могут иметь различную структуру, а именно статическую (форма состоит из фиксированного набора строк и столбцов), динамическую (форма состоит из произвольного набора строк, определяемых количеством значений аналитических признаков и фиксированного набора столбцов) и смешанную (форма содержит элементы статической и динамической структуры). **Разработка схемы обработки отчетов выполнена с использованием методологии и программной среды процессно-ориентированного моделирования ARIS.**

Отчет как объект в информационной системе представляет собой структурированную матрицу. Вне зависимости от типа данных и размерности единиц начальных данных отчет имеет дискретное представление. Поэтому для описания модели структурированных отчетов в данной работе была выбрана дискретная модель.

Следует обратить внимание, что в некоторых случаях описание исходных данных самих по себе можно представить, как подчиняющихся непрерывному распределению. Например, объем газа в трубе. Однако рассмотрение этих данных в контексте отчетности все равно будет выполнено как для дискретных величин. Например, объем газа, закаченного в трубу, и измеренного входным датчиком, уже представляет собой именно дискретную величину. Так, при анализе матричных (или тензорных) данных должны быть применены параллельные вычисления, что позволяет существенно сократить время обработки результатов.

Показано, что в зависимости от типа операции (линейное или нелинейное преобразование, статистические операции и др.), имеется теоретическое ограничение на реконструкцию начальных или промежуточных значений на основе элементов отчетности. В таких случаях оценить, насколько точно отчетность отражает начальные данные, – невозможно. Это представляет собой реальную сложность на практике. В таких случаях необходима дополнительная информация о типе данных.

Отметим, что если дополнительной информации о типе данных не имеется, и эту информацию нельзя получить из модулей входной обработки, проверки достоверности источника, очистки и т.п., то искусственно вводится дополнительное предположение, которое существенно влияет на дальнейшую процедуру обработки.

Отметим, что инвестор решает обратную задачу, а именно определяется, какие показатели можно ожидать на основании отчета и как эти ожидаемые показатели соответствуют реально наблюдаемым величинам.

Выявление в явном виде оператора функциональной зависимости отчета от исходных величин позволяет выделить критерии, при которых реконструкция начальных и промежуточных данных на основе отчетности требует дополнительной спецификации или в случае отсутствия такой информации невозможно.

Однако, утверждение о функциональной зависимости (суржективности) опустить нельзя, в противном один из диагональных элементов мультипликативной матрицы будет равен нулю, детерминант будет равен нулю и найти обратную матрицу в общем случае будет нельзя.

Национальные и интернациональные стандарты отчетности не предполагают жесткой табличной формы, даже для составления финансовых отчетов. Отчеты компаний, работающих в разных секторах и принципиально занимающихся различной деятельностью, не могут иметь одинаковую отчетную форму. Каждая компания имеет свой дизайн, отражающий требования стандартов.

Матричная форма рассмотрения отчетов ставит акцент на операциях, проводимых с начальными данными, и формализует критерии, помогающие решить обратную задачу – восстановить начальные данные, не входящие в отчет в явном виде.

При рассмотрении модели простого отчета был поставленно условие, что начальные данные и данные в матрицах линейных операторов не были подвергнуты предварительной обработке. Не производилось простое суммирование, суммирование на основе весовых характеристик, дифференциция, интерполяция или экстраполяция, данные не представляют собой статистические величины, полученные на основе другого множества

В сложном отчете модель линейных операторов, разработанная для простого отчета, накладывается на статистические данные (среднее значение, вероятностная сумма и т.п.), полученные по другому множеству данных.

Без дополнительной информации о сущности данных, произвести реконструкцию о начальных условиях невозможно.

В многоступенчатом отчете, при котором происходит многократная агрегация данных, восстановить начальные или промежуточные значения зачастую невозможно.

Таким образом, именно тензорная модель отчета в сложных информационных системах помогает установить контрольные точку, в который решение обратной задачи принципиально невозможно.

Рассмотренные подходы к описанию модели отчета различного уровня сложности при различных начальных условиях и принятых допущениях позволяют подключать модули обработки, обеспечивающие выполнение задачи.

Следует обратить внимание, что настройка тех модулей, которые могут составлять рекомендованный контур распределенной информационной системы на платформе SAP, важна, и неверное выставление допущений приводит к получению неполной или даже недостоверной информации.

На основе модели разработан инструмент обработки отчетов – на платформе решения SAP Business Explorer; 733 строки исходного кода. Внедрение модели и модуля обработки многомерных структурированных отчетов в распределенной информационной системе предприятия газового комплекса закреплено актом о внедрении ООО «Связьгазавтоматика» дочернего общества ПАО «Газпром Автоматизация».

Список используемых источников:

1. Степанова Е.Б., Видякин Б.А. Управление TOGAF-ASAP: интегрированный подход к формированию архитектуры предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2013. №4. С. 435-442.
2. Степанова Е.Б., Левченко А.А. Оптимизация потоков данных и определение параметров нагрузки при внедрении систем класса ERP // Аудит и финансовый анализ. 2014. №5. С. 392-397.

© 2016, Степанова Е.Б., Курячий А.Ю., Тиренни А.Ю.
Разработка модели и модуля обработки
многомерных структурированных отчетов в
распределенной информационной системе
предприятия газового комплекса

© 2016, Stepanova E.B., Kuryachi A.Yu., Tirenni A.Yu.
Modeling and processing development of multi-
dimensional structured reports in gas complex
distributed information system

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.381

Поступила (Received): 22.06.2016

**Стяжкина С.Н., Матусевич А.Е., Иванова М.К., Акимов А.А.
Бактерицидные и дезодорирующие возможности
портативного озонатора в здравоохранении**

**Styazhkina S.N., Matusevich A.E., Ivanova M.K., Akimov A.A.
Bactericidal and deodorizing features portable ionizer in healthcare**

Применение озоновых технологий в медицине, сельском хозяйстве, транспорте, промышленности, строительстве имеет важное практическое значение. Озонирование – один из наиболее прогрессивных современных технологических процессов, направленный на создание экологически благоприятных условий труда и жизнедеятельности человека. Известно, что окисляющие процессы активным атомарным кислородом обеспечивают обезвреживание различных токсических веществ, приводя их в нетоксические формы

Ключевые слова: озонирование, озон, бактерицидный

Application of ozone technologies in medicine, agriculture, transport, industry, construction has important practical significance. Ozonation – one of the most advanced modern technological processes aimed at creating environmentally friendly working conditions and human activity. It is known that the oxidizing processes of active atomic oxygen provides decontamination of various toxic substances, leading them into non-toxic form

Key words: ozonation, ozone, bactericidal

Стяжкина Светлана Николаевна

Доктор медицинских наук, профессор
Ижевская государственная медицинская академия
г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Styazhkina Svetlana Nikolaevna

Doctor of Medical Sciences, Professor
Izhevsk state medical academy
Izhevsk, Communarov st., 281

Матусевич Анна Евгеньевна

Студент
Ижевская государственная медицинская академия
г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Matusevich Anna Evgenievna

Student
Izhevsk state medical academy
Izhevsk, Communarov st., 281

Иванова Марина Константиновна

Доктор медицинских наук, профессор, декан
Ижевская государственная медицинская академия
г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Ivanova Marina Konstantinovna

Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean
Izhevsk state medical academy
Izhevsk, Communarov st., 281

Акимов Антон Александрович

Интерн
Ижевская государственная медицинская академия
г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281

Akimov Anton Aleksandrovich

Intern
Izhevsk state medical academy
Izhevsk, Communarov st., 281

Применение озоновых технологий в медицине, сельском хозяйстве, транспорте, промышленности, строительстве имеет важное практическое значение.

Озонирование – один из наиболее прогрессивных современных технологических процессов, направленный на создание экологически благоприятных условий труда и жизнедеятельности человека.

Известно, что окисляющие процессы активным атомарным кислородом обеспечивают обезвреживание различных токсических веществ, приводя их в нетоксические формы. В настоящее время в связи с широко распространенными вредными экологическими факторами, накапливающимися в большом количестве в воздухе, почве, воде, возникающими и поддерживаемыми токсическими отходами промышленности, транспортных средств, сельского хозяйства, продуктов жизнедеятельности человека, возрастает роль их своевременной и эффективной дезактивации и обезвреживания.

Применение озоновых технологий может помочь в решении главных задач экологической защиты населения, животного мира, природы от вредных факторов. В последнее время обезвреживающие способности озонирования широко используются не только в промышленности, но и в сельском хозяйстве. Озон обеззараживает комбикорма, уничтожая плесень, сальмонеллу, может быть использован при консервировании. Доказано на практике, что озонирование воздушной среды в овощехранилищах резко повышает сохранность овощей за счет бактерицидного действия на патогенную микрофлору воздуха.

Применение озона для протравливания зерновых не только способствует оздоровлению семенного фонда, но и значительному повышению урожайности. Озонирование воздуха в коровниках, свино- и птицефермах приводит к снижению заболеваемости животных и птиц, их продуктивности и яйценоскости. При обеззараживании холодильных камер попутно уничтожаются неприятные запахи. Озоновые технологии рекомендуется применять для стерилизации молока, мяса и других сельхозпродуктов. При озоновой обработке овощных ям, кессонов бактерицидное действие сохраняется в течение 2-3 недель. Дезодорирующее и дезинфицирующее действие озона широко используется в современных технологиях обработки сточных и канализационных вод, токсических отходов сельского хозяйства и промышленных предприятий, для санации и обеззараживания мест общественного пользования.

Цель: изучение бактерицидных свойств озонатора «Гроза»

В медицинских учреждениях озонирование целесообразно применять для дезинфицирования и дезодорации палат, перевязочных, процедурных, смотровых и других помещений, а также одежды пациентов и медперсонала.

Возможная сфера применения озонаторов – дезинфекция оборудования, приборов и поверхностей помещений лечебно-профилактических учреждений и лабораторий с повышенным содержанием фенола, формалина и других вредных веществ предприятий пищевой и микробиологической промышленности, для дезинфекции в текстильной промышленности.

Материалы и методы

Для озонирования замкнутых помещений кубатурой до 100 м³ применяются различные варианты генераторов озона. Доказано, что концентрация

озона 5 мг/м³ в воздухе таких помещений бактерицидно действует на золотистый стафилококк, на возбудителей холеры, тифа, дизентерии, чумы. Дальнейшая разработка генераторов озона различной мощности и экспериментальные исследования их бактерицидных свойств для нужд здравоохранения и ветеринарии имеет большое практическое значение.

Данное информационное письмо составлено на основе клинических испытаний малогабаритного озонатора «Гроза-4», выпускаемого малым внедренческим предприятием «ИНПРО» г. Ижевска для нужд здравоохранения, лабораторной и ветеринарной службы. Проведены успешные испытания нового поколения малогабаритного переносного озонатора «Гроза-10» (производительностью 10 г озона в час). Высокие положительные результаты достигнуты по обезвреживанию и очистке воды в плавательных бассейнах и промышленных стоков, содержащих соли железа и других тяжелых металлов.

Основные технические характеристики озонатора «Гроза-4»:

- производительность озона – 4 грамма в час;
- максимальная площадь обрабатываемых помещений – 100 м³;
- максимальное время работы озонатора за одно включение – 60 минут;
- потребляемая мощность – 250 ватт;
- напряжение питания – 220 вольт;
- масса озонатора – 12 кг;
- габаритные размеры – 200x200x360 мм.

В соответствии с соглашением между малым внедренческим предприятием ИНПРО и КФК I РКБ на базе хирургического и реанимационного отделений проведены исследования, цель которых заключалась в определении качественного и количественного содержания различных микроорганизмов в воздухе и в смывах с поверхностей предметов и оборудования больничных помещений до и после их озонирования с помощью озонатора «Гроза-4», разработанного предприятием ИНПРО.

Исследование концентрации озона и скорости разложения озона в исследуемых помещениях в зависимости от продолжительности работы озонатора проводили сотрудники Госкомитета УР по охране окружающей среды. Определение предельно допустимой разовой и суточной концентрации озона (ПДК) исследовали в обработанных помещениях перевязочных и палат объемом 70 м³, в хирургическом, проктологическом, реанимационном отделениях. Длительность озонирования составляла от 3 до 30 минут. Анализ озона проводился согласно «Методическим указаниям на фотометрическое определение озона в воздухе» (№ 1639-77 от 18.04.77). Всего произведено 186 замеров и 354 анализа. Внутри помещений находились тумбочки с дезинфицирующими растворами, шкафы, столы с перевязочными материалами и инструментами, стулья, кушетки, простыни. Помещение во время обработки озоном и в процессе проведения замеров людьми не посещалось.

Техническими исследованиями озонирования озонатором «Гроза-4» установлено, что разложение и удаление озона идет активно уже в первые минуты, одновременно с работой озонатора, в дальнейшем темпы разложения замедляются.

Таблица 1. Результаты бактериологических анализов воздушной среды перевязочных палат хирургического отделения 1 РКБ до и после озонирования помещений с применением озонатора «Гроза-4»

Время озонирования	ОМЧ до озонирования помещений	ОМЧ после озонирования помещений		
		непосредств. после озонир.	через 6 часов	через 24 часа
20 мин.	6 КОЕ	2 КОЕ	1 КОЕ	5 КОЕ
10 мин.	8 КОЕ	4 КОЕ	0 КОЕ	5 КОЕ
30 мин.	6 КОЕ	1 КОЕ	0 КОЕ	0 КОЕ
20 мин.	13 КОЕ	1 КОЕ	0 КОЕ	0 КОЕ
3 мин.	4 КОЕ	2 КОЕ	0 КОЕ	4 КОЕ
3 мин.	9 КОЕ	0 КОЕ	0 КОЕ	5 КОЕ
3 мин.	4 КОЕ	1 КОЕ	0 КОЕ	4 КОЕ

Таблица 2. Результаты бактериологического исследования воздуха из аппарата искусственной вентиляции легких до и после озонирования палаты реанимационного отделения 1 РКБ

Длительность озонирования	Результаты бак. посева воздуха из ИВЛ					
	до озонирования		сразу после озонирования		через 2 часа после озонирования	
	общее микроб. число (КОЕ)	золот. стафи-лококк	общее микроб. число (КОЕ)	золот. стафи-лококк	общее микроб. число (КОЕ)	золот. стафи-лококк
20 мин.	2 КОЕ	0	1 КОЕ	0	1 КОЕ	0
15 мин.	2 КОЕ	0	1 КОЕ	0	1 КОЕ	0
10 мин.	4 КОЕ	0	1 КОЕ	0	1 КОЕ	0
5 мин.	4 КОЕ	0	2 КОЕ	0	2 КОЕ	0

Поэтому при обработке помещения объемом 70 м³ от 10 до 30 минут и концентрации озона 05,-1,5 мг/м³, время достижения суточной ПДК озона (0,03 мг/м³) при всех режимах озонирования практически не меняется и в среднем равно 2 часам. Период полураспада озона составляет 27 минут, производительность озонатора 100 мг озона в 1 минуту и 6 г в 1 час.

Бактерицидное действие озонатора «Гроза-4» проводилось также в реанимационном отделении. В реанимационной палате проводилось озонирование помещения и аппарата искусственной вентиляции легких сразу после окончания его применения. В четырех сериях опытов проводилось озонирование с экспозицией 10, 15, 10, 5 минут. Посевы воздуха из аппарата ИВЛ на общее микробное число и стафилококк проводили трехкратно, до озонирования, сразу после озонирования и через 2 часа после него. Общее микробное число (ОМЧ) после озонирования уменьшилось в 2 раза, и эта цифра сохранялась в течение 2 последующих часов. Роста стафилококка не получено как до, так и после исследования (табл. № 3).

Сравнительная оценка бактерицидного действия между озонированием и ультрафиолетовым кварцевым облучением проводилась в перевязочных гнойно-проктологического отделения I РКБ. С целью изучения эффективности

дезодорации проводили озонирование палат этого отделения, где находились больные с кишечными свищами.

По данным видно, что обработка перевязочной озоном озонатором «Гроза-4» в течение 3 минут достаточна для достижения бактерицидного эффекта. Общее микробное число снизилось более, чем в 3 раза и составляло 6 КОЕ (уровень санитарной нормы). Золотистый стафилококк и кишечная палочка, высеянные со столов до озонирования, не дали роста после 3-минутного действия озона. Такой же бактерицидный эффект был достигнут после ультрафиолетового кварцевого облучения в течение 1 часа. Озонирование палаты в течение 3 минут было достаточным для достижения ПДК озона, обезвреживающего и дезодорирующего действия.

Выводы:

1. Полученные экспериментальные данные указывают на то, что подобные генераторы озона производительностью 4-6 граммов озона в час обладают высоким дезинфицирующим и дезодорирующим действием, и могут найти широкое применение в любых лечебно-профилактических учреждениях стационарного, амбулаторного и санаторного типа.

2. Озонированию могут быть подвержены кабинеты, залы, палаты, лаборатории, перевязочные, процедурные, смотровые комнаты, операционные больниц и поликлиник, служебные помещения, цеха по производству продукции, медикаментов, холодильные камеры и т.д.

3. По бактерицидному и дезодорирующему действию бытовой озонатор превосходит кварцевые лампы ультрафиолетового облучения. Озонирование обладает более эффективным бактерицидным действием, с его помощью возможна обработка труднодоступных мест (щели, зазоры, шкафы, приборы, аппараты); обработка спецодежды персонала и больных стационаров, постельных принадлежностей.

Список используемых источников:

1. Ситников В.А. Озонотерапия в хирургии. Ижевск. 2008.
2. Ситников В.А. Озонотерапия в клинической хирургии. Ижевск. 2010.

© 2016, Стяжкина С.Н., Матусевич А.Е.,
Иванова М.К., Акимов А.А.
Бактерицидные и дезодорирующие
возможности портативного озонатора в
здравоохранении

© 2016, Styazhkina S.N., Matusevich A.E.,
Ivanova M.K., Akimov A.A.
Bactericidal and deodorizing features portable
ionizer in healthcare

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.386

Поступила (Received): 24.06.2016

Субботина Т.И.**Репродуктивная функция мышей линии c57/b16
на фоне воздействия миллиметрового излучения.
Возможности модификации****Subbotina T.I.****Reproductive function of the mice of line c57/b16 and its
modification by low-intensity radiation in the experiment**

В исследовании оценено влияние КВЧ-излучения на репродуктивный потенциал мышей C57/B16. Показано модифицирующее влияние КВЧ-излучения на фертильность исследованной популяции, реализующееся, очевидно, посредством эпигенетической модификации наследственной информации и нарушения процессов ее реализации в развивающемся эмбрионе. С целью коррекции возможных неблагоприятных эффектов миллиметрового излучения обосновывается применение излучения дециметрового излучения частотой 1 ГГц

Ключевые слова: репродукция, КВЧ-излучение, эпигенетика, микроволны

The study evaluated the influence of EHF-radiation on the reproductive potential of mice With57/B16. Shown the modifying effect of EHF-radiation on the fertility of the population studied, realized, obviously, through epigenetic modification of genetic information and violations of the processes of its implementation in the developing embryo. To correct the possible adverse effects of millimeter waves justifies the use of a radiation decimeter radiation with a frequency of 1 GHz

Key words: reproduction, short-wave radiation, epigenetics, microwave

Субботина Татьяна Игоревна

*Доктор медицинских наук, заведующая кафедрой
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92*

Subbotina Tatiana Igorevna

*Doctor of Medical Sciences, Hed of Department
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92*

Анализ биологических эффектов низкоинтенсивных электромагнитных излучений крайневых и сверхвысоких частот (ЭМИ) свидетельствует об их выраженной биотропности и способности изменять активность внутриклеточных сигнальных путей [1]. Результаты исследований указывают на модифицирующее влияние ЭМИ на регенеративный и пролиферативный потенциал стволовых клеток красного костного мозга и гепатоцитов [2, 3].

Вместе с тем, литературные данные указывают на формирование под влиянием ЭМИ КВЧ на частотах соответствующих 37, 51 ГГц и др., дистрофических изменений органов и тканей [4-7], что свидетельствует в пользу существования как «саногенных», так и «патогенных» частот ЭМИ.

При этом интенсивность крайневых частотных излучений и, тем более, нижерасположенных по частоте диапазонов недостаточно для ионизации и ковалентной модификации молекулярных структур, что позволяет говорить о

том, что электромагнитные поля обладают способностью модификации активности эпигенетических механизмов, что определяет высокую мотивацию к изучению соответствующих эффектов [6, 7, 14].

Цель исследования – исследование последствий облучения ЭМИ частотой 37 ГГц в отношении репродуктивной функции мышей линии C57/B16.

Материалы и методы исследования. В процессе исследования на протяжении 4 месяцев проводилось параллельное ежедневное 6-ти часовое облучение мышей линии C57/B16 и рандомбредных мышей. Экспериментальные семьи были сформированы из 1 самца и 2 самок [1]. В ходе эксперимента были проведены следующие серии опытов: первая серия – облучению подвергались семьи, скомплектованные из самцов и небеременных самок; спаривание происходило в процессе эксперимента; вторая серия – облучению подвергались беременные самки, спаривание которых произошло до начала эксперимента; третья серия – проводилось облучение мышат из первых двух экспериментальных групп от момента рождения до репродуктивного возраста; четвертая серия – проводилось облучение мышат, родившихся от интактных (необлученных родителей) от момента рождения до репродуктивного возраста; пятая серия – велось облучение семей, сформированных из мышей, родившихся от опытных животных в 1, 3 и 4 сериях от момента рождения до репродуктивного возраста и появления первого потомства. В каждой серии учитывали количество и соотношение полов новорожденных животных, сроки рождения, появление видимых соматических отклонений.

Результаты исследования и их обсуждение. В первой серии экспериментов параллельному облучению подвергнуты три репродуктивных мышинных семьи C57/B16 и рандомбредных мышей. Суммарное время облучения составило 60 часов. Рождение первого потомства у линии C57/B16 зарегистрировано спустя 13 дней, а рандомбредных спустя 17 дней после начала эксперимента. В семье мышей C57/B16 родилось 4 живых мышонка: 1 самка и 3 самца без видимых соматических отклонений. Видимых соматических отклонений также не зарегистрировано. Во второй серии опытов у линии C57/B16 на 6 сутки от начала эксперимента зарегистрировано рождение 5 мышат: 2 самки и 3 самца; у параллельно облученной семьи рандомбредных мышей на 7 сутки родилось 10 мышат: 6 самок и 4 самца. Все новорожденные мышата не имели видимых аномалий. В 3-й серии в процессе облучения первого поколения мышат из первых двух опытов было получено второе поколение, состоящее из C57/B16 из 1 живого мышонка-самца, а у рандомбредных 4 самки и 3 самца, без видимых аномалий. В связи с тем, что в третьей серии экспериментов у линии C57/B16 родился только 1 мышонок, было решено повторить первую серию экспериментов, обозначив ее как серию 1а. В результате проведения серии 1а у C57/B16 было зарегистрировано рождение 5 мышат, из них 1 самка и 4 самца. У рандомбредных мышей – 10 мышат: 6 самок и 4 самца. В дальнейшем была сформирована новая семья, состоящая из 1 самца, родившегося в третьей серии экспериментов, 1 самки из серии 1а и 1 самки, родившейся от родителей, задействованных в 1 серии. Параллельно облучаемая семья рандомбредных мышей была сформирована из

1 самки и 2 самцов, родившихся в третьей серии. В процессе последующего параллельного облучения вновь сформированных семей у самки, взятой из серии 1а родился 1 мертвый мышонок – самец. От самки, взятой из 1 серии родилось 3 живых самца. У рандомбредных мышей родилось 5 мышат: 2 самки и 3 самца. В контрольных группах мышей у линии C57/B16 для сравнения было взято 3 поколения. В первом поколении родилось 3 самки и 3 самца, во втором поколении 4 самки и 5 самцов и в третьем поколении 7 мышат: 3 самки и 4 самцов. У рандомбредных мышей в первом поколении родилось 10 мышат: 6 самок и 4 самца, во втором поколении также родилось 10 мышат: 5 самок и 5 самцов и в третьем поколении 8 мышат: 3 самки и 5 самцов. Все новорожденные мышата выжили, аномалий в их развитии не наблюдалось.

Анализ результатов полученных в экспериментальных и контрольных группах выявил прогрессирующее снижение фертильности, преобладание во всех поколениях самцов над самками, а также мертворождение. В контрольной группе C57/B16 количество мышат в помете во всех зарегистрированных случаях не превышало 5 особей, в то время как в контрольной группе количество мышат в 3-х поколениях составило от 6 до 9 особей.

Полученные эффекты могут быть обусловлены перестройкой в геноме половых клеток, либо модификацией механизмов реализации генетической информации, как хорошо исследованных, так и пока неизвестных [2, 3, 7-10]. Наблюдаемые эффекты, что более вероятно, могут являться следствием эпигенетической модификации ДНК и модификации работы метилтрансфераз и факторов эпигенетической модификации гистонов под влиянием ЭМИ [14-19]. Указанное обстоятельство позволяет объяснить прогрессирующее уменьшение количества особей в помете C57/B16, с преобладанием в нем самцов. В отличие от линии C57/B16, в гибридной группе как доминантные, так и рецессивные гомозиготные особи являются жизнеспособными и по внешним признакам практически не отличаются от гетерозиготных особей.

Таким образом, исследованный биофизический фактор может представлять значительный интерес, с точки зрения создания технологии управления процессами эпигенетической модификации факторов, играющих ключевую роль в реализации генетической информации. При этом проводимые исследования биофизических свойств низкоинтенсивных излучений выявили биологические эффекты электромагнитных излучений в дециметровой части спектра, что с технической точки зрения, является более предпочтительным для создания технологий направленного контролируемого воздействия на рассматриваемые процессы [7, 12, 14, 20-24].

Список используемых источников:

1. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. М: Сайнс пресс, 2004. 272 с.
2. Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П. и др. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Монография. Москва – Тверь – Тула: Триада, 2007. 112 с.
3. Родзаевская Е.Б., Полина Ю.В., Уварова И.А. и др. Гистофункциональные преобразования в эндокринных и иммунных органах под влиянием различных режимов электромагнитного излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2009. Т. 5. № 1. С. 36-40.

4. Петросян В.И., Чесноков Б.П., Бриль Г.Е. и др. Онко-радиоволны биосферы: аква-фазоволновая модель развития злокачественных новообразований. Ч.1. Радиофизические основы модели // Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. № 1. С. 3-13.
5. Бриль Г.Е., Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. № 2. С. 29-31.
6. Бриль Г.Е., Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А. и др. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. № 5-6. С. 62-129.
7. Стародубов В.И. и др. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации). Тула: ИНФРА, 2008. 372 с.
8. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Особенности биологического эффекта низкоинтенсивного СВЧ-облучения в условиях антигенной стимуляции мононуклеаров цельной крови // Физиотерапевт. 2013. № 1. С. 26-32.
9. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением // Фундаментальные исследования. 2014. № 10 (4). С. 737-741.
10. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Никифоров В.С., Бондарь С.С. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 1. Публикация 2-57. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4815.pdf>
11. Терехов И.В., Солодухин К.А., Ицкович В.О. и др. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на продукцию цитокинов клетками цельной крови при внебольничной пневмонии // Цитокины и воспаление. 2012. Т.11. № 4. С. 67-72.
12. Власкин С.В., Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Способ терапевтического воздействия на биологические объекты электромагнитными волнами и устройство для его осуществления: пат. 2445134 Рос. Федерация: МПК: А61N500, А61N502/ № 2010138921/14; заявл. 21.09.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. 20 с.
13. Петросян В.И., Чесноков Б.П., Бриль Г.Е. и др. Онко-радиоволны биосферы: аква-фазоволновая модель развития злокачественных новообразований. Ч. 2. Микроморфологические и клинические исследования, аква-фазоволновая модель // Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. № 2. С. 19-29.
14. Бриль Г.Е., Егорова А.В., Бугаева И.О. и др. Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на процесс дегидратационной самоорганизации гистона H1 // Фундаментальные исследования. 2013. № 3. Ч. 1. С. 27-31.
15. Терехов И.В., Бондарь С.С. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на состояние противовирусной защиты клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и у здоровых лиц // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 55-60.
16. Терехов И.В., Петросян В.И., Дягилев Б.Л. и др. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
17. Логаткина А.В., Бондарь С.С., Терехов И.В., Собченко А.А. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертензии // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.
18. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. Исследование возможности использования нетеплового СВЧ-излучения в реабилитационном периоде у больных внебольничной пневмонией // Физиотерапевт. 2011. №4. С. 12-17.
19. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Влияние низкоинтенсивного СВЧ-облучения на внутриклеточные процессы в мононуклеарах при пневмонии // Медицинская иммунология. 2012. Т.14. №6. С. 541-544.
20. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1083-1087.
21. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние IL1/TOLL-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1ГГц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1088-1093.

22. Бондарь С.С., Терехов И.В. Факторный анализ показателей активности JAK/STAT-сигнального пути и экспрессии паттерн-распознающих рецепторов в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1094-1098.
23. Бондарь С.С., Терехов И.В. Продукция цитокинов и активность фагоцитирующих клеток цельной крови в условиях субклинического воспаления и его коррекция в эксперименте // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 4-5 (46). С. 52-57. Doi. 10.18454/IRJ.2016.46.296
24. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Бондарь С.С. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016;93(3): 23-28. Doi. 10.17116/kurort2016323-28

© 2016, Субботина Т.И.

Репродуктивная функция мышей линии c57/в16 на фоне воздействия миллиметрового излучения.
Возможности модификации

© 2016, Subbotina T.I.

Reproductive function of the mice of line c57/в16 and its modification by low-intensity radiation in the experiment

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.391

Поступила (Received): 24.06.2016

Терехов И.В.**Биофизические аспекты оценки эффективности
слабых и сверхслабых электромагнитных
воздействий на водосодержащие среды****Terekhov I.V.****Biophysical aspects of efficiency estimation of weak and very weak
electromagnetic impacts on the aqueous environment**

В работе демонстрируется возможность идентификации, качественной и количественной оценки слабых и сверхслабых электромагнитных воздействий на водосодержащие среды и ткани организма. Использование программного обеспечения метода активной радиометрии и серийного сверхвысокочастотного радиометра позволяет применять технологию радиометрической оценки в биофизических исследованиях

The study demonstrates the possibility of identifying, qualitative and quantitative evaluation of weak and very weak electromagnetic impacts on the aqueous environment and the tissues of the body. The software use method of active radiometry and serial of the microwave radiometer allows us to apply the technology of radiometric estimation in biophysical studies

Ключевые слова: радиометрия, водосодержащая среда, микроволны, 1 ГГц

Key words: radiometry, aqueous environment, the microwaves of 1 GHz

Терехов Игорь Владимирович

Кандидат медицинских наук, доцент
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92

Terekhov Igor Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92

В настоящее время широко распространяющаяся «информационная» медицина использует в качестве саногенного фактора электромагнитные излучения (ЭМИ) с длиной волны 4,9, 5,6 и 7,1 мм, реализованные в лечебных аппаратах миллиметровой (КВЧ) терапии, таких как «Явь», «МТА-КВЧ» и т.п. [1]. Использование подобных физиотерапевтических методов для объективной оценки влияния их на организм, требует привлечения в клинику технологий контроля биофизических показателей [1, 2].

Коллективом ученых Саратовского филиала института Радиотехники и электроники РАН, а так же сотрудниками научно-производственной фирмы «Телемак» разработан метод диагностики состояния внутренних органов, основанный на эффекте возбуждения в водных и водосодержащих средах молекулярных колебаний, при воздействии на них резонансным низкоинтенсивным

ЭМИ КВЧ [2-6]. Проникая в глубину водосодержащей среды внешнее низкоинтенсивное резонансное КВЧ излучение (65 ГГц) стимулирует генерацию в них низкоинтенсивного излучения в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне (1 ГГц), которое воспринимается аппликаторной антенной радиоэлектронного комплекса [4-6]. Изменение радиофизических свойств среды будет приводить к изменению чувствительности их к внешнему зондирующему воздействию, и, соответственно, отражаться на эффективности преобразования ими зондирующих волн и, в итоге, мощности преобразованного излучения. Благодаря очень высокой чувствительности метода, могут улавливаться очень слабые изменения [6]. Данная технология оценки состояния водосодержащих сред реализована в программно-аппаратном комплексе, что позволяет сделать процесс исследования максимально технологичным.

Целью настоящего исследования являлось изучение эффектов взаимодействия внешнего низкоинтенсивного ЭМИ резонансных частот КВЧ диапазона с водосодержащими средами в аспекте оценки метода активной радиометрии в идентификации слабых и сверхслабых внешних воздействий на водосодержащие среды.

Материалы и методы. Исследование выполнено на радиоэлектронном комплексе «Аквафон». Диагностирующий комплекс состоит из модуляционного СВЧ-радиометра прямого усиления, настроенного на прием радиоволн на частоте $1,0 \pm 0,025$ ГГц, а так же приемно-излучающего модуля (ПИМ), включающего источник зондирующего низко-интенсивного (плотность потока мощности менее 10 мкВт/см^2) крайневых высокочастотного (КВЧ) излучения частотой 65 ГГц и приемной аппликаторной антенны [6]. Таким образом, метод активной радиометрии водосодержащих сред заключается в зондировании обследуемой области низкоинтенсивным излучением, на частоте радиопрозрачности водосодержащих сред (65 ГГц) и регистрации радиоотклика ткани в смещенном частотном диапазоне, на частоте $1,0 \pm 0,025$ ГГц [3, 4]. В основе метода лежит способность молекулярной системы воды, образованной за счет водородных связей, преобразовывать внешнее (стимулирующее) низкоинтенсивное излучение на частоте, совпадающей с частотой колебаний молекул воды в собственное радиоизлучение, являющееся информационным, анализируемым параметром [6-8]. Способность тканей организма генерировать СВЧ излучение под влиянием внешнего КВЧ поля, носит название волновой активности среды (ВА) [6, 7]. При этом оценка излучения тканей производится в относительных единицах радиоотклика (РО). За 100 единиц принимается уровень дистиллята воды при 37°C , что соответствует уровню мощности излучения $\sim 10^{-14} \text{ Вт}$ [6].

Результаты проведенных исследований позволили сформулировать критерии резонансно-волновой нормы для здоровых лиц и патологических состояний [9-11]. Новый метод нашел свое применение в диагностике и дифференциальной диагностике патологии внутренних органов, включая органы грудной и брюшной полостей [9-16]. Так же активная радиометрия используется в оценке функционального состояния, состояния сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем [17-25].

Используя существующие модельные представления о механизмах генерации резонансного радиоотклика [5-7], нами были проведены исследования динамики РО в течение 600 секунд с использованием дистиллята воды. График экспериментальной зависимости «время – радиоотклик (РО)», при повторных измерениях, представлен на рис.1.

Рис. 1. Амплитуда РО при повторных измерениях

Визуальный анализ динамики радиоотклика при первичном (1) и повторном (2) измерениях свидетельствуют о хорошей воспроизводимости результатов. Проводимый спектральный анализ, призванный оценить мощность периодических составляющих полученного временного ряда, позволил более тонко охарактеризовать динамику РО. Результаты спектральной оценки временных рядов представлены на рис. 2.

Рис. 2. Спектральная оценка временных рядов

Результаты спектральной оценки свидетельствуют о воспроизводимости (повторяемости) временных рядов значений РО. При этом на спектрограмме повторного измерения РО (рис.2, правое изображение), отмечается обогащение спектральной картины после КВЧ-облучения.

Исследование динамики РО с поверхности тела при повторных измерениях свидетельствует о сходных по направлению изменениях распределения амплитуды РО с течением времени, однако при исследовании «in vivo» наблюдаются определенные отличия поведения динамики РО с поверхности дистиллята и поверхности тела человека. Прежде всего, изменения касаются спектральной составляющей временного ряда. Спектр повторного исследования временной динамики амплитуды РО с поверхности тела представлен на рис.3.

Рис. 3. Спектральная оценка временных рядов «in vivo»

В полученных спектрограммах обращает на себя внимание значительное обогащение спектральной картины после однократного КВЧ-облучения тканей пациента. Кроме того, наблюдается хорошая повторяемость спектральных картин с усилением спектральной мощности одних и тех же гармоник. Таким образом, повторные воздействия зондирующим излучением области исследования (зондируемой среды) приводит к структуризации сигнала, его временному упорядочиванию.

Проведенные исследования свидетельствуют об информативности и высокой чувствительности радиометрии в оценке воздействия физических факторов на водосодержащие среды, включая ткани организма. Указанное обстоятельство позволяет использовать данный метод для идентификации, качественной и количественной оценке слабых и сверхслабых воздействий на живые организмы.

Список используемых источников:

1. Девятков Н.Д., Голант О.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 186 с.
2. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. № 5-6. С. 62-129.

3. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) / Г.Е. Бриль, В.И. Петросян, Н.И. Синицын, В.А. Елкин // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. №2. С. 29-31.
4. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне. Письма в ЖТФ. 2005, 31: 23:29-33. Резонансы воды в радиодиапазоне / В.И. Петросян, А.В. Майбородин, Б.Л. Дягилев, А.П. Рытик // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2006. № 12. С. 42-45.
5. Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование / Петросян В.И., Громов М.С., Власкин С.В. и др. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2003. №1. С. 23-26. Избранные технологии диагностики: Монография / В.М. Еськов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.Г. Зилова, Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296 с.
6. Терехов И.В. Транс-резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. дисс. канд. мед. наук, Тула, 2007. 24 с.
7. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
8. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Е.Б. Никитина и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
9. Аржников В.В., Громов М.С., Терехов И.В. Диагностика и мониторинг инфильтративных процессов в грудной полости с помощью люминесцентного излучения водосодержащих сред // Медицинский вестник МВД. 2009. № 2 (39). С. 40-46.
10. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
11. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Мониторинг воспалительного процесса при внебольничной пневмонии с помощью СВЧ-излучения органов грудной полости // Медицинский вестник МВД. 2010. № 5 (48). С. 16-17.
12. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта / М.С. Громов, И.В. Терехов, М.А. Дзюба, В.В. Аржников // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
13. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии / В.В. Аржников, В.Б. Лифшиц, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
14. Идентификация и дифференциация костных новообразований методом активной радиометрии / М.Н. Незнамов, В.А. Зайцев, Н.А. Ругина и др. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №2. Публикация 2-16. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-2/5172.pdf> doi: 10.12737/11568.
15. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.И. Петросян и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
16. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С. 187-190.
17. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.В. Аржников и др. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
18. Исследование состояния транкапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
19. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
20. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения / И.В. Терехов, М.А. Дзюба, С.С. Бондарь и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
21. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.

22. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.
23. Громов М.С., Терехов И.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и водной компоненты внутренней среды организма при внебольничной пневмонии // Профилактическая и клиническая медицина. 2009. № 3. С. 82-84.

© 2016, Терехов И.В.

*Биофизические аспекты оценки эффективности
слабых и сверхслабых электромагнитных
воздействий на водосодержащие среды*

© 2016, Terekhov I.V.

*Biophysical aspects of efficiency estimation of weak
and very weak electromagnetic impacts on the
aqueous environment*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.397

Поступила (Received): 24.06.2016

**Терехов И.В., Воеводин А.А.
Резонансная эмиссионная радиотомография
водосодержащих биосред, как метод
исследования живых систем**

**Terekhov I.V., Voevodin A.A.
Resonant emission radiotomography of the water-containing
biological media, as a method of research of living systems**

В работе демонстрируется возможность томографической визуализации результатов исследования водосодержащих сред методом активной радиометрии. Показана информативность радиоизлучения частотой 1 ГГц в идентификации и визуализации внутренних структур грудной полости

Ключевые слова: радиометрия, водосодержащая среда, микроволны, 1 ГГц

Терехов Игорь Владимирович

Кандидат медицинских наук, доцент
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92

Воеводин Андрей Александрович

Врач-терапевт
Российская военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6 Ж

The paper demonstrates the possibility of tomographic imaging study results aqueous environments by the method of active radiometry. Shows the information content of the radio frequency 1GHz to identify and visualize the internal structures of the chest cavity

Key words: radiometry, aqueous environment, the microwaves of 1 GHz

Terekhov Igor Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92

Voevodin Andrey Alexandrovich

Physician
Russian military-medical academy named S.M. Kirov
Saint-Petersburg, Akademika Lebedeva st., 6 J

В конце XX века было обнаружено явление стимуляции в водосодержащих средах слабым электромагнитным излучением (ЭМИ) крайневых высокочастотного (КВЧ) диапазона (частота 65 ГГц) вторичного сверх низкоинтенсивного излучения частотой 1000 МГц. При этом, описанное явление наблюдается при мощности зондирующего излучения ≤ 10 мкВт/см² [1, 2]. За 50 лет до этого, биологическая активность была выявлена у КВЧ-излучений частотой 53,53 ГГц (длина волны 5,6 мм), 61,2 ГГц (4,9 мм), 42,20 ГГц (7,1 мм), что дало толчок к появлению медицинской технологии – КВЧ диагностики и терапии [3, 4].

Не смотря на то, что в настоящий момент продолжают дискуссии относительно природы стимулированного излучения, возникающего в водосодержащих средах под воздействием слабых внешних КВЧ-излучений резонансных

частот, обнаруженный эффект реализован в диагностической технологии – активной радиометрии [2]. На основе радиометра прямого усиления с флуктуационной чувствительностью $\sim 0,1$ °K, центральной частотой приема 1000 МГц в полосе ± 25 МГц разработан диагностирующий комплекс (регистрационное удостоверение № ФСР 2011/10939) [6]. Интенсивность стимулированного излучения водосодержащих сред регистрируется контактным способом с помощью совмещенного приемно-излучающего модуля (ПИМ) диагностического комплекса. Ряд примененных в комплексе технологических решений «ноу-хау» позволяет работать в естественных условиях техногенных помех. При этом разработанная технология основана на явлении прозрачности водосодержащих сред для внешних слабых полей резонансных частот, совпадающих с собственными частотами колебаний молекул воды и их ассоциатов [5, 6].

На основе прибора был создан ряд диагностических методик, применяемых при обследовании внутренних органов. Основой разработанных методик является принцип циркулярной регистрации радиосигнала от зондируемой области при сканировании ПИМ по кожной поверхности анатомической области [7-11]. Далее, результаты обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения. Таким образом, с помощью разработанного диагностирующего комплекса реализована возможность зондирования внутренней среды организма с последующей оценкой функционального состояния организма путем анализа интенсивности стимулированного излучения его водосодержащих сред [12, 13].

Исследования диагностической эффективности нового диагностического метода, получившего название активная радиометрия, так же показали эффективность метода в выявлении морфологических изменений, включая инфильтративные изменения внутренних органов различного происхождения (острые инфекционные, инфильтративные экссудативные, новообразования, хроническое воспаление при саркоидозе), характеризующихся значительным превышением интенсивности излучения водосодержащих сред, в сравнении со здоровыми лицами, деструктивные патологические процессы характеризуются снижением интенсивности излучения [14-27].

На рис. представлено томографическое изображение, полученное по результатам оценки интенсивности излучения водосодержащих сред здорового человека на диагностическом комплексе «Аквафон» и магнитно-резонансном (МР) томографе.

Рис. 1. Радиотомографическое изображение и МР-томограмма

Представленное совмещение диагностических изображений показывает потенциальную информативность активной радиометрии в исследовании внутренней среды организма. Использование алгоритмов эмиссионной томографии и специализированного программного обеспечения, разработанного на основе принципов системного подхода в среде MATLAB, позволяет получать послойные реконструкции, отражающие протекающие в грудной полости процессы [28, 29]. Вместе с тем, вычислительные алгоритмы и аппаратная реализация метода, нуждается в дальнейшей доработке, доводке и проведении экспериментальных исследований.

Список используемых источников:

1. Бецкий О.В. От редактора выпуска // Биомедицинская радиоэлектроника. 1998. №1. С. 4.
2. Бецкий О.В. Пионерские работы по миллиметровой электромагнитной биологии, выполненные в ИРЭ РАН // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. №8. С. 11-20.
3. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 169 с.
4. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. М: Сайнс пресс, 2004. 272 с.
5. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ. 2005. Т.31, вып. 23. С. 29-33.
6. Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование / Петросян В.И., Громов М.С., Власкин С.В. и др. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2003. №1. С. 23-26.
7. Избранные технологии диагностики: Монография / В.М. Еськов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.Г. Зилова, Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296 с.
8. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.
9. Исследование состояния транкапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
10. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.В. Аржников и др. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
11. Терехов И.В. Транс-резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. дисс. канд. мед. наук. Тула, 2007. 24с.
12. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Возможности оценки функционального состояния организма с помощью собственного радиоизлучения нетепловой природы // Медицинский вестник МВД. 2008. № 5 (36). С. 38-43.
13. Терехов И.В., Логаткина А.В., Бондарь С.С. Функциональное состояние миокарда и его связь с состоянием водосодержащих сред органов грудной клетки при инфильтративных процессах в легких // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 51. С. 3.
14. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Мониторинг воспалительного процесса при внебольничной пневмонии с помощью СВЧ-излучения органов грудной полости // Медицинский вестник МВД. 2010. № 5 (48). С. 16-17.
15. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, М.С. Громов и др. // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2013. №3 (11). С. 18-26.
16. Идентификация и дифференциация костных новообразований методом активной радиометрии / М.Н. Незнамов, В.А. Зайцев, Н.А. Ругина и др. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №2. Публикация 2-16. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-2/5172.pdf> (дата обращения: 04.06.2015). doi: 10.12737/11568.
17. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии / В.В. Аржников, В.Б. Лифшиц, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.

18. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации патологии в маммологии и пульмонологии / А.В. Благодаров, С.В. Власкин, М.С. Громов, С.А. Дубовицкий // Вестник новых медицинских технологий. 2006. № 3. С. 140-143.
19. Коньков А.В., Попович С.Е. Диагностическое значение прокальцитонина, С-реактивного белка и транс-резонансной функциональной топографии в течение внебольничной пневмонии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. № 3. Т 4. С. 135-138.
20. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
21. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения / А.И. Лобаков, М.С. Громов, С.А. Дубовицкий и др. // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
22. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С.187-190.
23. Терехов И.В., Громов М.С. Характеристика системного воспалительного ответа у больных внебольничной пневмонией в динамике при помощи активной СВЧ-радиометрии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т.91. №5. С. 611-614.
24. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминисцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. №3. С. 46-50.
25. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, М.С. Громов и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
26. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т.16. № 4. С. 176-177.
27. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости / М.С. Громов, В.В. Масляков, А.В. Брызгунов и др. // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
28. Методологические подходы к разработке диагностических методик для нового медицинского диагностического метода – СВЧ/КВЧ радиометрии (ТРФ-топографии) с использованием возможностей обработки информации пакета Matlab / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Труды Всероссийской научной конференции «Проектирование научных и инженерных приложений в среде Matlab». СПб.: Изд-во СПб. Ун-та, 2007. С.1578-1592.
29. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации) / В.И. Стародубов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 372 с.

© 2016, Терехов И.В., Воеводин А.А.

Резонансная эмиссионная радиотомография водосодержащих биосред, как метод исследования живых систем

© 2016, Terekhov I.V., Voevodin A.A.

Resonant emission radiotomography of the water-containing biological media, as a method of research of living systems

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.401

Поступила (Received): 24.06.2016

Терехов И.В., Воеводин А.А.

Содержание в мононуклеарных клетках цельной крови протеинкиназы p38, иммуноглобулина G4 и кателицидина под влиянием микроволн частотой 1 ГГц

Terekhov I.V., Voevodin A.A.

Dynamics of the content in the mononuclear cells of whole blood protein kinases p38, immunoglobulin G4 and cathelicidin under the influence of microwaves at 1 GHz

В работе исследовано влияние радиоизлучения частотой 1ГГц на продукцию клетками цельной крови антимикробного пептида кателицидина, иммуноглобулина G4, а так же уровня в мононуклеарных клетках практически здоровых лиц протеинкиназы митоген-активируемого сигнального пути – p38. Показано, что повышение мощности облучения сопровождается ростом концентрации исследованных факторов, в особенности иммуноглобулина. Выявленные особенности свидетельствуют о способности микроволн частотой 1 ГГц способствовать повышению неспецифической резистентности организма к инфекции

Ключевые слова: микроволны, 1 ГГц, кателицидин, иммуноглобулины, протеинкиназа p38

Терехов Игорь Владимирович

Кандидат медицинских наук, доцент
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92

Воеводин Андрей Александрович

Врач-терапевт
Российская военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6 Ж

The work investigated the influence of radio frequency 1GHz on production by whole blood cells of antimicrobial peptide cathelicidin, immunoglobulin G4, as well as the level in mononuclear cells of healthy individuals protein kinase of mitogen-activated signaling pathway – P38. It is shown that the increase of capacity of irradiation is accompanied by an increase in the concentration of the studied factors, especially immunoglobulin. The detected features indicate the ability of the microwaves in the 1 GHz to contribute to increased nonspecific resistance to infection

Key words: microwave, 1 GHz, cathelicidin, immunoglobulin, protein kinase p38

Terekhov Igor Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92

Voevodin Andrey Alexandrovich

Physician
Russian military-medical academy named S.M. Kirov
Saint-Petersburg, Akademika Lebedeva st., 6 J

Формирование биологических эффектов ЭМИ на внутриклеточном уровне происходит путем изменения активности систем обеспечивающих переработку информации поступающей от рецепторного аппарата клетки [1].

В связи с тем, что клеточный ответ определяется характером раздражителя и активацией конкретного сигнального пути, очевидно, что модификация функциональной активности сигнальных путей передачи рецепторной информации, либо изменение активности их ключевых звеньев, характер биологического ответа будет существенно различаться [2]. Как известно, в формировании клеточной реактивности на внешние факторы физической и химической природы важную роль играют митоген-активируемые / стресс-активируемые сигнальные пути, терминальным эффектором которых является, в частности, протеинкиназа р38, принимающая участие в активации продукции клеткой защитных факторов, обеспечивающих повышение устойчивости организма к инфекции [3].

Показано, что различные факторы внешней среды, включая электромагнитные излучения (ЭМИ), способны модифицировать работу внутриклеточных систем, приводя к повышению либо снижению функциональной активности клеток, являясь, таким образом, важными эндоэкологическими регуляторами [4-6]. Особую роль в регуляции молекулярных процессов играет ЭМИ частотой 1 ГГц, соответствующее резонансной частоте колебаний молекул воды – важнейшего компонента внутриклеточной среды [5, 6]. Влияние внешнего резонансного излучения на клетки проявляется модуляцией продукции ими сигнальных молекул – цитокинов, а так же модификации отдельных звеньев разнообразных внутриклеточных сигнальных путей, включая JAK/STAT и АКТ/mTOR, и ядерного фактора транскрипции NF-κB [14-24].

С целью изучения молекулярных механизмов реализации биологического эффекта ЭМИ частотой 1 ГГц, нами исследована динамика молекулярных маркеров, характеризующих функционирование клеток цельной крови.

Материалы и методы. В ходе исследования обследовано 30 практически здоровых добровольцев в возрасте $22,1 \pm 5,7$ лет, у которых в ходе планового диспансерного наблюдения из локтевой вены забирали для исследования 2,0 мл крови. Образцы крови разделяли на контрольную и основную группы, помещали в стерильные флаконы со средой DMEM в соотношении 1:4. Основную группу облучали в течение 45 минут ЭМИ частотой 1 ГГц ППЭ 0,05 мкВт/см² [7-12]. После облучения образцы инкубировали при 37°C в течение 1, 3, 6, 24 часов, а так же непосредственно после окончания облучения с последующим выделением по стандартной методике на градиенте фиколл-верографина мононуклеарных лейкоцитов (МНК). В ядерно-цитоплазматических лизатах МНК методом иммуноферментного анализа с использованием реактивов производства Cusabio Biotech определяли концентрацию фосфорилированной по тирозину в позиции 180/182 протеинкиназы р38. В клеточном супернатанте оценивали концентрацию эндогенного антимикробного пептида – кателицидина (LL-37) и иммуноглобулина G4. Результаты исследования обработаны в программе STATISTICA 7.0 и представлены в виде: среднее значение (-95%; +95% доверительный интервал средних значений).

Результаты исследования. Содержание протеинкиназы р38 в МНК представлено на рис. 1.

Примечание: К – контрольная группа, О – основная

Рис. 1. Содержание протеинкиназы p38 в МНК

Анализ динамики уровня фосфорилирования протеинкиназы p38 свидетельствует о выраженном влиянии резонансного ЭМИ на активность митоген-активируемого протеинкиназного пути, что особенно ярко проявляется спустя 24 часа после воздействия. При этом непосредственно после облучения отмечалось увеличение содержания в МНК фосфорилированной формы p38 на 4,1% ($p=0,6$), с последующим ростом на 6,8% ($p=0,44$), 9,3% ($p=0,21$), 12,0% ($p=0,14$) и 13,2% ($p=0,047$) спустя 1, 3, 6 и 24 часов после однократного воздействия.

Примечание: К – контрольная группа, О – основная

Рис. 2. Содержание в клеточном супернатанте IgG4

Однако в случае минимального уровня р38 (при концентрации соответствующей 1 квартилю выборки), облучение сопровождалось повышением соответствующего показателя на 20,0%, 25,8%, 30,3%, 32,4% и 29,7%, в тех же случаях, когда содержание фосфорилированной формы р38 находилось в диапазоне 4-го квартиля (значения, близкие к максимальным), то уровень фосфорилирования р38 под влиянием облучения повышался всего на 3,9%, 5,1%, 9,2% и 10,4% соответственно. В контроле за все время наблюдения (24 часа) уровень фосфоформы р38 возрос всего на 4,1% ($p=0,6$).

Динамика продукции клетками культуры цельной крови иммуноглобулинов подкласса G4 представлена на рис. 2. Влияние однократного воздействия на культуру клеток микроволнами частотой 1 ГГц непосредственно после облучения, сопровождалось повышением в супернатанте уровня IgG4 на 8,1% ($p=0,37$), что в два раза выше соответствующей динамики киназы р38. В последующем наблюдалось дальнейшее повышение уровня IgG4 на 13,2% ($p=0,11$), 18,4% ($p=0,041$), 23,1% ($p=0,022$) и 28,2% ($p=0,015$) соответственно.

Вместе с тем, в тех культурах, где исходный уровень IgG4 находился в границах 1 квартиля, соответствующая динамика составила 30,8%, 35,7%, 33,3%, 53,3% и 80% соответственно. В тех же случаях, когда исходный уровень IgG4 находился в диапазоне 4 квартиля, стимулированный микроволнами прирост его содержания составил 3,0%, 4,5%, 10,6%, 13,4 и 16,7% соответственно.

Динамика содержания в супернатанте LL-37 представлена на рис. 3.

Примечание: K – контрольная группа, O – основная

Рис. 3. Содержание в клеточном супернатанте LL-37

Анализ результатов исследования показал, что сразу по окончании облучения, уровень белка LL-37 в супернатанте повышался на 1,7% ($p=0,7$). В последующем наблюдался рост его содержания на 2,3% ($p=0,55$), 3,4% ($p=0,31$), 4,0% ($p=0,21$) и 4,5% ($p=0,11$) соответственно. В отличие от предыдущих факторов, концентрация LL-37 под влиянием микроволн частотой 1 ГГц изменялась

достаточно равномерно, что проявлялось близкими значениями эффектов облучения в отношении пониженных и повышенных значениях его содержания в межклеточной LL-37 отличался всего на 0,5 – 2 процентных пункта.

Таким образом, низкоинтенсивное резонансное излучение частотой 1 ГГц у практически здоровых лиц способствует повышению уровня фосфорилирования терминальной протеинкиназы митоген-активируемого сигнального пути р38, сопровождающейся увеличением продукции клетками цельной крови иммуноглобулинов подкласса G4, а так же кателицидина.

Указанные эффекты более ярко проявляются в случае исходно сниженных уровней исследованных факторов. Модулирующие эффекты облучения проявляются выравниванием содержания исследованных факторов, приведением их содержания к среднему популяционному уровню. Очевидно, что такое подобные изменения, наблюдающиеся у здоровых лиц, способствуют повышению резистентности организма к инфекции и предупреждению заболеваемости, что позволяет рассматривать низкоинтенсивные микроволны частотой 1 ГГц с точки зрения нового профилактического фактора. При этом данный фактор оказывает значимое воздействие не только на клетки цельной крови, но и на другие типы клеток, включая фибробласты, что позволяет рассматривать исследованные резонансные микроволны в качестве одного из регуляторов, имеющих общебиологическое значение [4-6, 22, 25].

Список используемых источников:

1. Пальцев М.А., Иванов А.А., Северин С.Е. Межклеточные взаимодействия. М.: Медицина, 2003. 288 с.
2. Ушаков И.Б. Штемберг А.С., Шафиркин А.В. Реактивность и резистентность организма млекопитающих. М.: Наука, 2007. 493 с.
3. Потехина Е.С., Надеждина Е.С. Митоген-активируемые протеиназные каскады и участие в них Ste20-подобных протеиназ // Успехи биол. химии. 2002. Т. 42. С. 235-256.
4. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры / М.В. Грязев, Л.В. Куротченко, С.П. Куротченко и др.: Монография.: Москва – Тверь – Тула: Триада, 2007. 112 с.
5. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) / Г.Е. Бриль, В.И. Петросян, Н.И. Сеницын и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. №2. С. 29-31.
6. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. №5-6. С. 62-129.
7. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации) / В.И. Стародубов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. Тула: ИНФРА, 2008. 372 с.
8. Власкин С.В., Терехов И.В., Петросян В.И. и др. Способ терапевтического воздействия на биологические объекты электромагнитными волнами и устройство для его осуществления: пат. 2445134 Рос. Федерация: МПК: А61N500, А61N502. № 2010138921/14; заявл. 21.09.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. 20 с.
9. Влияние сверхвысокочастотного излучения нетепловой интенсивности на выраженность адреналинового отека легких и выживаемость крыс в эксперименте / И.В. Терехов, М.С. Громов, М.А. Дзюба и др. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 1. С. 117-122.
10. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения / И.В. Терехов, М.А. Дзюба, С.С. Бондарь и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
11. Особенности альвеолярно-капиллярных нарушений при нетяжелом отеке легких у крыс и их коррекция с помощью лечебного аппарата микроволновой терапии «Акватон» / И.В. Терехов, М.А. Дзюба, С.С. Бондарь, Л.Г. Наджарьян // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. № 3. С. 20-24.

12. Морфо-функциональные проявления острого респираторного дистресс-синдрома и его коррекция СВЧ-излучением в эксперименте / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 1. Публикация 2-58. Doi 10.12737/5026
URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4817.pdf>
13. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // Вестник новых медицинских технологий. 2014. № 1. Публикация 2-57. Doi 10.12737/5025
URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4815.pdf>
14. Особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на продукцию цитокинов клетками цельной крови при внебольничной пневмонии / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.О. Ицкович и др. // Цитокины и воспаление. 2012. Т.11. №4. С. 67-72.
15. Особенности биологического эффекта низкоинтенсивного СВЧ-облучения в условиях антигенной стимуляции мононуклеаров цельной крови / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Физиотерапевт. 2013. №1. С. 26-32.
16. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // Фундаментальные исследования. 2014. №10 (4). С. 737-741.
17. Исследование возможности использования нетеплового СВЧ-излучения в реабилитационном периоде у больных внебольничной пневмонией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров // Физиотерапевт. 2011. №4. С. 12-17.
18. Влияние низкоинтенсивного СВЧ-облучения на внутриклеточные процессы в мононуклеарах при пневмонии / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Медицинская иммунология. 2012. Т.14. №6. С. 541-544.
19. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Б.Л. Дягилев и др. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
20. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертонии / А.В. Логаткина, С.С. Бондарь, И.В. Терехов, А.А. Собченко // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.
21. Бондарь С.С., Логаткина А.В., Терехов И.В. Зависимость содержания отдельных молекул в агранулоцитах цельной крови при ишемической болезни сердца от уровня фосфорилирования протеинкиназы р38 на фоне низкоинтенсивного СВЧ-облучения // Вестник новых медицинских технологий. 2016. №1. Публикация 2-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/2-6.pdf>
Doi: 10.12737/18561
22. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1083-1087.
23. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние IL1/TOLL-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1 ГГц // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1088-1093.
24. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Бондарь С.С. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016;93(3): 23-28. Doi. 10.17116/kurort2016323-28
25. Sunkari VG, Aranovitch B, Portwood N, Nikoshkov A. Effect of low-intensity electromagnetic field on fibroblast migration and proliferation. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2011; 30 (2): 80-85.

© 2016, Терехов И.В., Воеводин А.А.

Содержание в мононуклеарных клетках цельной крови протеинкиназы р38, иммуноглобулина G4 и кателицидина под влиянием микроволн частотой 1 ГГц

© 2016, Terekhov I.V., Voevodin A.A.

Dynamics of the content in the mononuclear cells of whole blood protein kinases p38, immunoglobulin G4 and cathelicidin under the influence of microwaves at 1 GHz

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.407

Поступила (Received): 27.06.2016

Хоронеко С.Е., Авдеева Н.А., Лукьянова Т.В. Морфофункциональная адаптация организма при длительном ограничении подвижности и возможности ее коррекции

**Horoneko S.E., Avdeeva N.A., Lukyanova T.V.
Morfofunkcionalnaja adaptation of the body with prolonged
restriction of mobility and possibility of its correction**

В статье рассмотрен анализ особенностей воздействия на организм ограничения подвижности различной продолжительности. Показана возможность повышения адаптационных способностей организма при использовании коррекции при смене двигательных режимов антиоксиданта а-токоферола, комплексного аминокислотного препарата вамина и аэроионотерапии, действие которых реализуется через снижение активности процессов перекисного окисления липидов, ограничение метаболических сдвигов

Ключевые слова: гиподинамия, аэроионотерапия, а-токоферол, Вамин

Хоронеко Светлана Евгеньевна

Кандидат биологических наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Авдеева Надежда Александровна

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Лукьянова Татьяна Васильевна

Кандидат исторических наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

In the article the analysis of effects on the body limiting the mobility of varying duration. The possibility of increasing the adaptive capacity of the body when using a correction by changing the motor mode and the antioxidant tocopherol, comprehensive amino acid preparation and VAMIN aeroionotherapy, the effect of which is realized by lowering the activity of lipid peroxidation, limiting metabolic shifts

Key words: physical inactivity, aeroionotherapy, a-tocopherol, Vamin

Horoneko Svetlana Evgenievna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Avdeeva Nadezhda Aleksandrovna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Lukyanova Tatyana Vasilievna

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Раскрытие закономерностей морфофункциональной адаптации сердечно-сосудистой системы и всего организма к чередующему воздействию физиологически значимых стрессоров является актуальной для поиска наиболее эффективных методов, обеспечивающих перекрестную резистентность организма.

Долговременная адаптация организма к ограничению двигательного режима исследовалась на кроликах-самцах породы «шиншилла». Ограничение подвижности воспроизводилось по методу, предложенному В. В. Тявокиным (1966). Животные помещались на 30 суток в специальные клетки, состоящие из дна и проволочного каркаса, ограничивающие подвижность. Исследования проводились на фоне коррекции препаратами: вамином, α -токоферолом, аэроионотерапией [1,с.9].

На фоне введения вамина кролики хорошо перенесли пребывание в условиях 30-суточной гиподинамии: сохранялась пушистая, блестящая шерсть, отсутствовала летальность, масса тела возросла на 14%. В условиях проведения аэроионотерапии потеря массы у животных также отсутствовала. На фоне введения α -токоферола наблюдалось некоторое снижение веса кроликов, но менее выраженное, чем в контрольной группе.

Применение патогенетически обоснованных методов коррекции позволило в значительной степени ограничить изменение морфологической структуры органов при адаптации к длительному ограничению подвижности. На фоне аэроионотерапии в аорте значительно уменьшались явления десквамации клеток эндотелия, уменьшались явления отека и разрыхления поверхностных слоев интимы. Введение α -токоферола оказало менее выраженное защитное влияние на морфологическую картину стенки аорты. Наиболее сохранной была структура аорты к 30 суткам эксперимента в группе животных, получавших комплекс аминокислот – валин. При этом отмечалось только незначительное очаговое разрыхление интимы.

На фоне введения вамина в основном сохранной была и структура волокон миокарда, умеренная лимфогистиоцитарная инфильтрация носила очаговый характер, отсутствовали явления эритродиапедеза. При дополнительном проведении аэроионотерапии не снижалась степень венозного полнокровия миокарда, но ограничивался отек мышечных волокон, и дистрофические изменения. При введении α -токоферола лимфогистиоцитарная инфильтрация также в значительной степени снижалась, сохранялась поперечная исчерченность волокон. Более сохранной была и структура печени в группах коррекции: сохранялась балочная система строения, уменьшались явления отека, ограничивалась степень дистрофических изменений гепатоцитов и расширение просвета центральных вен и пространства Диссе, снижалась в значительной степени и носила очаговый перипортальный характер инфильтрация. Наиболее выраженный защитный эффект оказали валин и α -токоферол. Проведение аэроионотерапии, введение α -токоферола и вамина позволило ограничить отек мышечных волокон в мышце бедра кроликов.

Сохранность структуры тканей предупреждала и развитие обменных нарушений при воздействии гиподинамии. Введение вамина ограничивало подъем содержания β -липопротеидов, триглицеридов. Ограничивался рост

уровня Хс на 38%. Позитивным и наиболее важным явилось предотвращение снижения ХсЛПВП и значительное ограничение роста индекса атерогенности на 72%.

Применение на фоне ограничения подвижности а-токоферола позволило предотвратить снижение содержания ХсЛПВП, но не влияло на рост β -липо-протеидов и триглицеридов. Рост содержания общего холестерина ограничивался на 28%, индекса атерогенности – почти в три раза.

Наиболее значимое влияние на динамику изученных показателей липидного обмена в плазме крови оказала аэроионотерапия: полностью отсутствовал рост содержания Хс, β -липопротеидов, триглицеридов, Хс ЛПОНП, Хс ЛПНП и ИА. Кроме того, предотвращалось снижение содержания Хс ЛПВП [3,с.173].

В отличие от контрольной группы, введение вамина и воздействие отрицательных аэроионов полностью предотвратили, а введение а-токоферола в значительной степени ограничило снижение содержания общего белка и особенно альбуминов. Причем, в группе животных, получавших вامين, наблюдался достоверный рост содержания мелкодисперстной фракции белков сыворотки крови. Применение изученных корригирующих методов предупредило развитие гипергликемии.

Достаточно важным, на наш взгляд, в условиях развития эндотоксикоза и повреждения печени является оценка возможности усугубления цитолитического синдрома. На фоне введения вамина и проведения аэроионотерапии активность АЛТ была менее выраженной, чем в контроле, а рост АСТ наблюдался только к 30-м суткам.

Таблица 1. Динамика содержания малонового диальдегида и активности каталазы в крови кроликов при адаптации к длительному ограничению подвижности ($M \pm m$)

Сроки наблюдения		МДА плазмы, ммоль/л	МДА эритроц., ммоль/л	Каталаза плазмы, мкКат/с·л	Каталаза эритроц., мкКат/с·л
Исходные данные		2,53±0,15	11,32±0,7	0,57±0,0	3,46±0,3
Контроль	14 суток	4,45±0,8 p<0,001	16,18±0,45 p<0,001	0,33±0,06 p<0,05	2,42±0,13 p<0,05
	30 суток	5,16±0,25 p<0,001	17,95±0,63 p<0,001	0,22±0,04 p<0,01	2,0±0,15 p<0,005
	14 суток	3,67±0,22 p<0,01	13,44±0,44 p<0,05	0,41±0,03 p>0,05	2,9±0,1 p>0,05
	30 суток	4,3±0,17	14,76±0,75* p<0,01	0,35±0,05* p<0,05	2,85±0,14* p>0,05
α-токо- ферол	14 суток	3,07±0,26 p>0,05	12,94±0,4 p<0,05	0,42±0,04 p>0,05	4,12±0,52 p>0,05
	30 суток	3,5±0,16* p<0,01	13,6±0,55* p<0,05	0,44±0,06* p>0,05	3,75±0,44* p>0,05
	14 суток	3,18±0,1 p>0,05	12,61±0,67 p>0,05	0,47±0,1 p>0,05	3,47±0,07 p<0,05
	30 суток	3,32±0,15* p>0,05	11,32±0,42* p>0,05	0,45±0,02* p>0,05	3,3±0,1* p>0,05
вамин	14 суток	3,07±0,26 p>0,05	12,94±0,4 p<0,05	0,42±0,04 p>0,05	4,12±0,52 p>0,05
	30 суток	3,5±0,16* p<0,01	13,6±0,55* p<0,05	0,44±0,06* p>0,05	3,75±0,44* p>0,05
	14 суток	3,18±0,1 p>0,05	12,61±0,67 p>0,05	0,47±0,1 p>0,05	3,47±0,07 p<0,05
	30 суток	3,32±0,15* p>0,05	11,32±0,42* p>0,05	0,45±0,02* p>0,05	3,3±0,1* p>0,05
АИТ	14 суток	3,07±0,26 p>0,05	12,94±0,4 p<0,05	0,42±0,04 p>0,05	4,12±0,52 p>0,05
	30 суток	3,5±0,16* p<0,01	13,6±0,55* p<0,05	0,44±0,06* p>0,05	3,75±0,44* p>0,05
	14 суток	3,18±0,1 p>0,05	12,61±0,67 p>0,05	0,47±0,1 p>0,05	3,47±0,07 p<0,05
	30 суток	3,32±0,15* p>0,05	11,32±0,42* p>0,05	0,45±0,02* p>0,05	3,3±0,1* p>0,05

Примечание: достоверность различия p- рассчитана к исходным данным, * – достоверность различия с показателями соответствующего срока контрольной группы p<0,05

Активация перекисного окисления липидов является одним из значимых звеньев патогенеза при адаптации к длительному ограничению подвижности. На фоне введения вamina и а-токоферола рост содержания МДА ограничивалось в плазме крови и эритроцитах. При проведении аэроионотерапии рост показателя в плазме крови и эритроцитах кроликов при адаптации к гиподинамии отсутствовал (табл.1). Активность каталазы при дополнительном введении а-токоферола сохранялась в крови на уровне исходных данных до 14 суток, но в дальнейшем снижалась в плазме, хотя и в меньшей степени, чем в контрольной группе. Вaмин и отрицательные аэроионы кислорода полностью предотвратили снижение активности каталазы в эритроцитах и плазме крови кроликов [2,с.48].

Воздействие на решающие звенья патогенеза при длительном ограничении подвижности оказали позитивное влияние на динамику биоэлектрической активности миокарда. К 30-м суткам эксперимента в группе животных, получавших а-токоферол, изменения ЭКГ не отличались от контрольной группы животных. На фоне воздействия отрицательными аэроионами кислорода предупреждалось развитие выраженных нарушений. В опытной группе животных, получавших вaмин, изменения на ЭКГ либо отсутствовали, либо были минимально выраженными.

С целью исследования влияния изученных методов коррекции на формирование перекрестной резистентности организма оценивали степень срочной адаптации к физической нагрузке и степень изменения при этом биоэлектрической активности миокарда.

А-токоферол не обеспечил формирование перекрестной резистентности: степень электрокардиографических изменений и степень срочной адаптации в этой группе не отличались от группы контрольных животных. Применение аэроионотерапии повысило адаптационные возможности подопытных животных: во всех случаях кроликами выполнялась предложенная физическая нагрузка.

*-достоверность различия с данными контроля $p < 0,05$

Рис. 2. Динамика электрокардиографических изменений (■) и степень срочной адаптации (▨) кроликов (в баллах) при однократном воздействии физической нагрузки после длительного ограничения подвижности

Степень адаптации была достоверно выше показателя контрольной группы, но при этом изменения на ЭКГ были столь же выражены, как в группе без применения каких-либо корригирующих методов (только у 20% животных изменения ЭКГ были оценены в 1 балл, у остальных наблюдались более значительные нарушения процессов реполяризации) [4,с.57].

Наиболее оптимальным в этом плане оказалось действие вамина. Срочная адаптация к физической нагрузке, выступающая в качестве дополнительного стрессорного фактора, не оказала выраженного повреждающего влияния на миокард при использовании в качестве метода коррекции комплекса аминокислот и электролитов. В этой группе бег в течение 1-й минуты был выполнен всеми животными и изменения биоэлектрической активности миокарда при этом по данным ЭКГ были минимальными или отсутствовали. То есть, в большинстве случаев имела место физиологическая адаптация без повреждения (у 62% животных).

Список используемых источников:

1. Хоронеко С.Е. Морфологические и биохимические механизмы адаптации при смене двигательного режима (экспериментальное исследование). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биол. наук. Саранск, 2003. 22 с.
2. Хоронеко С.Е., Есина М.В., Зорькина А.В. Коррекция отрицательными аэроионами кислорода негативных сдвигов обмена веществ развивающихся в условиях гиподинамии // Состояние биосферы и здоровье людей. Пенза, 2002. С. 47-49.
3. Хоронеко С.Е., Зорькина А.В., Киселева О.М. Коррекция метаболического синдрома, развивающегося при длительном ограничении подвижности // Актуальные вопросы диагностики, лечения и реабилитации больных. Пенза, 2007. С. 371-373.
4. Хоронеко С.Е., Зорькина А.В., Авдеева Н.А., Кудашкин С.С. Степень адаптации и динамика электрокардиографических изменений при воздействии длительного ограничения подвижности // Современные направления теоретической и практической медицины. Воронеж: Гос. мед. академия им. Н.Н. Бурденко, 2005. С. 56-58.

© 2016, Хоронеко С.Е., Авдеева Н.А., Лукьянова Т.В.
Морфофункциональная адаптация организма при
длительном ограничении подвижности и
возможности ее коррекции

© 2016, Horoneko S.E., Avdeeva N.A., Lukyanova T.V.
Morfofunkcionalnaja adaptation of the body with
prolonged restriction of mobility and possibility of its
correction

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.412

Поступила (Received): 27.06.2016

Хоронеко С.Е., Кудашкин С.С., Новикова Н.Б. **Морфологические аспекты адаптации организма в** **условиях экспериментальной гиперхолестеринемии**

Horoneko S.E., Kudashkin S.S., Novikov N.B.
Morphological aspects of the adaptation of the organism
in experimental hypercholesterolemia

В статье рассмотрены изменения адаптации организма в условиях экспериментальной гиперхолестеринемии, что приводит к нарушению структуры миокарда, печени, аорты и мышц. Нарушения обмена веществ, при пищевой нагрузке холестерином, корректируются антиоксидантами витамином, а-токоферолом, отрицательными аэроионами кислорода

Ключевые слова: гиперхолестеринемия, аэроионотерапия, а-токоферол, Витамин

This article examines changes in organism's adaptation to the conditions of experimental hypercholesterolemia that leads to disruption of the structure of the heart, aorta, liver and muscles. Metabolic disorders, when food load korregiruûtsâ cholesterol, antioxidants, vitamin a-tocopherol, negative air ions of oxygen

Key words: hypercholesterolemia, aeroionotherapy, a-tocopherol, Vitamin

Хоронеко Светлана Евгеньевна

Кандидат биологических наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Horoneko Svetlana Evgenievna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Кудашкин Сергей Сергеевич

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Kudashkin Sergey Sergeyevich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Новикова Надежда Борисовна

Кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Novikova Nadezhda Borisovna

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
National research Mordovia state university named
N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Моделирование гиперхолестеринемии в эксперименте позволяет воспроизвести некоторые особенности адаптационного процесса организма, наблюдающегося как в ветеринарии, так и в клинической медицине. В условиях нарушенного обмена веществ в первую очередь повреждения развиваются в органах, выполняющих максимальную нагрузку. В условиях метаболического дисгостеоза адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы

снижаются, это требует дополнительной разработки оптимизирующих методов коррекции.

Целью работы явилось исследование морфологической структуры миокарда, аорты, печени и поперечно-полосатой мышцы в условиях моделирования гиперхолестеринемии.

Эксперименты проведены на половозрелых кроликах породы «шиншилла», массой 2-3 кг. В качестве модели, воспроизводящей нарушение обмена, использовалась модель экспериментальной гиперлипидемии у кроликов. Раствор холестерина вводился животным *per os* в подсолнечном масле в дозе 40 мг/кг и витамин Д в дозе 12,5 тыс. МЕ/кг (Jowsufzai S.Y.K. et al., 1976) в течение 20 суток. Животным 1-й опытной серии с 11-го по 20-й день на фоне холестериновой диеты ежедневно вводили *per os* холестенорм в дозе 10 мг/кг, во 2-й серии альфа-токоферола ацетат в дозе 5 мг/кг в/м; кролики 3-й опытной группы подвергались воздействию отрицательных аэроионов кислорода по 5 часов ежедневно; 4-ю опытную серию составили животные, которым с 11 по 20 день эксперимента дополнительно внутривенно вводился валин, представляющий аминокислотно – электролитный сбалансированный комплексный раствор, в дозе 5 мл/кг. Контрольная группа продолжала получать холестериновую диету без коррекции [1, с.6].

По сравнению с интактными животными в миокарде кроликов, получавших холестериновую нагрузку, нарастала картина выраженного венозного полнокровия и гемостаза. Наблюдались явления набухания, отека мышечных волокон, гомогенизации саркоплазмы с появлением гранулярности и потерей поперечной исчерченности. Отмечался полиморфизм ядер кардиомиоцитов с признаками разрыхления и уплотнения хроматина. В межмышечных пространствах наблюдалась выраженная инфильтрация лимфоцитами и тканевыми клетками. В артериях мышечного типа миокарда появлялись очаги разрыхления интимы с отслойкой и десквамацией клеток эндотелия.

Применение холестенорма не позволило снизить венозное понокровие ткани печени, аналогично контролю были выражены признаки гемостаза. Степень повреждения кардиомиоцитов и артерий мышечного типа была сходной с контрольной группой, хотя несколько уменьшалась площадь очагов разрыхления интимы. При дополнительном введении альфа-токоферола значительно снижалась инфильтрация и выраженность венозного полнокровия и гемостаза. Разрыхление интимы в мелких артериях носило очаговый характер.

В серии с использованием валина в ткани миокарда уменьшались явления венозного полнокровия и гемостаза, выраженность набухания мышечных волокон, явлениями гомогенизации их саркоплазмы, полиморфизм ядер. Артерии мышечного типа в основном были сохранными, разрыхление клеток эндотелия было незначительным [2, с.53].

На фоне дополнительного проведения аэроионотерапии также удалось уменьшить степень венозного полнокровия. Мышечные волокна были в основном сохранными. Значительно снижалась инфильтрация: в мышечных промежутках по периферии сосудов встречались единичные лимфоциты и тканевые клетки. Процесс разрыхления интимы затрагивал только поверхностные слои.

Холестериновая нагрузка в течение 20 суток привела к выраженному изменению морфологической структуры печени. Ткань печени была набухшей, гепатоциты были слабо очерчены, отмечался клеточный и ядерный полиморфизм. Наблюдались выраженные дистрофические повреждения клеток: выявлялось большое количество гепатоцитов с резко набухшей цитоплазмой с грубой зернистостью. Нарушалось балочное строение ткани. Просвет центральных вен и пространство Диссе расширялись. Наблюдалась выраженная лимфогистиоцитарная инфильтрация [3, с. 20].

В отличие от контрольной группы на фоне введения альфа-токоферола при нагрузке холестерином выявлялось много двухъядерных гепатоцитов с рыхлым хроматином сетчатого вида в ядрах клеток, меньше была выражена лимфогистиоцитарная инфильтрация.

В ткани печени в серии с введением холестенорма также сохранялись явления венозного застоя, но дольчатость строения была относительно сохранена. Дистрофические изменения гепатоцитов и степень гистиоцитарной инфильтрации были аналогичны контрольной группе.

Наиболее выраженной протекторное действие на морфологическую картину печени оказал витамин Е. При этом не наблюдалось венозного полнокровия, сохранялось дольчатое строение ткани. Предотвращались грубые дистрофические изменения гепатоцитов, встречались двухъядерные клетки. Расширение пространства Диссе и просвета большинства центральных вен было умеренным, но сохранялась гистиолимфоцитарная инфильтрация.

При использовании аэроионотерапии в условиях нагрузки холестерином также ограничивалась степень венозной гиперемии ткани, сохранялась дольковая структура. Междольковые перегородки прослеживались отчетливо в проекции печеночных триад. В основном предупреждались дистрофические изменения гепатоцитов. Клетки печени были с округлыми центрально расположенными ядрами и мелкими ядрышками, выявлялось много двухъядерных клеток. Отмечается слабый клеточный и ядерный полиморфизм. В проекции печеночных триад и междольковых пространствах встречались единичные мелкие инфильтраты из тканевых клеток и лимфоцитов.

Моделирование гиперхолестеринемии приводило к изменениям стенки аорты по сравнению с интактными животными: по всей окружности стенки наблюдались массивные явления липоидоза и липосклероза с разрыхлением интимы, подинтимального пространства и мышечной стенки, местами с нарушением целостности фиброзной оболочки с множеством гладкомышечных клеток, макрофагов, ксантимальных клеток, цитоплазма которых содержала большое количество липидов.

Морфологическая картина аорты на фоне дополнительного введения холестенорма не отличалась существенно от контроля. Применение антиоксиданта позволило ограничить площадь поражения аорты: в стенке сосуда сохранялись очаговые явления разрыхления интимы с участками липоидоза интимы и подинтимального пространства. Уменьшалась инфильтрация.

При воздействии отрицательных ионов кислорода с 11 дня опыта в стенке аорты сохранялись, но были менее выраженными явления липоидоза,

липосклероза. При использовании аэроионотерапии в профилактическом режиме с первого дня эксперимента удалось в большей степени предотвратить повреждающее воздействие холестерина нагрузки. Практически предотвращалась гладкомышечно – макрофагальная инфильтрация.

В стенке аорты при введении вамина дислипидемические поражения были наименее выраженными. Явления липодоза, липосклероза и атеросклероза наблюдались только в поверхностных слоях интимы. Встречались отдельные гладкомышечные клетки и макрофаги.

Гистологическая картина поперечно-полосатых мышц в контрольной группе характеризовалась резким набуханием саркоплазмы, ее гомогенизацией с нарушением поперечной исчерченности. Наблюдался значительный полиморфизм ядер с разрыхлением хроматина, наблюдалась клеточная инфильтрация.

В поперечно-полосатых мышцах при использовании альфа-токоферола были хорошо видны все детали мышечного волокна. В мышечных пространствах инфильтраты из лимфоцитов и макрофагов были более мелкими, чем в контроле [4, с. 177].

При дополнительном введении вамина структура миоцитов была аналогична интактной группе.

На фоне проведения аэроионотерапии с 11 дня холестериневой нагрузки на продольных и поперечных срезах поперечно-полосатой мышцы встречалось набухание саркоплазмы мышечных волокон с признаками ее гомогенизации, слабый полиморфизм ядер. Воздействие отрицательных ионов кислорода с первого дня эксперимента, как и валин, предупреждало изменение морфологической структуры при холестериневой нагрузке.

Список используемых источников:

1. Хоронеко С.Е. Морфологические и биохимические механизмы адаптации при смене двигательного режима (экспериментальное исследование). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биол. наук. Саранск, 2003. 22 с.
2. Тельцов Л.П., Хоронеко С.Е., Зорькина А.В. Экспериментальное исследование возможности коррекции нарушений липидного обмена при гиперхолестериновой диете // Комплексная медико-экологическая реабилитация экпатологических состояний. Пенза, 2001. С. 52-54.
3. Тельцов Л.П., Хоронеко С.Е., Зорькина А.В. Морфологические аспекты адаптации организма в условиях гиперхолестеринемии // Матар. Докл. XXX Огаревских чтений. Саранск, 2001. С. 18-20.
4. Хоронеко С.Е., Авдеева Н.А. Методы коррекции гиперхолестеринемии в условиях эксперимента. // Вестник современной науки. Волгоград: Сфера, 2015. №5. С. 176-178.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.416

Поступила (Received): 24.06.2016

Синицын Н.И.**Механизмы взаимодействия электромагнитных
неионизирующих излучений малой мощности
с биологическими объектами. Практическая реализация****Sinitin N.I.****Mechanisms of interaction of electromagnetic non-ionizing
radiation of low power with biological objects.
The practical implementation**

В обзоре обращается внимание на разработки в области биофизики низкоинтенсивных радиоизлучений в аспекте их использования для оценки состояния и коррекции патологических изменений организма человека. Показано, что микроволны соответствующие собственным частотам колебаний молекул воды могут быть использованы для идентификации состояния водосодержащих сред и коррекции их состояния

Ключевые слова: нанотехнологии, электромагнитная биология, микроволны, 1 ГГц, терагерцовое излучение

Синицын Николай Иванович

Доктор физико-математических наук, профессор
Саратовский филиал института радиотехники и
электроники им. В.А. Котельникова РАН
г. Саратов, ул. Зеленая, 38

The review focuses on the developments in the field of biophysics to low-intensity radio emission in terms of their use for assessment and correction of pathological changes of the human body. It is shown that microwave corresponding to the eigenfrequencies of the vibrations of water molecules can be used to identify the state of water-containing environments, and correction of their condition

Key words: nanotechnology, biology, electromagnetic, microwave, 1 GHz, terahertz radiation

Sinitin Nikolay Ivanovich

Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor
Saratov branch of institute of radioengineering and
electronics named V.A. Kotelnikov of RAS
Saratov, Zelenaya st., 38

Исследования особенностей взаимодействия электромагнитных волн с живыми системами и возможностей их практического использования относятся к области наиболее важных и перспективных направлений современного естествознания [1-6]. При этом большой интерес в проводимых исследованиях представляют электромагнитные волны миллиметрового и терагерцового диапазонов [1, 2]. В настоящее время механизмы формирования эффектов данных физических факторов все еще обсуждаются [6]. Миллиметровые (ММ) или крайне высокочастотные (КВЧ) и терагерцовые (ТГ) электромагнитные излучения низкой интенсивности (ЭМИ) благодаря особенностям их взаимодействия с биологическими объектами широко используются в лечебно-диагностических биомедицинских технологиях [11-41].

Среди нерешенных вопросов механизмов взаимодействия электромагнитных излучений с живыми системами является вопрос о роли структуризации водосодержащей среды под влиянием ЭМИ [9, 10]. Учёт явления структуризации водосодержащей среды в организме принципиально важен в биомедицинских технологиях, использующих ЭМИ.

Проведенные исследования выявили доминирующую роль структуризации водосодержащей среды при её взаимодействии с ЭМИ в современных радиоэлектронных биомедицинских технологиях дециметрового, миллиметрового и терагерцового диапазонов. Установлена частотная зависимость этого взаимодействия и зависимость его эффективности от структуры нанонеоднородной поверхности материала, структурирующего водосодержащую среду [3-5, 9, 10].

Разработанные на базе исследованных явлений технологии, используют развиваемые подходы электромагнитной биологии, в том числе и в сочетании с особенностями и возможностями структуризации водосодержащих сред в живых тканях от их контакта с живыми структурами, природными или искусственными материалами. Обнаруженные эффекты структуризации водосодержащей среды в живых системах открывают перспективы построения на новых принципах высокоэффективной диагностики и терапии различных патологий, включая тяжёлые заболевания [26, 29, 39].

Список используемых источников:

1. Девятков Н.Д., Голант О.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 186 с.
2. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. М: Сайнс пресс, 2004. 272 с.
3. Роль молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2001. № 5-6. С. 62-129.
4. Поддержание структуры водного матрикса – важнейший механизм гомеостатической регуляции в живых системах (концептуальная модель и ее базовое экспериментальное обоснование) / Г.Е. Бриль, В.И. Петросян, Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин // Биомедицинская радиоэлектроника. 2000. №2. С. 29-31.
5. Миллиметровые волны и наноструктуры – будущее медицины и биоэлектроники / Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин, О.В. Бецкий, В.В. Кислов // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. № 3. С. 21-35.
6. Гапеев А.Б. Исследование механизмов биологического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот: успехи, проблемы, перспективы // Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. № 6. С. 20-30.
7. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне. Письма в ЖТФ. 2005, 31: 23:29-33. Резонансы воды в радиодиапазоне / В.И. Петросян, А.В. Майбородин, Б.Л. Дягилев, А.П. Рытик // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2006. №12. С. 42-45.
8. Структуризация воды аминокислотами – наноструктурными субстратами синтеза белков. Ч. I. Экспериментальное исследование структуризации воды аминокислотами с неполярным гидрофобным боковым радикалом / Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин, Р.В. Сеницына, О.В. Бецкий // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. №12. С. 45-57.
9. Структуризация воды аминокислотами – наноструктурными субстратами синтеза белков. Ч. II. Экспериментальное исследование структуризации воды аминокислотами разных классов с гидрофильным боковым радикалом / Н.И. Сеницын, В.А. Ёлкин, Р.В. Сеницына, О.В. Бецкий // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. №3. С. 25-39.
10. Избранные технологии диагностики: Монография / В.М. Еськов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.Г. Зилова, Н.А. Фудина. Тула: ИНФРА, 2008. 296 с.

11. Терехов И.В. Транс – резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. ...дисс. канд. мед. наук. Тула, 2007. 24 с.
12. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.И. Петросян и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
13. Дифференциация инфильтративных изменений в легких с помощью топографического картирования СВЧ-излучения органов грудной полости / Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17. № 3. С. 208-211.
14. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
15. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии / В.В. Аржников, В.Б. Лифшиц, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
16. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.
17. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения / А.И. Лобаков, М.С. Громов, С.А. Дубовицкий и др. // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
18. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости / М.С. Громов, В.В. Масляков, А.В. Брызгунов и др. // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
19. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.
20. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
21. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта / М.С. Громов, И.В. Терехов, М.А. Дзюба, В.В. Аржников // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
22. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. № 7-8. С. 187-190.
23. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.В. Аржников и др. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
24. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Е.Б. Никитина и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
25. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, М.С. Громов и др. // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2013. № 3 (11). С. 18-26.
26. Исследование состояния транкапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
27. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения / И.В. Терехов, М.А. Дзюба, С.С. Бондарь и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
28. Молекулярные механизмы иммунореабилитации при использовании низкоинтенсивного СВЧ-излучения / И.В. Терехов, В.И. Петросян, Б.Л. Дягилев и др. // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т.1. № 5. С. 34-37.
29. Метаболические эффекты низкоинтенсивной дециметровой физиотерапии при артериальной гипертензии / А.В. Логаткина, С.С. Бондарь, И.В. Терехов, А.А. Собченко // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 2. С. 71-77.

30. Функциональное состояние клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и его коррекция СВЧ-излучением / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // *Фундаментальные исследования*. 2014. №10 (4). С. 737-741.
31. Особенности биологического эффекта низкоинтенсивного СВЧ-облучения в условиях антигенной стимуляции мононуклеаров цельной крови / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // *Физиотерапевт*. 2013. №1. С. 26-32.
32. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // *Вестник новых медицинских технологий*. 2014. № 1. Публикация 2-57. Doi 10.12737/5025 URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4815.pdf> doi 10.12737/5025
33. Терехов И.В., Бондарь С.С. особенности биологического действия низкоинтенсивного СВЧ-излучения на состояние противовирусной защиты клеток цельной крови при внебольничной пневмонии и у здоровых лиц // *Вестник новых медицинских технологий*. 2015. Т. 22. № 2. С. 55-60.
34. Бондарь С.С., Логаткина А.В., Терехов И.В. Зависимость содержания отдельных молекул в агранулоцитах цельной крови при ишемической болезни сердца от уровня фосфорилирования протеинкиназы р38 на фоне низкоинтенсивного СВЧ-облучения // *Вестник новых медицинских технологий*. 2016. №1. Публикация 2-6. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-1/2-6.pdf> Doi: 10.12737/18561
35. Бондарь С.С., Терехов И.В. Влияние низкоинтенсивного микроволнового излучения частотой 1 ГГц на функциональное состояние мононуклеарных лейкоцитов цельной крови у практически здоровых молодых лиц // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 4-6. С. 1083-1087.
36. Бондарь С.С., Терехов И.В. Состояние IL1/TOLL-сигнального пути в мононуклеарных лейкоцитах в постклиническую фазу острого инфекционно-воспалительного процесса нижних отделов респираторного тракта под влиянием низкоинтенсивного излучения частотой 1 ГГц // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 4-6. С. 1088-1093.
- Морфо-функциональные проявления острого респираторного дистресс-синдрома и его коррекция СВЧ-излучением в эксперименте / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // *Вестник новых медицинских технологий*. 2014. № 1. Публикация 2-58. Doi 10.12737/5026 URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4817.pdf>
37. Продукция цитокинов клетками цельной крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием низкоинтенсивного СВЧ-облучения / И.В. Терехов, А.А. Хадарцев, В.С. Никифоров, С.С. Бондарь // *Вестник новых медицинских технологий*. 2014. № 1. Публикация 2-57. Doi 10.12737/5025 URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4815.pdf> doi 10.12737/5025
38. Терехов И.В., Хадарцев А.А., Бондарь С.С. Состояние рецепторзависимых сигнальных путей в агранулоцитах периферической крови реконвалесцентов внебольничной пневмонии под влиянием микроволнового излучения // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016;93(3): 23-28. Doi. 10.17116/kurort2016323-28

© 2016, Синицын Н.И.

Механизмы взаимодействия электромагнитных неионизирующих излучений малой мощности с биологическими объектами. Практическая реализация

© 2016, Sinitsin N.I.

Mechanisms of interaction of electromagnetic non-ionizing radiation of low power with biological objects. The practical implementation

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.420

Поступила (Received): 24.06.2016

Галиаскарова Ф.М., Никитина Д.С. Оценка качества родников Бирского района Республики Башкортостан

Galiaskarova F.M., Nikitina D.S.
Quality assessment of springs in the Birsk region
of Bashkortostan Republic

В данной статье представлены результаты анализа показателей проб воды трех родников Бирского района РБ. В работе дана органолептическая оценка качества воды, приводятся результаты исследований общей минерализации, жесткости, содержания тяжелых металлов, радиологических показателей. Численные значения показателей качества воды соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02

Ключевые слова: подземные воды, родник, физико-химические показатели, радон

Галиаскарова Флиса Минигалиевна
Кандидат химических наук, доцент
Башкирский государственный университет
(Бирский филиал)
г. Бирск, ул. Интернациональная, 10

Никитина Диана Станиславовна
Башкирский государственный университет
(Бирский филиал)
г. Бирск, ул. Интернациональная, 10

This article presents the results of the analysis of indicators in water samples, three springs Birsk district of Bashkortostan. In the work of the organoleptic assessment of water quality, the results of studies of total mineralisation, hardness, heavy metals, radiological parameters. The numerical values of water quality indicators meet the requirements of SanPiN 2.1.4.1175-02

Key words: underground water, spring, physicochemical indicators, radon

Galiaskarova Flisa Minigaliyevna
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Bashkir state university (Birsk branch)
Birsk, Internatsyonalnaya st., 10

Nikitina Diana Stanislavovna
Bashkir state university (Birsk branch)
Birsk, Internatsyonalnaya st., 10

В настоящее время проблема качества родников Республики Башкортостан (РБ) является наиболее актуальной в связи с возросшим воздействием техногенных и биологических факторов на подземные воды РБ. Среди множества проблем, стоящих перед человечеством – проблема воды стала одной из наиболее сложно решаемых. К примеру: социально-экономическая, продовольственная, энергетическая проблемы не могут быть решены, если не будет найдено приемлемое решение водных проблем.

Цель работы – исследование эколого-химического состояния трех родников Бирского района Республики Башкортостан за 2016 год.

В Бирском районе РБ множество родников, из которых жители используют воду в питьевых целях [1]. Мониторинг таких объектов важен в плане санитарно – эпидемиологического контроля. Для определения качества родниковой воды проведён сравнительный физико-химический анализ трех родников Бирского района РБ, расположенных на расстоянии 23 км от города Бирска деревни Бахтыбаево, 24 км деревни Новокульчубаево и 19 км села Гребени.

Мониторинг воды родников проводился с февраля по май 2016 года на базе аналитической лаборатории «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу» филиал «ЦЛАТИ по Республике Башкортостан» ФГУ «ЦЛАТИ по ПФО» (Аттестат аккредитации выдан 28.10.2011 Федеральному государственному учреждению).

Отбор проб воды проводился в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [2, с.1]. Используемые методики измерения допущены для целей государственного экологического контроля.

Органолептические характеристики пробы вод родников определенные по методикам «ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности» показали, что вода родников прозрачная, чистая, мутность не заметна, запах и вкус не ощущаются. Интенсивность запаха, вкуса и цвета равна нулю.

Результаты исследований химических показателей представлены в табл.1.

Таблица 1. Физико-химические показатели вод родников д. Бахтыбаево, д. Новокульчубаево и «Святая вода». с. Гребени

№	Показатели	Результаты исследований пробоотборов			Нормативы ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01
		д. Бахтыбаево Февраль 2016 г.	д. Новокульчубаево Февраль 2016 г.	«Святая вода» Февраль 2016 г.	
1	рН	8,71	8,15	7,8	6-9
2	Общая жёсткость	4,25	4,3	4,9	7,00 °Ж
3	Минерализация	330	300	258	1000 мг/дм ³
4	Мышьяк	0,0077	0,038	0,0166	50 мкг/дм ³
5	Кадмий	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	1 мкг/дм ³
6	Свинец	9,010	12,055	10,503	30 мкг/дм ³
7	Железо	0,06	0,055	0,0539	300 мкг/дм ³
8	Медь	0,0043	0,023	0,006	1000 мкг/дм ³
7	Радон	< 20 Бк/ дм ³	< 20 Бк/ дм ³	< 20 Бк/ дм ³	< 60Бк/ дм ³

Вода все трех источников имеет слабощелочную реакцию среды и среднюю жесткость. Наименьшей жесткостью обуславливается вода родника деревни Новокульчубаево, а наиболее минерализованной является источник деревни Бахтыбаево.

Значения массовых концентраций тяжелых металлов в пробах родников далеко не достигают предельно допустимых концентраций с преобладанием свинца, меди и мышьяка родника деревни Новокульчубаево.

Результаты при измерении радиационного фона радона незначительны.

Таким образом, результаты исследования показали, что вода родников д. Бахтыбаево, д. Новокульчубаево и с. Гребени Бирского района Республики Башкортостан в целом соответствуют санитарным правилам и нормам для воды нецентрализованного водоснабжения. Вода источников соответствует СанПин 2.1.4.1075-02 [3].

Список используемых источников:

1. Молчанова Я.П. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М.: Форум: ИНФРА-М, 2011. 192 с.
2. ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». М.: Госстандарт России, 2000.
3. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. СанПиН 2.1.4.1175-02. М.: Минздрав РФ, 2003.

© 2016, Галиаскарова Ф.М., Никитина Д.С.
Оценка качества родников Бирского района
Республики Башкортостан

© 2016, Galiaskarova F.M., Nikitina D.S.
Quality assessment of springs in the Birska region of
Bashkortostan Republic

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.423

Поступила (Received): 24.06.2016

Галиаскарова Ф.М., Саликова С.В.
Оценка качества родников Мишкинского
района Республики Башкортостан

Galiaskarova F.M., Salikova S.V.
Quality assessment of springs in the Mishkino
region of Bashkortostan Republic

В статье рассматриваются результаты исследования аналитических показателей проб воды подземных источников «Светлый», «Маленький Ключ», «Ключик» Мишкинского района Республики Башкортостан. В работе дана органолептическая оценка качества воды, приводятся результаты исследований водородного показателя, общей минерализации, жёсткости, содержания тяжёлых металлов, радиологических показателей. Численные значения показателей качества воды соответствует требованиям Сан ПиН 2.1.4.1175-02

Ключевые слова: подземные воды, родник, физико-химические показатели, радон

The article reports on the results of research of analytical water sampling indicators of the underground spring – «Light», «Little Key», «Key» in the Mishkino region of Bashkortostan Republic. The article gives the organoleptic rate of water quality, describes the research results of its hydrogen index, general mineralization, hardness, the content of heavy metals, radiological indicators. The water of the spring under investigation and discussion satisfies the SanPiN (Sanitary-epidemiological Rules and Norms) requirements 2.1.4.1175-02

Key words: underground water, spring, physicochemical indicators, radon

Галиаскарова Флиса Минигалиевна
Кандидат химических наук, доцент
Башкирский государственный университет
(Бирский филиал)
г. Бирск, ул. Интернациональная, 10

Galiaskarova Flisa Minigaliyevna
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Bashkir state university (Birsk branch)
Birsk, Internatsyonalnaya st., 10

Саликова Светлана Валентиновна
Магистр
Башкирский государственный университет
(Бирский филиал)
г. Бирск, ул. Интернациональная, 10

Salikova Svetlana Valentinovna
Master
Bashkir state university (Birsk branch)
Birsk, Internatsyonalnaya st., 10

Вода – одно из главных природных богатств человечества. Та самая вода, которая заполняет моря, озёра, реки, падает на землю дождём, ложится на неё снежным покровом. Та самая вода, без которой невозможно существование не только человека, но и всего живого.

В настоящее время серьёзную проблему для экологии Земли представляет загрязнение воды, особенно поверхностных вод. Истощение водных ресурсов происходит постоянно. И её стоит решать как в больших масштабах – на уровне

государств и предприятий, так и в маленьких – на уровне каждого человеческого существа.

Существование человека без чистой питьевой воды невозможно.

К сожалению, на сегодняшний день сложилась такая ситуация, что на Земле значительно сокращается количество чистых источников. Связи с этим сохранение природных источников является главной задачей человечества, как главного резерва питьевой воды, поэтому химическое исследование качества воды родников является актуальной.

Родники – естественные выходы подземных вод на земную поверхность [1]. Они являются стратегическими объектами природы. При возникновении чрезвычайной ситуации в стране могут выступать как единственные источники питьевой воды для населения.

Нами была поставлена цель, исследовать эколого-химическое состояние родников «Светлый», «Маленький Ключ», «Ключик» деревни Тынбаево Мишкинского района Республики Башкортостан. При выборе анализируемых источников руководствовались тем, что они крайне популярны у местного населения, которое применяет эту воду для питья.

В данной работе приведены результаты физико-химических показателей воды данных источников: определены общая минерализация воды, жесткость, массовые концентрации металлов.

Исследование проб воды проводились на базе аналитической лаборатории «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу» (филиал «ЦЛАТИ по Республики Башкортостан» ФГУ «ЦЛАТИ по ПФО» Аттестат аккредитации выдан 28.10.2011 Федеральному государственному учреждению).

Отбор проб воды проводился в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [2, с.1]. Используемые методики измерения допущены для целей государственного экологического контроля.

Таблица 1. Физико-химические показатели вод родников «Светлый», «Маленький Ключ», «Ключик»

№	Показатели	Результаты исследований пробоотборов			Нормативы ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01
		«Светлый» Февраль 2016 г.	«Маленький Ключ» Февраль 2016 г.	«Ключик» Февраль 2016 г.	
1	рН	7,55	8,01	7,21	6-9
2	Общая жёсткость	3,8	3,6	3,7	7,00 °Ж
3	Минерализация	207	235	607	1000 мг/дм ³
4	Мышьяк	0,015	0,021	0,036	50 мкг/дм ³
5	Кадмий	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	1 мкг/дм ³
6	Свинец	9,010	12,055	10,503	30 мкг/дм ³
7	Радон	< 20 Бк/ дм ³	< 20 Бк/ дм ³	< 20 Бк/ дм ³	< 60Бк/ дм ³

Органолептические характеристики пробы вод родников определенные по методикам «ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности» показали, что вода родников прозрачная, чистая, мутность не заметна, запах и вкус не ощущаются. Интенсивность запаха, вкуса и цвета равна нулю.

Результаты исследований химических показателей представлены в табл.1.

Таким образом, результаты исследования показали, что вода родников «Светлый», «Маленький Ключ» и «Ключик» деревни Тынбаево Мишкинского района Республики Башкортостан в целом соответствуют санитарно-гигиеническим нормам для питьевой воды.

Список используемых источников:

1. Большая Советская энциклопедия. М., 1957. 648 с.
2. ГОСТ Р 51592 – 2000 Государственный стандарт Российской Федерации «Вода. Общие требования к отбору проб. Госстандарт России».
3. СанПиН 2.1.4.1175-02. «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников».

© 2016, Галиаскарова Ф.М., Саликова С.В.
Оценка качества родников Мишкинского района
Республики Башкортостан

© 2016, Galiaskarova F.M., Salikova S.V.
Quality assessment of springs in the Mishkino region
of Bashkortostan Republic

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.426

Поступила (Received): 28.06.2016

Лаврентьев Б.Ф.**Прибор для получения серебряной воды «Эрвий 3»****Lavrentiev B.F.****Device for obtaining silver water "Ervy 3"**

В статье описывается прибор для получения «серебряной воде» «Эрвий 3», разработанный сотрудниками Поволжского государственного технологического университета, приводятся его технические характеристики, структурная схема, описание работы и особенности конструктивного исполнения

Ключевые слова: серебряная вода, ионизация, концентрация ионов серебра, стабилизация тока, счетчик количества тока, конструкция

Лаврентьев Борис Федорович

Кандидат технических наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

The article describes a device for obtaining a "silver water" "Ervy 3" developed by the staff of the Volga State Technological University, provides specifications, schematic diagram and description of model features

Key words: silver water ionization, concentration of silver ions, current stabilization, current number of counter design

Lavrentiev Boris Fedorovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Volga state university of technology
Yoshkar-Ola, Lenin sq., 3

Сегодня серебряная вода используется очень широко. С помощью серебра консервируют питьевую воду для судов дальнего плавания. Серебряную воду пьют космонавты в период полетов. Ее используют при консервировании минеральных вод, соков, некоторых алкогольных напитков и даже молока. Кроме того, с ее помощью значительно продлевают срок хранения многих лекарственных форм – капель, микстур, настоев. Серебро и, в частности, серебряная вода находят широкое применение в медицине и ветеринарии. Серебро – элемент, необходимый для нормальной деятельности желез внутренней секреции, мозга, печени и костной ткани. Оно оказывает омолаживающее воздействие на кровь и благотворно влияет на протекание всех физиологических процессов в организме. При регулярном употреблении серебряной воды отмечается стимуляция кроветворных органов, увеличивается число лимфоцитов и моноцитов, эритроцитов и процент гемоглобина в организме, что приведёт к серьёзным нарушениям обмена веществ, депрессии, вялости и прочим отрицательным последствиям.

Не менее важным является применение серебряной вода в сельском хозяйстве, а именно в животноводстве, пчеловодстве, в растениеводстве. Использование серебряной воды позволяет повысить продуктивность различных отраслей сельского хозяйства, значительно повысить его рентабельность.

В настоящее время существует большое количество установок для обработки воды ионами серебра (RU 98102163 A, RU 93057525 A, RU 98105315 A, RU 2143406 A, RU 2143406 C1 и другие). Такие установки предназначены для получения большого количества «серебряной» воды и отличаются сложностью, высокой стоимостью и неравномерностью распределения ионов серебра в водном объеме.

Существует большое количество бытовых автономных ионизаторов воды, например «Пингвин», «Дельфин», «Сильва», «Георгий», «Невотон». Эти приборы применяются в домашних условиях и не могут обеспечить необходимую концентрацию ионов серебра в воде. Они также малоэффективны при работе. Основным недостатком таких приборов является то, что они не в состоянии обеспечить требуемую концентрацию серебра в воде.

В Поволжском государственном технологическом университете разработаны два прибора для получения серебряной воды «Эрвий 2» и «Эрвий 3», на которые получены патенты РФ.

Принцип работы первого прибора «Эрвий 2» основан на стабилизации тока ионизации и контроля концентрации серебра в воде по величине тока и времени ионизации. Специальная таблица режимов работы позволяет закладывать требуемую концентрацию по времени операции и величине тока. Питание прибора производится от аккумулятора 12 В, 7 а/ч. Прибор обеспечивает достаточную точность концентрации серебра в воде и имеет хорошие эксплуатационные характеристики.

Основные технические характеристики прибора «Эрвий 2»

- величина тока ионизации, мА, 1 – 100
- время ионизации, мин 1 – 99
- концентрация серебра в воде, мг/л 0,1 – 1000
- питание, в аккумулятор

Принцип работы прибора «Эрвий 3» основан на стабилизации тока ионизации и контроля концентрации серебра в воде по количеству тока за время ионизации. Специальная таблица режимов работы позволяет закладывать требуемую концентрацию по времени операции и величине заданного количества электричества. Питание прибора производится от сетевого источника питания. У данного прибора более высокая точность концентрации ионов серебра в воде при приготовлении «серебряной воды» и одновременно он проще по схемной реализации и эксплуатационным характеристикам.

Основные технические характеристики «Эрвий 3»

- величина тока ионизации, мА, 1 – 100
- концентрация серебра в воде, мг/л..... 0,1 – 5000
- количество электричества 1 – 999
- питание сеть 220 в

Испытания приборов показали, что прибор «Эрвий 3» имеет более высокие технические характеристики и обеспечивает более точную концентрацию ионов серебра в воде. Одновременно прибор значительно проще в эксплуатации и имеет более высокую надежность.

На рис 1. приведена функциональная схема прибора «Эрвий-3».

В состав прибора входит преобразователь напряжение – частота, который выдает частоту пропорциональную току ионизации. Частота с преобразователя через делитель частоты поступает на формирователь кода концентрации ионов серебра и на схему окончания операции.

Рис. 1. Функциональная схема прибора «Эрвий 3»

Формирователь кода концентрации ионов серебра представляет собой счетчик количества электричества с индикацией в цифровом коде. Схема окончания операции представляет собой реверсивный счетчик, который формирует сигнал для отключения прибора. Таймер формирует сигналы с периодом в 16 сек на переключатель электродов. Ток ионизации устанавливается потенциометром на передней панели прибора и его величина контролируется по стрелочному прибору.

Перед началом работы переключателями «Концентрация серебра» на передней панели прибора устанавливается требуемое количество электричества для получения воды заданной концентрации ионов серебра. Затем нажимается кнопка «Пуск», которая переключает триггер схемы запуска. При этом включается стабилизатор тока ионизации и разрешается работа делителя частоты и схемы окончания операции. На схеме индикации отображается текущее значение количества электричества. Отключение прибора происходит импульсом со схемы окончания операции после выдачи заданного количества электричества. Известно, что концентрация ионов серебра в воде пропорционально количеству электричества. В виду того, что концентрация серебра пропорциональна количеству электричества, то нестабильность тока ионизации не оказывает влияния на погрешность прибора.

Список используемых источников:

1. Артемова А. Серебро исцеляет и омолаживает. Москва: ДИЛЯ, 2002. С. 142.
2. Белеванцев В.И., Бондарчук И.В. Институт неорганической химии СО РАН. Очерк свойств серебра и его соединений. Применение препаратов серебра в медицине. Новосибирск, 1994. С. 89-95.
3. Иванов В.Н., Ларионов Г.М., Кулиш Н.И., Лутцева М.А. и др. Некоторые экспериментальные и клинические результаты применения катионов серебра в борьбе с лекарственно-устойчивыми микроорганизмами. Серебро в медицине, биологии и технике.
4. Кульский Л.А. Серебряная вода. Киев, 1987. С. 47.
5. Таранов Л.А., Филиппова И. Серебряная вода. Москва: ДИЛЯ, 2002. С. 158.
6. Лаврентьев Б.Ф., Бусыгин Г.В., Бастраков Ю.А., Лабеева А.А. Прибор для получения серебряной воды. Патент RU №143083 U1. Опубликовано 10.07.2014.
7. Лаврентьев Б.Ф., Федосеев В.И., Эмекин А.А. «Прибор для получения серебряной воды». Патент RU № 144849 U1. Опубликовано 10.09.2014.
8. Лаврентьев Б.Ф., Селедкин И., Залманов А.А. Прибор для получения серебряной воды. Заявка на промышленный образец. Патент RU № 91553. Опубликовано 16.02.20215.
9. URL: <http://100trav.su/narodnye-sredstva-lecheniya-boleznej/serebryanaya-voda-v-domashnikh-usloviyakh.html>

© 2016, Лаврентьев Б.Ф.

Прибор для получения серебряной воды «Эрвий 3»

© 2016, Lavrentiev B.F.

Device for obtaining silver water "Erviy 3"

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.430

Поступила (Received): 01.06.2016

Старцева Е.С., Лоханина С.Ю., Трубачева Л.В.
Оценка загрязнения почв на территориях
нефтедобывающих предприятий
Удмуртской Республики

Startseva E.S., Lohanina S.Yu., Trubacheva L.V.
Assessment of soil pollution on the territories of oil
producing enterprises of Udmurt Republic

В статье выполнена оценка загрязнения почв на территориях нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики по основным опасным химическим веществам, а именно нефтепродукты, хлорид-ионы, ртуть, медь, мышьяк, кадмий, свинец, цинк. Проведена общая оценка химической опасности почв

Ключевые слова: образцы почв, загрязняющие вещества, нефтедобывающие предприятия

In article the assessment of pollution of soils in territories of the oil-extracting enterprises of the Udmurt Republic for the main dangerous chemicals, namely oil products, chloride ions, hydrargyrum, copper, arsenicum, cadmium, plumbum, zinc is executed. Spend an overall assessment of chemical hazards soil

Key words: soil samples, contaminants, oil-extracting enterprises

Старцева Евгения Сергеевна

Магистрант

Удмуртский государственный университет

г. Ижевск, ул. Университетская, 1

Startseva Evgeniya Sergeevna

Master

Udmurt state university

Izhevsk, Universitetskaya st., 1

Лоханина Светлана Юрьевна

Кандидат технических наук, инженер

Удмуртский государственный университет

г. Ижевск, ул. Университетская, 1

Lohanina Svetlana Yurievna

Candidate of Technical Sciences, engineer

Udmurt state university

Izhevsk, Universitetskaya st., 1

Трубачева Лариса Викторовна

Кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой

Удмуртский государственный университет

г. Ижевск, ул. Университетская, 1

Trubacheva Larisa Viktorovna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of Department

Udmurt state university

Izhevsk, Universitetskaya st., 1

В последние годы проблема нефтяного загрязнения становится все более актуальной. Развитие промышленности и транспорта требует увеличения добычи нефти как энергоносителя и сырья для химической промышленности [1, с. 28]. Это одна из самых опасных для природной окружающей среды (ОС) индустрий. Ежегодно миллионы тонн нефти попадают в объекты ОС в том числе и в почву. Вместе с ней в почву попадают тяжелые металлы (ТМ), входящие в ее состав и образующиеся при сжигании попутного газа.

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих ее плодородие и экологические функции [2, с. 10].

Под влиянием нефтепродуктов увеличивается количество водопрочных агрегатов, структурных отдельностей размером больше 10 мм, происходит агрегация почвенных частиц, в связи с чем, содержание глыбистых частиц увеличивается, а содержание агрономически ценных структурных единиц уменьшается [2, с. 15].

Изменение физических свойств почвы при загрязнении приводит к вытеснению воздуха нефтью, нарушению поступления воды, кислорода, питательных веществ, что является главной причиной торможения развития растений и их гибели [2, с. 20].

Тяжелые металлы также способны изменять многие свойства почвы. Прежде всего, изменения затрагивают ее биологические свойства: снижается общая численность микроорганизмов, сужается их видовой состав (разнообразие), изменяется структура микробоценозов, падает интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов. Сильное загрязнение ТМ приводит к изменению и более консервативных признаков, таких как гумусное состояние, структура, pH среды. Результатом этого является частичная, а в ряде случаев и полная утрата почвенного плодородия [1, с. 8].

В связи с этим рекомендуется анализировать почвы по таким загрязняющим веществам как: нефтепродукты (Н/П), хлориды, Hg, Pb, Zn, Cd, Cu, As.

Цель данной работы – оценка состояния почв по основным загрязняющим веществам на ряде территорий нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики.

Система экологического опробования почв проектируется на основе ландшафтной дифференциации. Фоновые пункты наблюдений размещаются на значительном расстоянии от объектов промысла, на территориях не подверженных техногенному загрязнению. Контрольные площадки наблюдений располагаются вблизи объектов добычи нефти и подготовки к эксплуатации.

Объектом исследования являются почвы на территории пяти нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики: Каракулинский, Сарапульский, Игринский, Воткинский и Шарканский районы.

В работе представлены результаты исследований содержания нефтепродуктов и ТМ в почвах контрольных площадок в период с 2015 по 2016г. анализы выполнены в Центральной экологической лаборатории химического анализа ФГБОУ ВО УдГУ, аккредитованной ФСА (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.512044), методами титриметрии, инверсионной вольтамперометрии, флюориметрии, рентгенофлюориметрии.

На исследуемых территориях наиболее распространенной является дерново-подзолистая и среднесуглинистая почва.

Результаты определения нефтепродуктов, хлорид-ионов и ТМ (таблица 1) позволили установить, что наиболее загрязнена нефтепродуктами почва нефтедобывающего предприятия Шарканского района Удмуртской республики (14,7 мг/кг почвы).

Таблица 1. Результаты измерений по загрязняющим веществам

Определяемые показатели, мг/кг почвы	H/п*	Cl ⁻ – ион **	Hg	Cu	As	Pb	Zn
ПДК, мг/кг почвы	He норм.	360 мг/кг почвы (в виде KCl) (0,5 ммоль/100 г почвы)	2,1	66	5,0	65	110
Пробы почв (районы): Каракулинский	0,0238	<0,5	0,46	23,5	<0,10	10,3	35
Сарапульский	0,0135	<0,5	<0,10	27,9	1,69	11,7	69
Игринский	0,30	<0,5	1,36	<1,0	<0,10	6,2	22,6
Воткинский	0,0074	<0,5	<0,10	7,4	<0,10	6,3	37
Шарканский	14,7	<0,5	1,72	38	<0,10	15,1	55

H/п* – нефтепродукты, мг/кг почвы

Cl⁻ – ион ** – хлорид – ион, ммоль/100 г почвы

Содержание хлоридов во всех анализируемых пробах составляет менее 0,5 ммоль/100г почвы. Из всех исследуемых районов наиболее загрязнена ртутью почва Шарканского района (1,72 мг/кг почвы), но не превышает предельно допустимой концентрации (2,1 мг/кг почвы). Из представленных в таблице 1 данных также следует, что содержание меди мышьяка, свинца и цинка варьирует незначительно и не превышает норм предельно допустимых концентраций.

В почвах на территории нефтедобывающего предприятия Игринского района отмечено большое содержание кадмия по сравнению с почвами других месторождений (рис.1): концентрация Cd составляет 1,91 мг/кг почвы. Учитывая значительную удаленность фоновых пунктов наблюдений от объектов промысла, можно предположить, что большая концентрация Cd в почвах месторождений, возможно, связана с атмосферным загрязнением в результате сжигания попутного газа.

Рис. 1. Содержание кадмия в почвах на территории нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики, мг/кг почвы

Результаты мониторингового исследования позволили провести общую оценку химической опасности почв посредством суммарного показателя загрязнения (рис.2).

Рис. 2. Суммарный показатель загрязнения почв на территориях нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики

Таким образом, суммарный показатель загрязнения почв всех районов, за исключением Игринского, менее 16 мг/кг почвы. В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 категория загрязнения допустимая, что свидетельствует о том, что на данной территории после прекращения нефтедобычи можно возделывать сельскохозяйственные культуры.

Санитарный показатель Игринского района равен 26 мг/кг почвы, что свидетельствует об умеренно опасной категории загрязнения. Данная ситуация обусловлена превышением кадмия уровня ПДК. При прекращении нефтедобычи данный земляной ресурс возможно использовать под возделывание любых культур при условии контроля качества растений.

Список используемых источников:

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. С. 8-28.
2. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: Реактив, 2000. С. 6-20.
3. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарные – эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М., 2005. 19 с.

© 2016, Старцева Е.С., Лоханина С.Ю.,
Трубачева Л.В.

Оценка загрязнения почв на территориях
нефтедобывающих предприятий
Удмуртской Республики

© 2016, Startseva E.S., Lohanina S.Yu.,
Trubacheva L.V.

Assessment of soil pollution on the territories of
oil producing enterprises of Udmurt Republic

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.434

Поступила (Received): 26.06.2016

Халиков И.С.**Дибензпирены в донных отложениях озера Байкал****Khalikov I.S.****Dibenzpyrenes in bottom sediments of the Baikal Lake**

В сообщении представлены результаты определения содержания дибензпиренов в донных отложениях прибрежных районов озера Байкал с использованием метода ВЭЖХ в 2014-2015 гг. Содержание дибензпиренов в донных отложениях Южного Байкала было в несколько раз выше, чем в отложениях авандельты р. Селенга и Северного Байкала. Донные отложения обследуемых районов оз. Байкал в целом слабо загрязнены дибензпиренами, хотя отмечаются локальные участки повышенного загрязнения

Ключевые слова: Байкал, донные отложения, дибензпирены, ВЭЖХ

Халиков Ильдус Салихович

Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник

Научно-производственное объединение «Тайфун»
г. Обнинск, ул. Победы, 4

The report contains the results of determining the contents of dibenzpyrenes in bottom sediments of the Baikal Lake coastal regions with the use of the HPLC method. The contents of dibenzpyrenes in bottom sediments of the Southern Baikal exceeded by several times those in the sediments of the avant-delta of the river Selenga and Northern Baikal. The bottom sediments of the Baikal Lake regions studied are on the whole weakly contaminated with dibenzpyrenes, though local zones of increased contamination were found

Key words: Baikal, bottom sediments, dibenzpyrenes, HPLC

Khalikov Ildus Salikhovich

Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher
Research and production association "Typhoon"
Obninsk, Pobedy st., 4

В 1996 г. озеро Байкал внесено в Список мирового природного наследия ЮНЕСКО как объект, составляющий достояние всего человечества. Правовое регулирование в области охраны оз. Байкал осуществляется федеральным законом Российской Федерации «Об охране озера Байкал», принятым в 1999 году.

Донные отложения (ДО) являются одним из важных элементов экосистемы. В связи с тем, что донные отложения и водная толща связаны между собой условиями гидрохимического равновесия, загрязнение одного объекта может приводить к изменению второго.

Из нескольких сотен полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), обнаруженных в объектах природной среды, наибольшей опасностью характеризуются высокомолекулярные полиарены (от 4 до 6 конденсированных колец). Изомеры ПАУ с молекулярной массой 302, такие как дибенз(а,і)пирен (DBalP), дибенз(а,і)пирен (DBaiP), дибенз(а,һ)пирен (DBahP), дибенз(а,е)пирен (DBaeP), являются мощными канцерогенными веществами, некоторые из них не уступают по активности бенз(а)пирену, а DBalP, по-видимому, самый сильный канцероген среди ПАУ, которые были до настоящего времени проверены.

Определение и контроль концентраций дибензпиренов в объектах природной среды рекомендованы Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ).

Физико-химические свойства дибензпиренов свидетельствуют о том, что в атмосферном воздухе они будут присутствовать, в основном, на аэрозольных частицах. Размеры частиц в значительной степени будут определять дальнейшее поведение дибензпиренов, их перенос воздушными массами в направлении доминирующих ветров и осаждение из атмосферного воздуха, например в воду и далее, в донные отложения. Дибензпирены могут поступить в донные отложения прибрежной зоны оз. Байкал, скорее всего, с поверхностным стоком или атмосферным переносом.

Загрязнение донных отложений дибензпиренами может привести к ухудшению качества воды (через вторичное загрязнение), угнетению и гибели биоты и деградации водной экосистемы.

В данном сообщении представлены результаты определения (2014-2015 гг.) содержания дибензпиренов в донных отложениях прибрежных районов оз. Байкал, подверженных наиболее сильному антропогенному воздействию: полигона Селенгинского мелководья (авандельты р. Селенга), зоны влияния Байкало-Амурской магистрали (БАМ) в северной части озера, полигона Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) и фонового участка, расположенного в 20 км западнее полигона БЦБК, в южной части озера.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследований послужили пробы ДО, отобранные в 2014-2015 гг., с помощью дночерпателя «Океан» во время экспедиционных работ, проводимых ФГБУ «ГХИ» (г. Ростов-на-Дону) в летнее и осеннее время. Пробы ДО были отобраны с ненарушенного поверхностного слоя осадков (0-2 см), высушены при температуре не более 40 °С и измельчены в ступе до гомогенного порошка.

Для идентификации и количественного определения дибензпиренов использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием на хроматографе «LC-20 Prominence» (Shimadzu). Пробоподготовка и хроматографические условия определения ПАУ приведены в работе [1].

Результаты и обсуждение. В пробах ДО в настоящей работе были идентифицированы и количественно определены следующие индивидуальные дибензпирены – DBaP (время удерживания 12,8 мин), DBaеP (15,5 мин), DBaіP (23,2 мин) и DBaнP (26,0 мин). Для сравнения время удерживания бенз(а)пирена составляло 10,3 мин.

Анализ данных, полученных в 2014-2015 гг., позволил выявить некоторые особенности источников поступления и распространения дибензпиренов в донных отложениях оз. Байкал. Результаты по среднему содержанию дибензпиренов, а также интервалам их значений в донных отложениях обследуемых районов приведены в таблице 1. Следует отметить, что содержание дибенз(а,н)пирена во всех отобранных пробах ДО оз. Байкал составляло менее 0,05 нг/г и не превышало предела определения аналитического метода. Вероятно, что DBaнP является менее стабильным соединением по отношению к другим бензпиренам

и поэтому содержание его значительно меньше. Наиболее высокие концентрации в донных отложениях оз. Байкал наблюдались для устойчивых DBaеP, затем DBaI P и DBaI P.

Содержание дибензпиренов в донных отложениях Южного Байкала, включая и пробы фонового участка, было в несколько раз выше, чем в ДО авандельты р. Селенга и Северного Байкала.

Необходимо отметить, что содержание дибензпиренов в ДО Селенгинского мелководья и Северного Байкала в 2015 г. было примерно в 2 раза выше в этих районах, чем в 2014 г.

Таблица 1. Среднее содержание дибензпиренов в донных отложениях оз. Байкал, нг/г (2014-2015 гг.)

Дибензпирены, в скобках интервал значений, нг/г	Селенгинское мелководье		Северный Байкал		Южный Байкал			
	2014 г. (кол-во проб(n)=12)	2015 г. (n=12)	2014 г. (n=15)	2015 г. (n=17)	Полигон БЦБК		Фоновый участок	
					2014 г. (n=29)	2015 г. (n=29)	2014 г. (n=4)	2015 г. (n=5)
DBaI P	0,14 (<0,05-0,3)	0,25 (<0,05-0,7)	(<0,05-0,1)	0,3 (<0,05-0,6)	0,3 (<0,05-1,2)	1,0 (0,1-2,3)	0,5 (0,4-0,7)	0,9 (0,2-1,3)
DBaеP	0,4 (<0,05-0,9)	0,8 (<0,05-2,9)	0,7 (0,2-2,9)	1,6 (0,06-4,7)	6,8 (0,3-18,8)	8,3 (0,5-18,1)	5,7 (3,9-7,3)	3,5 (0,3-4,8)
DBaI P	<0,05	(<0,05-0,08)	<0,05	(<0,05-0,2)	0,1 (<0,05-0,4)	0,15 (<0,05-0,4)	0,2 (0,08-0,35)	0,05 (<0,05-0,2)

Максимальные концентрации дибензпиренов были обнаружены в пробах донных отложений полигона БЦБК, который является одним из главных источников загрязнения оз. Байкал. Согласно общей литогеохимической закономерности, с увеличением содержания пелитовой фракции с глубиной илистые осадки загрязнены дибензпиренами в большей степени, чем песчанистые отложения. Пробы с повышенным содержанием дибензпиренов чаще находились в восточной части полигона, что указывает на основное направление в динамике переноса ПАУ в донных отложениях.

В 2014 г. нами были проведены исследования по влиянию гранулометрического состава и содержания органического углерода на уровень концентраций дибензпиренов в ДО обследуемых полигонов оз. Байкал [2,3].

В пробах донных отложений наблюдалась сильная корреляция ($r=0,84$; $n=12$) между содержанием DBaеP и органического углерода в авандельте р. Селенга и ($r=0,74$; $n=15$) – в районе Северного Байкала (трассы БАМ), которые превышали коэффициент корреляции ($r=0,54$; $n=29$) в районе БЦБК.

Концентрации дибензпиренов в донных отложениях оз. Байкал, также как и для других ПАУ обусловлены сорбционными свойствами осадков [3].

Выводы и рекомендации: Донные отложения обследуемых районов оз. Байкал в целом слабо загрязнены дибензпиренами, хотя отмечаются локальные

участки повышенного загрязнения, особенно характерные для полигона БЦБК в Южном Байкале. Необходимо проведение регулярных наблюдений за состоянием и загрязнением экосистемы озера и оценка изменений ПАУ, происходящих в донных отложениях.

Список используемых источников:

1. Халиков И.С. Содержание ПАУ в донных отложениях озера Байкал в районе Селенгинского мелководья // Научный Альманах. 2016. N 1-2(15). С. 447-451.
2. Халиков И.С., Левшин Д.Г., Макаренко А.А. О влиянии гранулометрического состава на распределение органического углерода в донных отложениях озера Байкал // Современное общество, образование и наука. Тамбов. 2015. С. 160-161.
3. Халиков И.С., Левшин Д.Г. Корреляционная зависимость концентрации ПАУ и органического углерода в донных отложениях озера Байкал // Современное общество, образование и наука. Тамбов. 2015. С. 161-162.

© 2016, Халиков И.С.

Дибензпирены в донных отложениях озера Байкал

© 2016, Khalikov I.S.

Dibenzpyrenes in bottom sediments of the Baikal Lake

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.438

Поступила (Received): 24.06.2016

Гаврильева Л.Д., Кудинова З.А.
Современное состояние растительности на территории
Томторского месторождения редкоземельных металлов

Gavrilieva L.D., Kudinova Z.A.
The modern condition of vegetation in the territory
of the Tomtor deposits of rare-earth metals

Рассматривается современное состояние растительности участка Томторского месторождения редкоземельных металлов. Наибольшее распространение получили лиственничные редколесья ерниковые с преобладанием кустарничков. Нарушенные геологоразведочными работами, проведенными в 90-е годы, площади заросли в разной степени, в зависимости от степени увлажнения и рельефа. Отмечены участки, на которых произошли значительные изменения, связанные с новым этапом освоения территории

Ключевые слова: растительность, редколесье, проективное покрытие

The current state of the vegetation area Tomtor deposits of rare earth metals. The most widely dwarf larch woodland with a predominance of shrubs. Broken exploration work carried out in the 90s, the area of thickets in varying degrees, depending on the degree of hydration and relief. Noted areas where there have been significant changes related to the new stage of development of the territory

Key words: vegetation, rare forest, projective cover

Гаврильева Людмила Дмитриевна

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-восточного федерального университета

г. Якутск, пр. Ленина, 1

Gavrilyeva Lyudmila Dmitrievna

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
 Scientific research institute of applied ecology of the North of North-Eastern federal university

Yakutsk, Lenin ave., 1

Кудинова Зия Артемовна

Младший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера Северо-восточного федерального университета

г. Якутск, пр. Ленина, 1

Kudinova Ziya Artemovna

Junior Researcher

Scientific research institute of applied ecology of the North of North-Eastern federal university

Yakutsk, Lenin ave., 1

Томторское комплексное месторождение редкоземельных металлов находится на северо-западе Республики Саха (Якутия), в 400 км к югу от побережья моря Лаптевых, на водоразделе рек Уджа и Чимара. Месторождение расположено на слабовсхолмленной равнине с абсолютными отметками от 75 до 259 м и относительными превышениями до 80 метров.

По геоботаническому районированию [1] территория относится к Анабаро-Оленекскому округу Северо-Западной притундровой провинции подзоны притундровых лесов, который характеризуется холодным, влажным или слабо засушливым климатом, господством *Larix gmelinii* (лиственница Гмелина). Видовой состав скудный [2]. С целью оценки современного состояния растительности проведено обследование участка «Буранный».

Методика работ. Сбор материалов осуществлялся на основе стандартных общепринятых методов [3,4].

Растительность территории Томторского месторождения

Наибольшее распространение на данной территории получили лиственничные редколесья с преобладанием в кустарниковом и кустарничковом ярусе в зависимости от степени увлажнения *Betula exilis* (береза тощая), *Vaccinium uliginosum* (голубика), *Ledum palustre* (багульник болотный) или *Vaccinium vitis-idaea* (брусника).

Лиственничные редколесья ерниковые кустарничковые мохово-лишайниковые с равным участием нескольких видов кустарничков распространены повсеместно. Древесный ярус состоит из *Larix gmelinii* с сомкнутостью крон 0,2, высотой 6 м. Общее проективное покрытие (ПП) кустарникового яруса 50-60%. Состоит в основном из *Betula exilis* – 2-3, *B. fruticosa* (береза кустарниковая), *Salix pulchra* (ива красивая), *S. glauca* (ива сизая) – 1. *Rosa acicularis* (шиповник иглистый) встречается единично. ПП травяно-кустарничкового яруса 60%. Преобладают *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium vitis-idaea*. Им сопутствуют *Calamagrostis langsdorfii* (вейник Лангсдорфа), *Nardosmia angulosa* (nardosmia угловатая), *Empetrum nigrum* (шикша черная), *Arctous erythrocarpa* (арктоус красноплодный). ПП мохово-лишайникового яруса 60-70%. Из мхов доминируют *Tomenthypnum nitens* (томентипнум блестящий), *Hylocomium splendens* (гилокомий блестящий), *Aulacomnium acuminatum* (аулакомний заостренный), встречаются *Rhizidium rugosum* (ритидий морщинистый), *Polytrichum commune* (политрихум обыкновенный). Из лишайников – преобладают *Cetraria cucullata* (цетрария клобучковая), *Cladina rangiferina* (кладина оленья). С меньшим проективным покрытием произрастают *Cladina arbuscula* (кладина древовидная), *C. stellaris* (к. звездчатая), *Peltigera canina* (пельтигера собачья), *P. aphthosa* (п. пупырчатая).

Нередко встречаются лиственничные редколесья багульниковые лишайниково-моховые или голубичные лишайниково-моховые которые отличаются менее развитым кустарниковым ярусом и доминированием в травяно-кустарничковом ярусе *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*.

На более увлажненных местообитаниях произрастают лиственничные редколесья ерниковые злаково-кустарничковые или кустарничково-злаковые лишайниково-моховые с заметным участием в травяно-кустарничковом ярусе гигрофильных злаков. Древесный ярус из *Larix gmelinii* с сомкнутостью 0,1. Кустарниковый ярус (ПП 50-60%) состоит из *Betula exilis*, *Salix pulchra*, *S. glauca*. В травяно-кустарничковом ярусе (ПП 70%) преобладают злаки *Calamagrostis langsdorfii*, *Poa palustris* (мятлик болотный). С ними обильно произрастают ку-

старнички *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Ledum palustre*, *L. decumbens* (багульник стелющийся), а также *Carex juncella* (осока ситничковая), *Nardosmia angulosa*, *Equisetum arvense* (хвощ полевой), *Stellaria palustris* (звездчатка болотная) и другие. Мохово-лишайниковый ярус почти сплошной: ПП 80 %. Состоит из мхов *Aulacomnium acuminatum*, *Tomenthypnum nitens*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*, *Rhizidium rugosum*, лишайников *Cetraria cucullata*, *Cladina rangiferina*, *C. arbuscula*, *C. stellaris*, *Peltigera canina*.

Ерники злаково-кустарничковые приурочены к относительно сухим участкам (ПП 80%). Кустарниковый ярус состоит в основном *Betula exilis*. Ивы представлены несколькими видами, наиболее распространены *Salix pulchra*, *S. glauca*. *Larix gmelinii* произрастает единично. В травяно-кустарничковом ярусе (ПП 50-60 %) произрастают злаки *Calamagrostis langsdorfii*, *Koeleria asiatica* (тонконог азиатский), кустарнички *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, а также *Carex juncella*, *Nardosmia angulosa*. Мохово-лишайниковый ярус (ПП 60 %) состоит из *Hylocomium splendens*, *Aulacomnium acuminatum*, *Tomenthypnum nitens*, *Polytrichum commune*, *Peltigera canina*, *Cetraria cucullata*, *Cetraria nivalis*, *Cladina rangiferina*.

Заросли ив встречаются небольшими участками на более увлажненных низких участках пойм. ПП кустарникового яруса 50-60 %. Преобладают ивы *Salix pulchra*, *S. hastata*, *S. glauca*, а также *Betula exilis*. *Larix gmelinii* встречается единично. В травяно-кустарничковом ярусе (ПП 60%) – *Calamagrostis langsdorfii*, *Vaccinium uliginosum*, с ними произрастают *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum palustre*, *Nardosmia angulosa*, *Equisetum boreale* (хвощ северный), *Carex juncella*. Мохово-лишайниковый ярус развит слабо (ПП 30%). Более обильно произрастают *Cetraria cucullata*, *Cladina rangiferina*, *Aulacomnium acuminatum*, *Polytrichum commune*, реже – *Cladina arbuscula*, *C. stellaris*.

Среди редкостойных лиственничников иногда встречаются пятна кустарничково-осоковых кочкарников, ПП кустарникового яруса, который состоит в основном из *Betula exilis*, 30%. В травяно-кустарничковом ярусе (ПП 80%) преобладают *Carex juncella*, образующая кочки, *Calamagrostis langsdorfii*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum* (пушица влагалищная), *Rubus chamaemorus* (морозка), *Vaccinium vitis-idaea*. В мохово-лишайниковом ярусе (ПП 60-70%) доминируют *Sphagnum fuscum* (сфагнум бурый) и *S. palustre* (с. болотный). Произрастают также *Peltigera canina*, *Cladina rangiferina*.

На участке Буранный в 90-е годы проводились разведочные работы: на площади 4,5 кв. км было пробурено 537 скважин, при строительстве которых проведены вырубка деревьев и обустройство различных технологических объектов. Нарушенные геологоразведочными работами площади заросли в разной степени, в зависимости от степени увлажнения и рельефа. В настоящее время растительность площадок представлена разнотравно-злаковыми сообществами на увлажненных местообитаниях или закустаренными злаково-кустарничковыми сообществами на более сухих местообитаниях.

В 2015 году на участке начат новый этап геологоразведочных работ, в результате которых полное нарушение растительности отмечено на участках, от-

веденных под бурение скважин (площадь 5,54 га), оборудование вахтового поселка (площадь 2,1 га) и нефтебазы (0,53 га), где растительный покров полностью уничтожен, частично погребен или подтоплен. Частичное нарушение растительного покрова происходит после неоднократного проезда транспортных средств, когда в первую очередь повреждаются кустарниковый и мохово-лишайниковый ярусы, что приводит к деградации почвенно-растительного покрова и к обеднению биоразнообразия.

Список используемых источников:

1. Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Перфильева В.И., Щербаков И.П. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР. Якутск, 1987. 156 с.
 2. Разнообразие растительного мира Якутии / В.И. Захарова, Л.В. Кузнецова, Е.И. Иванова и др. Новосибирск, 2005. 328 с.
 3. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М., 1985. 136 с.
- Полевая геоботаника. т. 3 / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. М., 1964. 530 с.

© 2016, Гаврильева Л.Д., Кудинова З.А.
Современное состояние растительности на территории Томторского месторождения редкоземельных металлов

© 2016, Gavrilieva L.D., Kudinova Z.A.
The modern condition of vegetation in the territory of the Tomtor deposits of rare-earth metals

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.442

Поступила (Received): 29.06.2016

Петряков В.В.**Изменения показателей естественной резистентности
сыворотки крови коров при включении в рационы
микроводоросли *Spirulina platensis*****Petryakov V.V.****Changes in parameters of the natural resistance of blood serum of
cows when rations microalgae *Spirulina platensis***

Микроводоросль *Spirulina platensis* является биологически активной добавкой, при включении которой в рационы коров способствует повышению показателей естественной резистентности. Наилучшие показатели естественной резистентности отмечены у группы коров, получавших микроводоросль спирулину в дозе 400 мл на одно животное в сутки
Ключевые слова: микроводоросль, сыворотка крови, коровы, резистентность

Microalgae *Spirulina platensis* is a dietary supplement, which fed cows contributes to increased natural resistance. Best natural resistance marked by a group of cows treated with microalgae originating at a dose of 400 ml per animal per day

Key words: microalgae, blood serum, cow, resistance

Петряков Владислав Вячеславович

Кандидат биологических наук, доцент

Самарская государственная сельскохозяйственная академия

г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, корпус 2

Petryakov Vladislav VyacheslavovichCandidate of Biological Sciences, Associate Professor
Samara state agricultural academy

Kinel, p.g.t. Ust-Kinelskiy, Uchebnaya st., 2

Современные способы промышленного производства молока сопряжены с изменением традиционных условий содержания и кормления коров и, как правило, не соответствуют физиологическим потребностям высокопродуктивных животных. Повышение эффективности современного молочного скотоводства в значительной степени сдерживается из-за нарушений плодовитости самок. Особенно остро проблемы воспроизводства возникают у высокопродуктивных животных, которые, из-за слабой резистентности организма, чаще болеют различными заболеваниями.

В новых экономических условиях и интенсивном режиме эксплуатации высокопродуктивного маточного поголовья необходимы более эффективные методологии по регулированию продуктивной и воспроизводительной функции самок с применением биологически активных препаратов. Одним из таких препаратов и является сине-зелёная микроводоросль спирулина платенсис (лат. *Spirulina platensis*) [2, 3, 7].

Целью работы явилось изучение изменения показателей естественной резистентности сыворотки крови коров красно-пёстрой голштинской породы при включении в рационы суспензии микроводоросли *Spirulina platensis*.

Материал и методы исследований. Для проведения эксперимента было сформировано по породной принадлежности, возрасту, продуктивности и физиологическому состоянию 4 группы клинически здоровых коров красно-пёстрой голштинской породы. Первая группа – *контрольная*, получавшая только основной рацион кормления. Во всех опытных группах помимо основного рациона ежедневно включалась микроводоросль спирулина в форме суспензии в следующих дозах: в *первой опытной* группе – 350,0 мл; во *второй* – 400,0 мл и в *третьей* – 450,0 мл и на одно животное в сутки. Продолжительность опыта составила 4 месяца. По окончании каждого месяца у всех групп коров проводились гематологические исследования сыворотки крови. Определение лизоцимной, бактерицидной активности сыворотки крови и фагоцитарной активности нейтрофилов сыворотки крови осуществляли модифицированным фотоэлектроколориметрическим методом [1].

Результаты исследований. Неспецифические факторы резистентности живых организмов определяются генетическими факторами и могут проявляться в различной степени в зависимости от физиологического состояния животных, сезона года, условий кормления и содержания. Результаты показателей естественной резистентности сыворотки крови коров, при включении микроводоросли спирулины, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели естественной резистентности сыворотки крови коров ($M \pm m$)

Показатель	Взятие крови	Группа			
		контроль-ная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Бактерицидная активность сыворотки крови, %	1 месяц	12,4±0,2	13,2±0,1	13,6±0,6	13,1±0,7
	2 месяц	12,9±0,4	13,8±0,5	14,1±1,1 ^{xx}	13,7±0,8 ^x
	3 месяц	20,2±0,9	21,6±0,7	28,8±0,8	24,2±1,5
	4 месяц	22,0±0,4	23,9±0,6	32,4±1,2	28,5±0,4
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	1 месяц	41,6±0,5	41,9±0,9	42,1±0,7	41,5±1,2
	2 месяц	41,3±0,3	40,8±0,3	38,7±0,6 ^x	41,5±0,7
	3 месяц	47,6±0,8	72,5±0,5	75,6±1,3 ^{xx}	69,1±0,6 ^x
	4 месяц	62,6±0,4	78,6±0,6	80,3±0,7	85,4±0,8
Фагоцитарная активность нейтрофилов крови, %	1 месяц	76,7±0,3	77,3±0,6 ^x	78,3±0,5	77,8±0,4
	2 месяц	77,8±0,8	78,9±0,9	79,2±1,2	78,4±0,8
	3 месяц	80,2±0,5	80,7±0,4	81,9±0,6 ^{xx}	80,1±0,7
	4 месяц	82,8±0,7	86,3±0,2	86,5±0,7	83,7±0,8 ^x

Примечание: ^x $p < 0,05$; ^{xx} $p < 0,01$

Согласно данным таблицы 1, включение в рационы коров микроводоросли спирулины положительно отразилось на показателях естественной резистентности коров. Бактерицидная активность сыворотки крови – один из важных показателей естественной резистентности живого организма к различным

заболеваниям. Бактерицидная активность сыворотки крови заключается в способности подавлять рост микроорганизмов и зависит от активности всех гуморальных факторов резистентности [4, 5]. Анализ проведенных исследований показал, что во всех опытных группах данный показатель имел закономерное повышение, особенно во 2-ой опытной группе на 8,5% ($p < 0,01$) и в 3-ей опытной группе на 2,8% ($p < 0,05$) после второго месяца исследований.

Были проведены исследования и по показателям лизоцимной активности сыворотки крови, представленных в таблице 1. Так, во 2-ой опытной группе наблюдалось достоверное повышение по данному показателю на 6,3% ($p < 0,05$) после второго месяца исследований. С увеличением дозы вводимой микроводоросли наблюдалось дальнейшее достоверное повышение лизоцимной активности сыворотки крови опытных животных во 2-ой опытной группе на 58,8% ($p < 0,01$) и в 3-ей опытной группе на 45,1% ($p < 0,05$) после третьего месяца исследований. Таким образом, наблюдается дозозависимый эффект включения микроводоросли спирулины, способствующей усилению устойчивости организма коров к чужеродным агентам.

Фагоцитарная активность нейтрофилов является важнейшим показателем иммунобиологического состояния животных. В фагоцитарной защите или фагоцитозе участвуют нейтрофилы, которые способны захватывать, переваривать и полностью нейтрализовать чужеродные вещества и микроорганизмы [6].

В результате проведенных исследований было установлено, что животные, получавшие спирулину, обладали достаточно выраженной клеточной защитной реакцией. Фагоцитарная активность нейтрофилов в 1-ой опытной группе была на 0,8% ($p < 0,05$) выше по сравнению с контрольной группой. Наблюдалось достоверное повышение по данному показателю и во 2-ой опытной группе на 2,1% ($p < 0,01$). У животных, получавших максимальное количество микроводоросли в 3-ей опытной группе фагоцитарная активность также имела достоверное повышение и составило 1,1% ($p < 0,05$) по отношению к контрольным животным.

Заключение. Таким образом, включение микроводоросли спирулины платенсис в рационы коров по показателям естественной резистентности наиболее хорошо были проявлены во второй опытной группе, получавшей суспензию спирулины в дозе 400 мл на одно животное в сутки и проявившей себя как оптимальная дозировка для повышения естественной резистентности коров.

Список используемых источников:

1. Воронин Е.С. Иммунология. Колос-Пресс, 2002. 408 с.
2. Петряков В.В. Влияние спирулины на морфофизиологические показатели крови, резистентность и продуктивность свиней. Автореф. дисс. Самара, 2004. 20 с.
3. Петряков В.В. Физиолого-биохимический статус поросят при скармливании спирулины // Известия СГСХА. №1. 2013. С. 39-42.
4. Петряков В.В. Качество мяса цыплят-бройлеров при включении в рационы микроводоросли спирулины // Новая наука: Проблемы и перспективы. Агентство международных исследований, 2015. №5-2. С. 11-13.
5. Петряков В.В. Спирулина платенсис – биологически активная добавка, обладающая целительными свойствами // Современное общество, образование и наука. Ч. 7. Тамбов, 2015. С. 93-96.

6. Петряков В.В. Микроводоросль *Spirulina platensis* – биологически активная добавка будущего // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2016. №1-2 (59). С. 48-50.
7. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. Мир. 1990.

© 2016, Петряков В.В.

Изменения показателей естественной резистентности сыворотки крови коров при включении в рационы микроводоросли *Spirulina platensis*

© 2016, Petryakov V.V.

*Changes in parameters of the natural resistance of blood serum of cows when rations microalgae *Spirulina platensis**

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.446

Поступила (Received): 20.06.2016

Щербина В.Г. Оценка динамики предгорных экосистем

Scherbina V.G.
Assessment of the dynamics of ecosystems foothill

Анализируется динамика экосистемной упорядоченности, частота встречаемости, видовая емкость, видовая полночленность и видовой фонд экосистем. Установлена высокая зависимость экосистемной упорядоченности от большинства структурных элементов. Наибольшее влияние на величину экосистемной упорядоченности оказывает видовая полночленность, видовая емкость и видовой фонд предгорных экосистем

Ключевые слова: олимпиада, лесные экосистемы, экосистемная упорядоченность, факторы

Щербина Виталий Георгиевич

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Институт природно-технических систем
г. Сочи, ул. Театральная, 8 А

The dynamics of the ecosystem of ordering, the frequency of occurrence of species, container species, species polnochlennost, species Ecosystem Fund. The high dependence of the ecosystem of order most of the structural elements. The greatest impact on the value of ecosystem ordering has polnochlennost species, species and container species foothill ecosystem fund

Key words: olympiad, forest ecosystems, ecosystem ordering, factors

Scherbina Vitaliy Georgiyvich

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Institute of natural and technical systems

Sochi, Teatralnaya st., 8 A

Показатель динамики экосистемы может определяться ее упорядоченностью [2, с. 26-27], реализуемой в виде устойчивости ее внутренней структуры во временном и пространственном аспекте, обусловленной стабильным, взаимосвязанным объединением различных частей экосистемы (экосистемной интегрированностью) и динамической стабильностью между биотопом и биоценозом. Данные вопросы для сочинского побережья России, как региона рекреационно-туристской специализации, остаются слабо изученными.

Методические аспекты. Исследование лесных экосистем проводилось на прилегающей территории к населенным пунктам (Веселое, Верхневеселое, Нижняя Шиловка, Черешня) в предгорной части Нижнешиловского сельского округа Адлерского района города Сочи в 2008-2016 гг. Анализировались: экосистемная упорядоченность, частота встречаемости, видовая емкость, видовая полночленность и видовой фонд экосистем.

Учитывая ранее полученные результаты по пространственным характеристикам степени обеднения терминального видового разнообразия под воздействием антропогенных факторов [4, с. 38-42], экосистемы рассматривались

в трех условных зонах, в зависимости от удаленности от урбанизированной территории: от 0 до 90 м – значительно трансформированные экосистемы (до начала проявления репарационного потенциала); 100-150 – эндодинамическая регенерация (устранение нарушений); 200-300 – фоновое состояние с терминальным видовым разнообразием.

Результаты и их обсуждение. Лесная зона в зоне исследования представлена доминирующими типами экосистем: дубовая; дубово-буковая; каштаново-буковая; кленово-буковая; грабово-буковая; буково-грабовая; характеризуется выраженной парцеллярностью и полидоминантной структурой [3, с. 49].

Из полученных результатов следует, что экосистемы в зоне преваляирования экзодинамических факторов (при удаленности от селитебной зоны до 90 м), в сравнении с экосистемами горного высотного уровня [2, с. 26-27], за последние годы проявляют аналогичную динамику в снижении экосистемной упорядоченности (рис. 1).

Рис. 1. Ретроспективная динамика упорядоченности предгорных лесных экосистем при различной удаленности от урбанизированной территории

Как отличительная черта – обладают меньшей энтропией относительно терминальных сообществ, что объясняется частотой регистрации парцелл с меньшей долей эдификатора в древостое (6Грб4Бк, 6Бк4Грб, 7Кл3Бк, 8Дб2Бк), обладающих большим видовым разнообразием [1, с. 112-121] и проявляющих большую устойчивость к экспансии адвентивных видов [1, с. 247-249].

Экосистемы с регистрируемой эндодинамической регенерацией (удаленность от селитебной зоны 100-150 м) обладают большей упорядоченностью вследствие насыщенности напочвенных фитоценозов лесными видами (34,1%), в том числе и реликтовыми (15,8%) и меньшей долей адвентивных видов (28,0%). В этой зоне начинают регистрироваться новые для ценозов два лесных вида (*Polygonatum multiflorum* и *Ruscus colchicus*) и несколько видов луговых трав (*Agrostis stolonifera*, *Astragalus uliginosus*, *Elymus caucasicus*, *Elytrigia intermedia*, *Festuca orientalis*, *Elytrigia repens*, *Bromus mollis*, *Carex cuspidate*, *Carex phyllostachys*, *Carex sylvatica*, *Deschampsia caespitosa*, *Festuca gigantea*, *Phleum pratense*, *Poterium polygamum*, *Stipa pulcherrima*). Отмечается преобладание доли вредителей над долей редуцентов, т.е. здесь преобладают формы фиторизофагов и основной поток энергии направлен по пастбищной пищевой цепи; диапазон отличия между встречаемостью редуцентов и фиторизофагов варьирует от 2,4 до 5,2%.

В терминальных экосистемах (удаленность от селитебной зоны 200-300 м) регистрируется вариация показателя упорядоченности с минимумом в 2008 и 2012 гг, что объясняется начальным антропогенным освоением территории (2008 г.) и расширением площади антропогенного воздействия (2012 г.) на фоновые экосистемы. В целом отмечена достаточно высокая устойчивость терминальных сообществ, обусловленная такими ведущими факторами, как биоразнообразие аборигенных видов (10,8-45,8%) и видовой фонд экосистем (26,8-34,5%) [3, с. 47-49; 4, с. 41].

На основе обработки данных, с целью выявления статистической сопряженности между экосистемной упорядоченностью и основными структурными показателями, была построена регрессионная модель (таблица 1), с учетом ретроспективной динамики, включающая: частоту встречаемости адвентивных видов (x_1); суммарную численность аборигенных видов (x_2); видовую полночленность (x_3); суммарную численность адвентивных видов (x_4); численность адвентивных видов на площадках (x_5); частоту встречаемости аборигенных видов (x_6); видовой фонд (x_7); видовую емкость (x_8).

Таблица 1. Зависимость экосистемной упорядоченности от основных структурных показателей в предгорных лесных экосистемах

Результирующая переменная (y)	Регрессионная модель	Доля влияния факторов, % ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$)
Экосистемная упорядоченность	$y = -0,749x_1 + 0,168x_2 + 234,477x_3 - 0,738x_4 - 3,314x_5 + 0,746x_6 - 21,090x_7 + 30,855x_8$	5,59; 0,40; 12,94; 5,39; 1,58; 3,69; 17,69; 14,52

Результаты анализа свидетельствуют о достаточно сильной зависимости (коэффициент множественной корреляции 0,813) экосистемной упорядоченности от большинства рассмотренных структурных элементов; наибольшее влияние на экосистемную упорядоченность оказывает видовая полночленность (12,9%), видовая емкость (14,5%) и видовой фонд (17,7%) предгорных экосистем.

Список используемых источников:

1. Щербина В.Г. Экотопология Кавказа. Кривой Рог: Видавничий дім, 2008. 316 с.
2. Щербина В.Г., Щербина Ю.Г., Волков А.Н. Пространственная динамика репарационного потенциала лесных экосистем горного кластера // Инновационные системы. 2014. №1(1). С. 12-30.
3. Щербина В.Г. Постолимпийские диапазоны устойчивости и восстановления трансформированных предгорных экосистем // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2015. №3(10). С. 46-50.
4. Щербина Ю.Г., Щербина В.Г. Пространственная динамика устойчивости лесных экосистем в зоне олимпиады-2014 // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2014. №2(9). С. 38-42.

© 2016, Щербина В.Г.

Оценка динамики предгорных экосистем

© 2016, Scherbina V.G.

Assessment of the dynamics of ecosystems foothill

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.450

Поступила (Received): 29.06.2016

Щербина В.Г., Волков А.Н.
Постолимпийская трансформация флористического
состава лесных экосистем сочинского побережья

Scherbina V.G., Volkov A.N.
The transformation of the post-Olympic Sochi coast
floristic composition of forest ecosystems

Приведен флористический состав лесных горных фрагментированных экосистем сочинского побережья в зоне олимпийского освоения.

Полученные результаты позволяют сделать предположение о большей степени синантропизации и адвентивизации ценозов на сформированных меньших по площади участках природных сообществ

Ключевые слова: олимпиада, лесные экосистемы, флора, трансформация

Results study the floristic composition of the forest fragmented mountain ecosystems of the Sochi coast in the area of the Olympic development. These results suggests a high degree of synanthropization and adventivizatsii cenoses formed on the smaller square areas of natural communities

Key words: olympiad, forest ecosystems, flora, transformation

Щербина Виталий Георгиевич

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

*Институт природно-технических систем
 г. Сочи, ул. Театральная, 8 А*

Scherbina Vitaliy Georgiyvich

*Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
 Institute of natural and technical systems
 Sochi, Teatralnaya st., 8 A*

Волков Александр Николаевич

*Кандидат технических наук, декан
 Сочинский государственный университет
 г. Сочи, ул. Советская, 26 А*

Volkov Alexander Nikolayevich

*Candidate of Technical Sciences, Dean
 Sochi state university
 Sochi, Sovetskaya st., 26 A*

В ходе реализации олимпийских инвестиционных проектов в лесной зоне сочинского побережья и, соответственно, возросшего антропогенного на нее влияния, поставило под угрозу перспективную возможность полноценного выполнения лесными экосистемами экономических, экологических и социальных функций.

Лесные горные экосистемы в прилегающих участках к селитебной зоне, спортивным сооружениям и инфраструктуре характеризуются широким набором парцеллярной совокупности [6, с. 483]. Распространение получили парцеллы с разной долей участия кондоминирующих буковых, дубовых, грабо-

вых, пихтовых эдификаторов, а также каштановые парцеллы с примесью лещины, дуба; грабовые с примесью бука, клена, ясеня обыкновенного, ольхи черной. В производных лесных насаждениях регистрируются парцеллы с орехом грецким, каштаном, грушей, осинкой, с подлеском из черники кавказской, падуба, лещины, бузины, свидины.

Экосистемы с доминирующим *Carpinus* относятся к сообществам производных лесов и, как правило, имеют папоротниковый, азалиевый, скумпиевый или бузиново-лещиновый подлесок. Вторым ярус представлен доминирующей *Alnus glutinosa*. Кондоминантом является *Alnus incana*. В строении яруса участвуют: *Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Cerasus avium*, *Pyrus caucasicus*, *Ulmus glabra*, *Castanea sativa*, *Salix alba*, *Salix pentandroides*, *Malus orientalis*, *Juglans regia*. В подлеске доминируют: *Sambucus nigra*, *Corylus avellana*, *Cotinus coggygria*, *Acer laetum*, *Crataegus kyrtostyla*, *Rhododendron luteum*. В травяном покрове доминируют лесные мезофильные и гидромезофильные виды: *Equisetum pratense*, *Sanicula europaea*, *Struthiopteris gilicestrum*, *Symphytum grandiflorum*, *Paris incompleta*, *Petasites albus*. Регистрируются редкие и эндемичные виды: *Epipactis helleborine*, *Colchicum speciosum*, *Cyclamen coum*.

Экосистемы с *Quercus* (*Q. iberica*, *Q. pubescens*, *Q. petraea*) в раннем историческом периоде на Кавказе были самыми распространенными [1, с. 185]. С антропогенным освоением территории и развитием земледелия их площади значительно уменьшились, чему способствовал также выпас скота, снижающий естественное возобновление. Сохранились они главным образом в малодоступных ущельях и крутых склонах, где представляют насаждения низкой производительности. В подросте доминируют *Carpinus caucasica* и *Fagus orientalis*. Подлесок представлен *Polypodiophyta*, разнотравье, *Rhododendron luteum*, *Frángula alnus*, *Euonymus europaeus*, *Mespilus germanica*, *Prunus divaricata*. В парцеллах травяного покрова доминируют *Cynanchum scandens*, *Tamus communis*, *Campanula bononiensis*, *Melampyrum arvense*, *Lathyrus roseus*, *Polygonatum polyanthemum*, *Lampsana communis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Betonica officinalis*, *Carlina vulgaris*, *Coronilla varia*, *Hypericum perforatum*, *Lavatera thurigiaca*, *Hieracium umbellatum*, *Orobancha* sp.

В экосистемах *Fagus orientalis* кондоминантами и субкондоминантами являются *Quercus* sp., *Fraxinus* sp., *Acer laetum*, *Ulmus laciniata*, *Carpinus caucasica*, *C. orientalis* [5, с. 48]. Сопутствующими реликтовыми видами являются: *Acer campestre*, *Ficus carica*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia begoniifolia*, *Taxus baccata*. Реликтовые лианы представлены: *Hedera colchica*, *Hedera helix*, *Periploca graeca*, *Lonicera carifolium*, *Smilax excelsa*, *Tamus communis* L. Регистрируются: *Fomes fomentarius*, *Polyporus squamosus*, *Ganoderma applanatum*, *Fomitopsis pinicola*. Напочвенный покров представлен: *Rubus caesius*, *Trachystemon orientalis*, *Impatiens balsamina*, *Circaea intermedia*, *Cardamine*, *Euphorbia amygdoloides*, *Symphytum grandiflorum*, *Polipodiaceae*, *Hedera colchica*, *Viola silvestris*, *Asperula odorata*, *Aster laevis*, *Coichicum umbrosum*, *Aruncus vulgaris*, *Paris incompleta*, *Geranium Robertianum*, *Dioscorea caucasica*, *Duchesnea indica*, *Galeobdolon luteum*, *Epilobium montanum*, *Aristolochia pontica*, *Asarum ibericum*, *Urtica dioica*, *Polygonatum multiflorum*, *Tussilago*

farfara, *Paeonia kavachensis*, *Sanicula europaea*, *Galium verum*, *Andróméda* sp., *Sanicula europaea*, *Galium verum*, *Cyclamen caucasicum*, *Bidens cernua*. Моховой покров характеризуется наличием: *Leucodon innersus*, *Pterigynandrum filiforme*, *Anomodon attenuatus*, *A. longifolius*, *Polytrichum formosum*, *Fontinalis* sp. Лишайники представлены видами: *Xanthoria parietina*, *Cetraria* sp., *Lecanora* sp., *Peltigira canina*, *Evernia divaricata*, *Physcia* sp., *Lobaria pulmonaria*, *L. amplissima*, *Letharia vulpina*, *Usnea articulate*, *Bryoria jubatus*, *Usnea florida*. Регистрируются отдельные особи видов-фитофагов: *Crioceris duodecimpunctata*, *Lilioceris lili*, *Lilioceris merdigera*, *Clytra quadripunctata*, *Adoxus obscura*, *Chrysolina graminis*, *Zygogramma suturalis*, *Tenebrio molitor*, *Gonioctena viminalis*, *Lochmaea capraea*.

Приведенный флористический состав лесных экосистем указывает на их историческую антропогенную трансформацию, проявляющуюся в высокой парцеллярности, что подтверждается и детализируется в работах многих авторов [1, с. 247-251; 3, с. 31-34]. В последние годы, в результате реализации проекта Олимпиада-2014, на выраженную парцеллярность наложился фактор антропогенной фрагментации участков леса сформировав так называемые антропогенные рубежи [3, с. 72] (лесные дороги; лыжные трассы; технологические трассы и подъёмники; поселения, комплекс трамплинов, стадионы и объекты инфраструктуры) и вызвав их физическую изоляцию. Известно, что любые формы изоляции лесных участков сопровождаются элизией части оставшихся видов [4, с. 83]. Освободившиеся экологические ниши занимают формы из прилегающих местообитаний, включая синантропные виды [5, с. 49]. Исходя из теории инсультризации, что степень проявления эффекта зависит от площади изолята [2, с. 128], можно предположить большую степень антропогенной трансформации (синантропизацию, адвентивизацию) ценозов на сформированных меньших по площади участках природных сообществ.

Для реализации системного анализа трансформированных экосистем, в прилегающей к олимпийским объектам зоне, необходим комплекс исследований, включающий популяционно-экологический анализ на границе перехода между двумя соседствующими экосистемами, с учетом редких и эндемичных видов: площадь выявления ценопопуляций и демографическую структуру; биологический полиморфизм и полифенизм популяций; степень адаптивной изменчивости селективной ценности видовых признаков; экологическую пластичность и адаптированность к циклическим и внезапным изменением условий среды; выравненность популяционной структуры для анализа динамики типологии и выравненности популяций; характеристику ценотипа и ценотической радиальности; экологическую резистентность; конфигурацию ценогенных полей; циклические популяционные осцилляции с учетом триггерной импульсацией плотности.

Список используемых источников:

1. Гулисашвили В.З. Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. М.: Наука, 1964. 325 с.
2. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. Молд. сов. энцикл., 1990. 406 с.
3. Ивонин В.М., Пиньковский М.Д., Егошин А.В. Реабилитация лесных экосистем, нарушенных в ходе строительства объектов Олимпиады-2014. Сочи, 2012. 250 с.

4. Казенс Д. Введение в лесную экологию. М.: Лесная промышленность, 1982. 144 с.
5. Щербина В.Г. Постолимпийские диапазоны устойчивости и восстановления трансформированных предгорных экосистем // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2015. №3(10). С. 46-50.
6. Щербина В.Г. Зависимость степени антропогенной трансформации лесных экосистем от величины их фрагментации // Научный альманах. 2016. №4-3 (18). С. 482-484.

© 2016, Щербина В.Г., Волков А.Н.

*Постолимпийская трансформация
флористического состава лесных экосистем
сочинского побережья*

© 2016, Scherbina V.G., Volkov A.N.

*The transformation of the post-Olympic Sochi coast
floristic composition of forest ecosystems*

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.454

Поступила (Received): 24.06.2016

**Астахов А.С., Жерносенко А.А., Хонина Г.В., Петров К.И.
Терапия коров с острым послеродовым эндометритом
в условиях молочного комплекса ООО "Эвика-Агро"
Исетского района Тюменской области**

**Astahov A.S., Zhernosenko A.A., Khonina G.V., Petrov K.I.
Therapy of cows with acute postpartum endometritis in
the conditions of the dairy complex LLC "Evic-agro
Isetsky district of the Tyumen region**

Проведены комплексные исследования состояния воспроизводства на современном молочном комплексе. Были проведены опыты по изучению эффективности препаратов "Ниокситил", "Аргумистин", "Эксфо". В процессе работы были испытаны комплексные схемы терапии коров с острым послеродовым эндометритом. Определена терапевтическая эффективность комплексных схем терапии коров при послеродовой патологии

Ключевые слова: корова, послеродовый эндометрит, Ниокситил, Аргумистин, Эксфо, молочный комплекс

Conducted comprehensive studies of the state of reproduction in modern dairy complex. Experiments were conducted to study the efficacy of drugs "Nioksitil", "Argumistin", "Eksfo". In the process, we were tested complex regimens cows with acute postpartum endometritis. Ascertain a therapeutically effective integrated circuits cow therapy at postnatal pathology

Key words: cow, postpartum endometritis, Nioksitil, Argumistin, Eksfo, dairy complex

Астахов Анатолий Сергеевич

Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Институтская, 2

Astahov Anatoly Sergeevich

Omsk state agricultural university named P.A.
Stolypin
Omsk, Institutskaya st., 2

Жерносенко Александр Александрович

Кандидат ветеринарных наук, доцент
Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Институтская, 2

Zhernosenko Aleksandr Aleksandrovich

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Omsk state agricultural university named P.A.
Stolypin
Omsk, Institutskaya st., 2

Хонина Галина Васильевна

Кандидат ветеринарных наук, доцент
Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Институтская, 2

Khonina Galina Vasilyevna

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Omsk state agricultural university named P.A.
Stolypin
Omsk, Institutskaya st., 2

Петров Константин Иванович

Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Институтская, 2

Petrov Konstantin Ivanovich

Omsk state agricultural university named P.A.
Stolypin
Omsk, Institutskaya st., 2

Введение: В современном мире в настоящее время в Российской Федерации идет наращивание поголовья крупного рогатого скота, это связано в первую очередь с необходимостью наполнения продовольственного рынка качественными молочными и мясными продуктами, а также, накопление молочного потенциала для дальнейшего развития молочной и мясной отрасли в области продуктивного животноводства.

Необходимо отметить, что в период с начала 2000-х годов в Российскую Федерацию активно ввозился крупный рогатый скот из-за рубежа. Это связано с тем, что в нашей стране резко обострилась тема сохранения поголовья, и выход на новые рубежи работы с ним. Наряду с ввозом крупного рогатого скота по всей стране создавались новые молочно-товарные комплексы для выращивания, содержания и получения товарных нетелей и бычков не только для выращивания, но и для получения от них высококачественной продукции в виде молока и мяса.

Для получения приплода на молочных комплексах должно уделяться особое внимание на состояние молочного стада, а также, нетелей. Это выражено в первую очередь в индивидуальном подходе в работе с животными, их критической оценке и разработке конкретных зооветеринарных мероприятий, направленных на повышение воспроизводительной способности. Такая работа позволит придерживаться тактики «от каждой коровы по теленку в год», и что в дальнейшем обязательно будет выражено в сохранении молочного поголовья, увеличению молочной продуктивности.

Эндометриты в хозяйствах наносят большой экономический ущерб, который выражен в удлинении сроков сервис-периода, увеличению затрат на лечение больных животных, увеличению количества кратности осеменения а также недополучения приплода в хозяйстве.

По мнению Трухачева В.И., Никитина В.Я. и др. (2011) острые катаральные эндометриты наносят большой ущерб крупному молочному животноводству. Зачастую, по их мнению, лечение неэффективно из-за того, что нет должного учета заболевания, и не проводится соответствующая должная коррекция воспроизводительной функции коров на комплексах.

Если рассматривать этиологический фактор возникновения послеродовых эндометритов у коров, то Коба И.С. с соавт. (2015) пришел к выводу, что возникновение и развитие послеродовых эндометритов происходит на фоне повышения количества лейкоцитов, сегментоядерных нейтрофилов, при низком уровне каротина и альбуминов. Патогенные бактерии и грибы могут проникать экзогенным путем и вызывать воспалительный процесс при наличии соответствующих условий.

Попов Л.К. (2013) указывает на то, что в последние годы в хозяйства Российской Федерации в большом количестве завозится импортный крупный рогатый скот, в основном голштинской и симментальской породы. Однако, как оказалось срок хозяйственного использования импортных животных не превышает 2-2,2 лактации. Причина ранней выбраковки импортных коров самые разнообразные, но чаще всего регистрируются болезни органов пищеварения, болезни конечностей и акушерско-гинекологические заболевания. Пусковым

механизмом, как известно, в возникновении этих заболеваний являются погрешности в кормлении, содержании и эксплуатации. На фоне этих погрешностей возникает нарушение обмена веществ.

Целью нашего исследования являлось изучение эффективности применяемых схем терапии коров с острым послеродовым гнойно-катаральным эндометритом.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Определить заболеваемость коров послеродовыми заболеваниями, в условиях молочного комплекса;
- 2) Определить основные причины острого послеродового эндометрита у коров на молочном комплексе ООО "Эвика-Агро".
- 3) Провести сравнительную оценку терапии коров, основанные на применении препаратов «Аргумистин», «Ниокситил» в сочетании с препаратом «Эксфо».

Материалы и методы исследований:

Работа была проведена на молочном комплексе ООО "Эвика-Агро" Исетского района Тюменской области, в период прохождения производственной преддипломной практики.

Объектом исследования послужили коровы голштинофризской породы с признаками острого послеродового эндометрита в количестве 30 голов. Диагноз устанавливался на основании анамнестических данных, результатов общего и специального клинического исследования.

Распространение акушерско-гинекологических заболеваний у коров на молочном комплексе изучались путем проведения анализа кормления, условий содержания и эксплуатации животных.

В проводимых исследованиях учитывали течение послеродового периода, общее состояние животных. Клинико-гинекологические исследования включали в себя: обследование наружных половых органов, ректальное исследование состояния репродуктивного тракта, а также вагинальное исследование слизистой оболочки влагалища и шейки матки. Для проведения исследований было сформировано две группы по 15 голов в каждой.

Терапию коров с признаками острого послеродового гнойно-катарального эндометрита проводили с использованием комплексных схем.

В первой группе (контроль) применяли схему лечения с использованием препаратов «Аргумистин». Препарат «Аргумистин» вводили внутриматочно в дозе 70 – 100 мл, 1 раз в сутки, с интервалом 24 часа.

Во второй группе (опыт) применяли схему лечения, с применением препаратов «Ниокситил». Препарат «Ниокситил» вводили внутриматочно в дозе 10-15 мл на 100 кг массы животного, с интервалом 48-72 часа, до выздоровления.

В обеих группах применяли препарат «Эксфо», который вводили в дозе 1 мл на 50 кг живой массы тела животного, один раз в день в течение 3 суток, внутримышечно.

Ход лечения контролировали клинико-гинекологическими исследованиями. Лечение считалось законченным при прекращении выделения лохий,

восстановление тонуса матки. При проведении диагностических и терапевтических манипуляциях соблюдались правила асептики и антисептики.

Результаты исследований:

После проведенного лечения животных нами было установлено, что на 9-е сутки выздоровление было у 8 голов опытной группы, что составило 53,4%, а в контрольной группе только у 5 голов, что составило 33,3%. На 12-е сутки после терапии, выздоровление было зарегистрировано в опытной группе у 4 голов, что составило 26,6%, а в контрольной группе – у 3-х голов, что составило 20%. На 15-е сутки после лечения коров выздоровление было отмечено в опытной группе у 3 голов (20%), а в контрольной группе также у 3 голов (20%). На 18-е сутки терапии в контрольной группе коров было отмечено у оставшихся 4 голов (26,7%).

Выводы:

1) При диспансеризации 86 голов коров от 8 до 12 суток после отела у 30 коров был установлен острый послеродовый гнойно-катаральный эндометрит, что в структуре заболеваний составило 35%. У 7 голов коров было диагностировано задержание последа, что составило 8%. У 49 голов коров было нормальное течение послеродового периода, что составило 54%.

2) Основными причинами острого послеродового эндометрита у коров на молочном комплексе ООО "Эвика-Агро" являются: несбалансированное кормление (40%), послеродовые осложнения (35%), нарушение обмена веществ (14%) и прочие причины (11%).

3) Наиболее эффективной схемы терапии оказалась применение схема с использованием препаратов "Ниокситил" и "Эксфо", которая оказала наиболее эффективное влияние на восстановление репродуктивного тракта коров после родов.

Список используемых источников:

1. Трухачев В.И. Эффективность лечения коров с гипофункцией яичников на МТФ ОАО "Урожайное" Новоалександровского района Ставропольского края / В. И. Трухачев, В. Я. Никитин, Б. В. Пьянов, Н. В. Белугин // Ветеринарная служба Ставрополье. Ставрополь, 2011. №4. С. 27-30.
2. Коба И. С. Этиология и патогенез послеродового эндометрита у коров / И. С. Коба, М. Б. Решетка, М. С. Дубовикова // Вестник АПК Ставрополья. 2015. №4 (20). С. 95-98.
3. Попов Л. К. Причины выбраковки импортного крупного рогатого скота в хозяйствах центрально-черноземной зоны / Л. К. Попов, В. В. Злобин, И. В. Иванова, А. Ю. Иванов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. №1. С. 29-31.

© 2016, Астахов А.С., Жерносенко А.А., Хонина Г.В., Петров К.И.

Терапия коров с острым послеродовым эндометритом в условиях молочного комплекса ООО "Эвика-Агро" Исетского района Тюменской области

© 2016, Astahov A.S., Zhernosenko A.A., Khonina G.V., Petrov K.I.

Therapy of cows with acute postpartum endometritis in the conditions of the dairy complex LLC "Evic-agro Isetsky district of the Tyumen region

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.459

Поступила (Received): 04.06.2016

Занозина О.Д., Шабанова И.В.
Способ получения микроудобрения
на основе биоактивных кислот

Zanozina O.D., Shabanova I.V.
The method of obtaining microfertilizers based on bioactive acids

Хелатное микроудобрение на основе разнолигандных комплексов с янтарной и лимонной кислотами является эффективным препаратом для увеличения продуктивности зерновых культур и снижения содержания особо опасных металлов в продукции до уровня пригодного для детского питания

Ключевые слова: микроудобрения, сукцинаты, цитраты, озимая пшеница, кадмий

Занозина Олеся Дмитриевна
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Шабанова Ирина Вячеславовна
Кандидат химических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Chelated microfertilizers based on complexes with succinic and citric acids is an effective drug for increasing the productivity of crops and reduce the content of particularly hazardous metals in products to a level suitable for baby food

Key words: microfertilizers, succinates, citrates, winter wheat, cadmium

Zanozina Olesya Dmitriyevna
Kuban state agricultural university
Krasnodar, Kalinin st., 13

Shabanova Irina Vyacheslavovna
Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor
Kuban state agricultural university
Krasnodar, Kalinin st., 13

Интенсификация земледелия приводит к обеднению почв полезными веществами, что влияет на обеспеченность макро- и микроэлементами возделываемых культур, снижая их урожайность и качество продукции. Восстановление макроэлементного питания минеральными удобрениями сельхозпроизводителями проводится регулярно, вопрос о подкормках микроэлементами, как правило, не ставится. Это обусловлено высокой стоимостью микроудобрений, и незначительным их влиянием на урожайность, фактором, преобладающим, по мнению аграриев над качеством продукции.

Поэтому целью работы было создание недорогого комплексного микроудобрения для некорневой обработки растений, способствующего улучшению качества продукции и, соответственно, ее рентабельности. В настоящее время на рынке представлено большое количество микроудобрений российского и зарубежного производства [2,7]. Возникающий вопрос, о необходимости разработки новых формул связан с имеющимися недостатками, к которым можно отнести:

1) Перегруженность формулы составляющими компонентами. Не всегда «чем больше, тем лучше» срабатывает. Вносимые дополнительные микроэлементы в композицию, зачастую, только увеличивают себестоимость продукции, не оказывая влияния на ее эффективность. Например, виноградники ежегодно обрабатывают от грибковых заболеваний медным купоросом, поэтому вносить в формулу микроудобрения Cu^{2+} не рационально [6].

2) Использование в качестве хелатирующих агентов «балластные» органические соединения, не обладающие биологической активностью. Например, хелатные микроудобрения на основе этилендиаминтетраацетата натрия ($\text{Na}_2[\text{H}_2\text{Y}]$) широко представлены на рынке, однако, из-за высокой константы устойчивости с металлами, поглощение их растениями при некорневой обработке затруднено, а значит и эффективность снижается.

Разработку принципиально нового удобрения начали с анализа мониторинга системы удобрение-почва-растение на содержание тяжелых металлов, проводимое в течение 10 лет с 2004 г. на опытном поле учхоза Кубань в условиях 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота [1,4]. Севооборот включал культуры кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, озимый ячмень, люцерну и различные сорта озимой пшеницы.

На основании анализа установлено, что за исследуемый период обеспеченность почвы по содержанию марганца, меди, цинка и кобальта снизилась со среднего уровня до низкого. Степени подвижности: Mn 15 %, Cu, Zn, Co – не превышает 5 %. На фоне недостатка микроэлементов, наблюдается накопление токсичных металлов в выращенной продукции. В исследуемых образцах озимой пшеницы на вариантах с высокими дозами удобрений содержание кадмия в 1,1-1,4 раза превышает ПДК для детского питания (0,06 мг/кг согласно СанПиН 2.3.2.1078-01), что делает продукцию непригодной в пищу. Факторами, влияющими на повышенное накопление кадмия в зерне, являются высокие дозы удобрений, увеличивающие поглощательную способность растений, и низкое содержание подвижных форм цинка в почве, вследствие чего Cd, обладая синергизмом к Zn, замещает его вакантное место в питании озимой пшеницы [3]. Поэтому, важно применение микроудобрений для восстановления питания растений озимой пшеницы и предотвращения загрязнения токсичными металлами 1-го класса опасности.

Содержание микроэлементов в удобрении рассчитывали исходя из двух факторов: первое – содержание их в зерне и растворимость в полученной системе. При нормальной обеспеченности в зерне озимой пшеницы соотношение микроэлементов составляло $\text{Mn}:\text{Zn}:\text{Cu}:\text{Co} = 70:69:12:1$.

Поскольку некорневая обработка растворами неорганических солей микроэлементов Mn, Zn, Cu и Co невозможна, ввиду выпадения их в осадок вследствие гидролиза, то были использованы хелатирующие агенты. Применение обычного для микроудобрений хелатирующего агента этилендиаминтетраацетата натрия представляется малоэффективным из-за очень высоких значений констант устойчивости соединений, например $K_y(\text{Na}_2[\text{CuY}]) = 18,9$, а $K_y(\text{Na}_2[\text{ZnY}]) = 16,7$. Кроме того, для него отсутствуют сведения о биологической активности. Поэтому, было предложено использовать в качестве лигандов рострегулятор – янтарную кислоту и для увеличения растворимости комплекса – лимонную кислоту.

Поскольку константы устойчивости цитратных комплексов гораздо ниже, чем этилендиаминтетраацетатов (например, $K_y([CuCit]^{2-}) = 5.9$; $K_y([ZnCit]^{2-}) = 4.9$), то микроэлементы из этих соединений будут легче усваиваться растениями [6].

Для регулирования pH ≈ 7 раствора, использовали в процентах по массе борную кислоту 5,5-5,7 % и гидроксид калия 17-18 %, изотонический коэффициент поддерживали внесением хлорида лития 0,19-0,21 %. Содержание янтарной кислоты не превышало 8-10 %, лимонной более 17 %. В качестве источников микроэлементов использовали растворимые в воде неорганические соли в пересчете на марганец 1,5-1,7 %, цинк 1,2-1,4 %, кобальт 0,2-0,4 % и медь 0,5-0,7 %.

Испытания полученного хелатного микроудобрения проводили на опытном поле учхоза Кубань на озимой пшенице сорта Краснодарская [5]. На фоне минерального удобрения питания $N_{40}P_{30}K_{20}$ обработка микроудобрением дозой 3 л/га в фазе кущения дала прирост урожая по сравнению с контролем до 20 %. Самым эффективным оказалось использование для некорневой обработки хелатов микроэлементов в фазе кущения дозой 1,5 л/га, что позволило повысить содержание в зерне клейковины до 23 % и белка до 13,7 %, и снизить накопление кадмия с 0,15 мг/кг на фоне минерального питания до 0,03 мг/кг, сделав продукцию пригодной для питания детей.

Таким образом, предложено новое комплексное микроудобрение на основе разнолигандных хелатов биоактивных кислот, позволяющее получать качественную зерновую продукцию с низким содержанием токсичных металлов.

Список используемых источников:

1. Гайдукова Н. Г., Терпелец В. И., Баракин Н. С., Шабанова И. В. О распределении соединений Mn, Cu, Zn, Pb, Cd и Co в почвенном профиле чернозема выщелоченного Азово-Кубанской низменности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета Краснодар: КубГАУ, 2014. №95. С. 729-741. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/47.pdf>
2. Гайсин И. А., Муртазин М. Г., Муртазина С. Г. Эффективность некорневой подкормки хелатным микроудобрением в сочетании с азотом в технологии возделывания яровой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2. С. 1-7.
3. Занозина О. Д., Шабанова И. В. Получение экологически чистой зерновой продукции в условиях применения различных доз удобрений // Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. тр. Тамбов. 2015. С. 37-38.
4. Занозина О.Д., Шабанова И.В. Содержание различных форм соединений цинка, свинца и кадмия в пахотном слое чернозема выщелоченного // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Краснодар: Кубанский ГАУ. 2016. С. 26-28.
5. Лебедовский И. А., Шабанова И. В., Яковлева Е. А. Влияние микроэлементов на продуктивность и качество озимой пшеницы, возделываемой на черноземе выщелоченном западного Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82(08). С. 684-695.
6. Малтабар Л. М., Шабанова И. В., Гайдукова Н. Г. Комплексные микроудобрения в виноградарстве // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 4. С. 103-113.
7. Мудрик В. А., Лучицкая О. А. Влияние препаратов микроудобрений, активизирующих ассоциативную азотфиксацию, на засуху и холодоустойчивость растений яровой пшеницы // Агрохимия. 2014. № 4. С. 70-73.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.462

Поступила (Received): 23.06.2016

Избасаров А.Ж., Якушкин И.В., Мастеков А.А. Влияние условий содержания дойных коров на ветеринарно-санитарную оценку молока

Izbasarov A.Z., Yakushkin I.V., Mashtakov A.A.
Influence of conditions of dairy cows in the
veterinary and sanitary evaluation of milk

Рассмотрены вопросы влияния условий содержания дойных коров на ветеринарно-санитарную оценку молока. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что современный подход к ведению молочного скотоводства предусматривает не только его рациональное ведение и увеличение валового производства молока, но и повышение его санитарного качества. Повышение требований к ветеринарно-санитарному состоянию молока-сырья вызвано рядом обстоятельств, главным из которых является потребность молокопроизводителей конкурировать на внутреннем и внешнем рынке молочной промышленности

Ключевые слова: коровник, микроклимат, молоко

The questions the effect of the conditions of dairy cows in the veterinary and sanitary evaluation of milk. The relevance of the research topic stems from the fact that the modern approach to the management of dairy cattle breeding involves not only the rational management and an increase in gross production of milk, but also to improve its sanitary quality. Increasing requirements for veterinary-sanitary conditions of raw milk caused by a number of factors, chief among which is the need for milk producers to compete in the domestic and foreign markets dairy industry

Key words: cubicle, microclimate, milk

Избасаров Аскар Жумагалиевич

Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Октябрьская, 92

Izbasarov Askar Zhumagalievich

Omsk state agrarian university named P.A. Stolypin
Omsk, Oktyabrskaya st., 92

Якушкин Игорь Викторович

Кандидат ветеринарных наук, доцент
Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Октябрьская, 92

Yakushkin Igor Viktorovich

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Omsk state agrarian university named P.A. Stolypin
Omsk, Oktyabrskaya st., 92

Мастеков Аслан Аменкельдеевич

Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, ул. Октябрьская, 92

Mastekov Aslan Amangeldievich

Omsk state agrarian university named P.A. Stolypin
Omsk, Oktyabrskaya st., 92

Одним из основных продуктов животноводства является молоко, которое представляет собой сложную биологическую жидкость, образующуюся в молочной железе самок млекопитающих. Молоко обладает высокой пищевой ценностью, иммунологическими и бактерицидными свойствами. Оно является

незаменимой полноценной пищей для новорожденных и высокоценным продуктом питания человека всех возрастов. Высокая пищевая ценность молока состоит в том, что оно содержит белки, жиры, углеводы, витамины, ферменты, гормоны, минеральные и другие вещества, необходимые для человеческого организма в оптимально сбалансированных соотношениях и легкоусвояемой форме. Поэтому одной из основных задач молочного скотоводства является увеличение объемов производства молока, и самое главное – повышение его биологической ценности и санитарного качества. Последнее, в свою очередь, влияет на здоровье человека, экономический потенциал хозяйств и предприятий молочной промышленности.

На качество получаемого молока влияют следующие факторы: полноценность кормления животных: энергетическая ценность кормового рациона, соотношение основных питательных веществ (протеина, клетчатки, крахмала, сахара и биологически активных веществ, которые влияют на состав и свойства молока). Микроклимат: животноводческие помещения с нормированным микроклиматом целесообразно оборудовать отоплением и вентиляцией с применением программного автоматического управления этими системами с помощью приборов и аппаратов, отличающихся быстротой и гибкостью регулирования в зависимости от изменения температуры, влажности, скорости движения воздуха и др.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что современный подход к ведению молочного скотоводства предусматривает не только его рациональное ведение и увеличение валового производства молока, но и повышение его санитарного качества. Повышение требований к ветеринарно-санитарному состоянию молока-сырья вызвано рядом обстоятельств, главным из которых является потребность молокопроизводителей конкурировать на внутреннем и внешнем рынке молочной промышленности.

Целью данной работы является оценка влияния микроклимата коровника ООО «Рассвет» Таврического района Омской области на результаты ветеринарно-санитарной оценки молока.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Провести анализ параметров микроклимата коровника
2. Дать ветеринарно-санитарную оценку молока
3. Оценить влияние микроклимата в коровнике на результаты ветеринарно-санитарной оценки получаемого молока.

Параметры микроклимата определяли общепринятыми методами: освещенность измеряли с использованием люксметра Ю-116, температуру воздуха измеряли определяли в 9 точках помещения с использованием электронного термометра, влажность определяли аспирационным психрометром, а запись колебаний температуры и влажности вели с использованием недельных термографа и гигрографа; микробное загрязнение воздуха определяли седиментационным методом с использованием МПА; аммиак измеряли универсальным газоанализатором УГ-2. Полученное молоко исследовали по следующим показате-

лям: содержание соматических клеток определяли с использованием вискозиметра; КМАФАнМ определяли люминесцентным методом согласно ГОСТ 52415-2005 «Молоко натуральное коровье – сырье. Люминесцентный метод определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»; кислотность титрометрическим методом согласно ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»; жирность определяли анализатором качества молока Лактан 1-4 М.

Результаты исследований

Результаты влияния микроклимата помещения коровника на ветеринарно-санитарную оценку молока представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты влияния микроклимата на ветеринарно-санитарную оценку молока

Показатель	Период исследования											
	Январь	февраль	март	апрель	Май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Температура воздуха	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Влажность воздуха	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
КЕО	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Микробное загрязнение воздуха	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Концентрация аммиака в воздухе	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Количество соматических клеток в молоке	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КМАФАнМ в молоке	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Кислотность молока	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жирность молока	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

*Примечание «+» соответствие нормам, «-» несоответствие нормам

Результаты оценки влияния микроклимата помещения коровника на ветеринарно-санитарную оценку молока отображены в приложении-1.

Исходя из данных приложения 1 видно, что показания КМАФАнМ не соответствует норме в пробах молока в марте и апреле 2015 года. По нашему мнению причиной этого может быть стабильно высокое микробное загрязнение воздуха в помещении в котором содержатся дойные коровы в марте на 12,2 тыс м.т. /м3, а в апреле на 11,7 тыс м.т. /м3.

Также свое влияние на данный показатель качества молока может оказать повышенное содержание аммиака в воздухе (4...6 мг/м³), также такие показатели как температура и влажность воздуха в совокупности при превышении норм как в случае с ООО «Рассвет» приводят к стабильному изменению микроклимата в помещении и ухудшению санитарного качества молока в первую очередь к концу стойлового периода (в марте, апреле) что видно из приложения 1.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что большинство параметров микроклимата в помещений для содержания дойных коров и откормочных животных в динамике не превышали нормативных показателей. Однако, уровень микробного загрязнения в помещений для содержания дойных коров превышал допустимый уровень на 0,5...2,2 тыс. м.т./м³ и уровень концентрации аммиака в воздухе на протяжении всего года (кроме 3-х летних месяцев пастбищного периода) превышал предельно допустимый уровень на 1...8 мг/м³.

2. По результатам ветеринарно-санитарной оценки молоко, полученное в ООО «Рассвет» соответствовало требованиям к молоку высшего сорта со-гласно ТР ТС 033/2013.

3. При анализе полученных данных установлено, что несмотря на превышение предельных норм микроклимата по аммиаку и микробному загрязнению воздуха это не отразилось на качестве и результатах ветеринарно-санитарной оценки молока.

Список используемых источников:

1. Ветеринарно-санитарная оценка качества молока. URL:<http://referats.allbest.ru>

URL: http://revolution.allbest.ru/agriculture/00072928_0.html

2 Шведова Н.И., Якушкин И.В. Санитарно-гигиеническое исследование воздушной среды, почвы, воды, кормов. Омск: Изд-во ИВМ ОмГАУ, 2005.

3. Ларионов Г.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Молоко и молочные продукты. М: Лань, 2009. 141 с.

© 2016, Избасаров А.Ж., Якушкин И.В., Масतेков А.А.
Влияние условий содержания дойных коров на
ветеринарно-санитарную оценку молока

© 2016, Izbasarov A.Z., Yakushkin I.V.,
Mashtakov A.A.
Influence of conditions of dairy cows in the
veterinary and sanitary evaluation of milk

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.466

Поступила (Received): 04.06.2016

Шангина Д.Н., Потемкина Н.В.
Комплексная оценка территории Завет-Ленинского
парка в Республике Крым

Shangina D.N., Potemkina N.V.
Complex assessment of the territory of Zaviet-Leninsky
park in Crimean Republic

Комплексная оценка территории проведена в 2015-2016 гг. Оценка включает изучение почвенно-климатических условий, архитектурно-планировочный и ландшафтный анализ, таксономическую инвентаризацию насаждений, их фитосанитарное обследование. Общая площадь 5,47 га. Здания и сооружения занимают 5,2%, дорожно-тропиночная сеть 16,2%, насаждения 70,9%. Соотношение естественных и искусственных элементов ландшафта 1:3. Функциональные зоны: активного отдыха (20%); пассивного отдыха (79,9%); периферийных защитных насаждений (0,1%). Преобладают полуоткрытые (72%), полуоткрытые (14%) и открытые (14%) пространства. В насаждениях изучено 1866 деревьев и 1269 кустарников, которые относятся к 17 семействам, 31 роду, 37 видам, 3 гибридам, 4 декоративным формам. Анализ ассортимента пород по их происхождению показал, что в насаждениях аборигенов 32,2 % (1010 шт.), а экзотов 67,8 % (2125 шт.). Наиболее многочисленны представители семейств Cupressaceae, Berberidaceae, Fabaceae, Oleaceae, Rosaceae, Sapindaceae. Хвойные породы составляют 18,9 % от списка таксонов и 10,4 % от общего количества растений. Лиственные породы соответственно 89,6 % от общего количества и 81,1 % от списка таксонов. Преобладающий возраст деревьев 30-40 лет, кустарников 10-15 лет. Обследованный ландшафт полноценно не выполняет санитарно-гигиеническую, шумозащитную, газозащитную и ветрозащитную функции. Большая часть растений находится в хорошем состоянии (95,2%)

Ключевые слова: озеленение населенных мест, инвентаризация зеленых насаждений, сельские парки

Complex assessment of territory was conducted in 2015-2016. Assessment includes the studying of its climate conditions, planning and landscape analyses, taxonomic inventory, phytosanitary inspection. Total area is 5,47 hectar. Buildings and constructions occupy 5,2% of territory, pathnet 16,2%, green plantations 70,9%. Correlation of natural and man-made components in landscape is 1:3. Functional zones: zone of active rest 20%, zone of quit rest 79,9%, protect zone 5%. In landscape semi-open spaces take most part (72%). In green plantations 1866 trees and 1269 shrubs have been inspected, which belong to 17 families, 31 genera, 37 species, 3 hybrids and 4 decorative forms. In plantations aboriginal species are 32,2 % (numbers 1010), exotic species are 67,8 % (numbers 2125). For the most share were plants of families Cupressaceae, Berberidaceae, Fabaceae, Oleaceae, Rosaceae, Sapindaceae. The coniferous plants are 18,9% in taxon list and 10,4% of plant numerous. The deciduous plants are 89,6% in taxon list and 81,1% of plant numerous. The age of trees is 30-40, of shrubs 10-15 years. The landscape fulfils all functions completely. Most parts of vegetation (95,2%) are in good condition

Key words: greenery in settlements, inventory of green plantation, country parks

Шангина Дарья Николаевна

Магистрант

Академия биоресурсов и природопользования
Крымского федерального университета им. В.И.
Вернадского**Shangina Daria Nicolayevna**

Master

Academy of life and enviromental sciences Crimean
federal university named V.I. Vernadsky**Потемкина Наталья Владимировна**

Кандидат биологических наук, доцент

Академия биоресурсов и природопользования
Крымского федерального университета им. В.И.
Вернадского**Potemkina Natalia Vladimirovna**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Academy of life and enviromental sciences Crimean
federal university named V.I. Vernadsky

ВВЕДЕНИЕ

В Академии биоресурсов и природопользования с 2007 г. проводятся комплексные исследования городских и сельских парков Республики Крым. Наибольшей популярностью у населения пользуются парки культуры и отдыха. Они занимают видное место среди культурно-просветительских учреждений – это многофункциональные ландшафтные комплексы. Целью исследований является проведение комплексной оценки территории парка для выявления особенностей планировки, состояния и состава зеленых насаждений и элементов благоустройства ландшафтного объекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе выполнения исследований были применены отечественные методики. Анализ почвенно-климатических условий проводился методом изучения литературных данных [1, 3]. Архитектурно-планировочный анализ проводили по методике Московского государственного университета леса [8, 9]. Ландшафтный анализ проводили по общепринятой методике [2]. Инвентаризацию зеленых насаждений проводили по методике АКХ им. Памфилова [7], возраст деревьев и кустарников определяли косвенными методами [6]. Оценку состояния деревьев и кустарников проводили по 3-балльной шкале [7]. Происхождение древесных пород определяли по А.И. Колесникову [5]. Номенклатуру древесно-кустарниковых пород указывали по общепринятым источникам [4, 10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На левом берегу балки Алкалы, впадающей в оз. Сиваш, в Джанкойском районе расположено село Завет-Ленинское, где по переписи 2014 г. проживает 2222 человека. Парк располагается в одном квартале с домом культуры (640 мест). С востока к объекту примыкает землеотвод средней школы, с запада – территория спортивного комплекса, с севера – сельскохозяйственные угодья. Основным контингентом посетителей парка являются школьники, учащиеся Джанкойского районного эколого-натуралистического центра, молодые семьи с детьми, пенсионеры, прихожане православной церкви, сельская молодежь. В среднем посещаемость составляет 8 чел./га-сутки. В 2008 г. на территории парка была построена православная церковь. На территории сельского совета в настоящее время нет агропромышленных предприятий, которые могли бы от-

рицательно повлиять на полуприродную экосистему. В целом градостроительная ситуация благоприятная. Парк был создан в 1975-1977 гг. по проекту Л.К. Захарьяна, имя которого объект носит в настоящее время. Парк создавался с целью сохранения и изучения древесно-кустарниковых пород для их последующего наиболее эффективного научного, культурного и хозяйственного использования в условиях степной зоны Крыма. Жемчужиной объекта является зооуголок, где сотрудники парка содержат фазанов, декоративные породы кур и уток, лебедя-шипуну и черного лебедя, несколько видов страусов, камерунских коз, лань европейскую.

Климат местности континентальный засушливый, умеренно жаркий. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 9-1-9,7 до 11°C. Вегетационный период длится 184-192 дня. Среднегодовое количество осадков 380-430 мм. В среднем за год насчитывается около 30 дней с сильным ветром, 6-9 – с пыльными бурями. Средний уровень грунтовых вод – 2-3 м. Минерализация вод колеблется в пределах от 1-2 г/л. Этим, по-видимому, объясняется успешное произрастание в обследованном парке таких неустойчивых к засолению почвы и грунтовых вод пород, как ель колючая и обыкновенная, клен явор, форзиция европейская. Абсолютная минимальная температура воздуха в отдельные зимы достигала -28 -32°C. зимой часто бывают оттепели. Максимальная температура в отдельные годы в июле и в августе может повышаться до 35- 39°C. Преобладает направление ветра северо-восточное, но в летние месяцы ветер часто наблюдается юго-западный или западный.

Садово-парковый объект располагается на месте когда-то существовавших семиаридных степных ландшафтов. Ландшафты этого типа занимают всё Присивашье. Это низменная равнина, постепенно повышающаяся от побережья Сиваша и Каркинитского залива Черного моря до 40 метров. Она заложена золово-делювиальными суглинками и глинами, тип почв темно-каштановые. На этих почвах некогда господствовали полынно-типчаковые степи. Содержание гумуса в верхнем горизонте почв составляет 2,1-2,9%. Реакция почвенного раствора в гумусовом горизонте 7,0-7,1.

**Таблица 1. Баланс территории парка
в с. Завет-Ленинское (по состоянию на 01.01.2016 г.)**

№ п/п	Элементы озеленения и благоустройства	Показатели	
		га	%
1	Здания и сооружения	0,27	5,2
2	Дорожно-тропиночная сеть, в т.ч.		
	дороги, аллеи	0,77	14,2
	площадки	0,10	2,0
3	Зеленые насаждения, в т.ч.		
	куртины, дендрогруппы, солитеры, живые изгороди;	3,91	70,7
	цветники	0,01	0,2
4	МАФ	0,01	0,2
5	Водные объекты	0,10	2,0
6	Пустыри с сорной растительностью	0,29	5,5
ВСЕГО		5,47	100,0

Площадь парка 5,47 га. Землеотвод имеет квадратную конфигурацию. Парк спроектирован в регулярном стиле на основе принципа двусторонней симметрии. Композиционной осью является еловая аллея, протянувшаяся с юга на север. Композиционным центром является зооуголок, расположенный в центре землеотвода в виде отдельного участка. Участок зверинца представляет собой правильный полукруг, в то время, как другие участки имеют форму треугольников и неправильных многоугольников. В балансе территории зеленые насаждения занимают около 71%, а здания и сооружения – 5,2% (табл. 1).

Единственный водоем расположен в зооуголке и занимает 1144 м². Малые архитектурные формы занимают незначительную долю баланса территории (110 м²), это декоративный мостик в зооуголке, парковая ограда и ограда зооуголка, парковая мебель, осветительные приборы, деревянные скульптуры сказочной тематики. Структура парка включает три функциональных зоны, а именно: зона активного отдыха (20%); зона пассивного отдыха (79,9%); зона периферийных насаждений (0,1%). На объекте проложены подземные инженерные сети (электросеть, водопровод, малая система капельного орошения).

Зеленые насаждения и живой напочвенный покров – доминирующие на территории парка природные компоненты ландшафта. Соотношение естественных и искусственных элементов ландшафта парка приблизительно 1:3. Почти всю территорию парка занимают участки с равномерным распределением деревьев с плотной и очень плотной посадкой, единичных деревьев и кустарников на территории очень мало. Сомкнутость их полога составляет 0,5 – 0,9. Они формируют соотношение закрытых, полукрытых и открытых пространств 1:5:1. На композиционной оси объекта используется контраст кроны ели обыкновенной и расположенных за ней в куртинах лиственных пород (клен явор, береза повислая, конский каштан обыкновенный, робиния псевдоакация). Линейная перспектива наблюдается на двух главных аллеях. Это достигается посредством их протяженности (березовая аллея – 230 м, еловая аллея – 110 м) и высадки деревьев и живых изгородей. Ландшафт парка полноценно выполняет ветрозащитную, пылезащитную, шумозащитную, дымо- и газозащитную, средообразующие функции. Санитарно-гигиеническую функцию ландшафт выполняет хорошо, поскольку на объекте произрастает достаточное количество хвойных пород. Значительную территорию занимают большие и средние, чистые и смешанные древесные, древесно-кустарниковые и кустарниковые группы. Разнообразие приемов проектирования и психо-эмоциональные качества пейзажных картин одних участков, ощущение гармонии человека с природой придают парку ландшафтные принципы, в то время, как регулярные подходы планировки (строгость и грандиозность) – красоту геометрической статичности другим его частям.

Всего на территории произрастает 3135 экземпляров древесно-кустарниковых пород, которые относятся к 17 семействам, 31 роду, 37 видам 3 межвидовым гибридам и 4 сортам (декоративным формам). Деревьев насчитывается 1866 шт. (59,5% от общего количества растений), относящихся к 27 видам (66,6% от списка биоразнообразия). Кустарников обнаружено 1269 экз. (40,5% от общего количества растений), относящихся к 11 видам и 3 межвидовым гибридам (33,4%).

Таблица 2. Состав дендрофлоры парка в с.Завет-Ленинское Республики Крым

Семейство	Вид, сорт, шт.
<i>Cupressaceae</i> Gray	<i>Juniperus virginiana</i> L., 52
	<i>Thuja occidentalis</i> L., 3
	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco, 48
	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco 'Globosa', 157
<i>Pinaceae</i> Lindl.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst., 46
	<i>Picea pungens</i> Engelm. 'Glauca', 7
	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe, 13
<i>Berberidaceae</i> Juss.	<i>Berberis vulgaris</i> L., 66
	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh.) Nutt., 363
<i>Betulaceae</i> Gray	<i>Betula pendula</i> Roth., 135
<i>Buxaceae</i> Dumort.	<i>Buxus sempervirens</i> L., 5
<i>Elaeagnaceae</i> Adans.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L., 9
<i>Fabaceae</i> Lindl.	<i>Cercis siliquastrum</i> L., 16
	<i>Gleditsia triacanthos</i> L., 1
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L., 386
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 'Globosa', 106
<i>Fagaceae</i> Dumort.	<i>Quercus robur</i> Willd., 23
<i>Hydrangeaceae</i> Dumort.	<i>Philadelphus coronarius</i> L., 205
<i>Juglandaceae</i> DC. ex Perleb	<i>Juglans regia</i> L., 24
<i>Moraceae</i> Nakai	<i>Morus alba</i> L., 1
	<i>Morus nigra</i> L., 1
<i>Oleaceae</i> Hoffmans et Link.	<i>Fraxinus excelsior</i> L., 257
	<i>Fraxinus ornus</i> L., 185
	<i>Forsythia europaea</i> Deg. et Bald., 133
	<i>Forsythia x intermedia</i> Zab., 109
	<i>Ligustrum vulgare</i> L., 34
	<i>Syringa vulgaris</i> L., 3
<i>Platanaceae</i> Lindl.	<i>Platanus orientalis</i> L., 9
<i>Rosaceae</i> Juss.	<i>Malus domestica</i> Borkh., 2
	<i>Prunus armeniaca</i> L., 1
	<i>Prunus cerasifera</i> L., 1
	<i>Rosa canina</i> L., 2
	<i>Rosa x hybrid hort.</i> , 186
	<i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zabel., 129
<i>Salicaceae</i> Mirbel	<i>Populus nigra var. pyramidalis</i> Spach.
	<i>Salix alba</i> L. 'Pendula', 5
<i>Sapindaceae</i> Juss.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L., 141
	<i>Acer negundo</i> L., 5
	<i>Acer platanoides</i> L., 2
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L., 162
<i>Tiliaceae</i> Juss.	<i>Tilia cordata</i> L., 1

Лиан нет. Лиственных деревьев и кустарников 2809 шт. (89,6%), относящихся к 30 видам (81,1%). Хвойных растений 326 экз. (10,4%), они принадлежат к 7 видам (18,9% от списка видового разнообразия). Экзотическими на объекте описаны 23 вида и гибрида (67,8% из списка биоразнообразия), а аборигенными

– 17 видов и форм (32,2%). По количеству экземпляров экзотами являются 2125 растений (67,8%), а аборигенами – 1010 растений (32,2%).

Насаждения парка в основном сформированы ксеромезофитами – 16 видов и гибрида (44,4%), мезофитами – 10 видов (27,8%) и мезоксерофитами – 5 видов, гибридов и форм (13,9%). Результаты инвентаризации показали, что мезотрофных пород обнаружено 25 (69,4%), мегатрофных – 6 (16,7%), олиготрофных – 5 видов (13,9%). Выявлено гелиофитов – 18 видов (50%), сциогелиофитов – 7 видов (19,4%), гелиосциофитов – 4 вида (11,2%), сциофитов – 7 видов (19,4%) (табл. 2).

В хорошем состоянии находятся 2985 (95,2%) экз. древесно-кустарниковых пород, таких как: можжевельник виргинский, плосковеточник восточный, сосна крымская, магония падуболистная, береза повислая, самшит вечнозеленый, лох узколистный, гледичия трехколючковая, робиния псевдоакация, дуб черешчатый, чубушник венечный, ясень обыкновенный, бирючина обыкновенная, абрикос обыкновенный, роза садовая гибридная, роза собачья, спирея Вангутта, клен ясенелистный и остролистный, конский каштан обыкновенный. В удовлетворительном состоянии находятся пятьдесят три робинии ложноакаций, пятнадцать плосковеточников восточных, семь экземпляров ели обыкновенной, три березы повислых, три платана восточных, три клена явора, одна бирючина обыкновенная, одна алыча, одна ива белая плакучая. Всего 87 экз. древесно-кустарниковой растительности (2,8%). По причинам связанным со старением, усыханием, утратой декоративных качеств растений на снос рекомендовано 63 экз. (2%) древесно-кустарниковых растений. Возраст насаждений различается в связи с несколькими волнами посадки деревьев и кустарников паркостроителями. Средний возраст кустарников – 10-15 лет, деревьев – 30-40 лет.

В насаждениях парка выявлены болезни и вредители растений: стволовые гнили у тополей; у робинии наблюдается усыхание ветвей от обмерзания; у клена явор отмирают ветви первого порядка, отсутствуют верхушки и усыхают на 50-80% кроны у елей колючих; обнаружены трутовые грибы; каштановая минирующая моль; листоеды.

ВЫВОДЫ

1. Баланс территории соответствует требованиям Российской Федерации к сельским паркам культуры и отдыха.

2. Соотношение типов пространственной структуры соответствует рекомендациям ведущих специалистов для создания ландшафтных объектов в степной зоне страны. Ландшафт полноценно выполняет все функции.

3. В насаждениях по списку биоразнообразия и по количеству особей преобладают лиственные листопадные экзотические породы, мезоксерофиты, ксеромезофиты и мезофиты, мезотрофы и гелиофиты, что показывает потенциальные возможности местности для испытания экзотических пород. Объект имеет большое научное и рекреационное значение для Республики Крым.

4. Древесные породы находятся в возрасте 30-40 лет. Насаждения находятся в хорошем состоянии (95,2%), однако неперспективным для территории

являются клен явор, от периодически повторяющихся температурных минимумов значительно страдают робиния псевдоакация и орех грецкий.

5. На объекте необходимо проводить инвентаризацию насаждений каждые пять лет в связи с возможностью понижения уровня грунтовых вод после прекращения работы Северо-Крымского канала.

Список используемых источников:

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л., Гидрометеиздат, 1959, 125 с.
2. Вергунов А.П., М.Ф. Денисов, С.С. Ожегов Ландшафтное проектирование. М.: Высшая школа, 1991. 235 с.
3. Гусев Л.Г., Половицкий И.Я. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.
4. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н. Орианда, 2012. 232 с.
5. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М.: Лесная промышленность, 1974. 704 с.
6. Лозовой А.Д. Таксация отдельного дерева и лесных насаждений. Воронеж: ВГЛТА, 2006. 123 с.
7. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. М.: АКХ им. Памфилова, 1997. 10 с.
8. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Строительные нормы и правила. М.: Минстрой РФ, 1990. 123 с.
9. Теодоронский В.С., И.О. Боговая Ландшафтная архитектура с основами проектирования. М.: Форум, 2016. 304 с.
10. The Plant List. URL: [http:// www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org)

© 2016, Шангина Д.Н., Потемкина Н.В.

Комплексная оценка территории Завет-Ленинского парка в Республике Крым

© 2016, Shangina D.N., Potemkina N.V.

Complex assessment of the territory of Zaviet-Leninsky park in Crimean Republic

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.473

Поступила (Received): 02.06.2016

Задорожная Т.Н., Закусилов В.П. Применение выборочных главных компонент для прогноза сложных метеоусловий

Zadorozhnaja T.N., Zakusilov V.P.
**The use of selective principal component to
predict tough weather conditions**

На основе отбора наиболее информативной совокупности составляющих разработан прогноз месячного количества облачности искомой градации с годовой заблаговременностью. Средняя ошибка составила 8 часов, что намного меньше ошибки климатического прогноза. Следовательно, полученные результаты являются успешными
Ключевые слова: нижняя граница облачности, месячный прогноз, главные компоненты, ошибка прогноза

The desired gradation monthly cloud amount forecast with annual range has been worked out. It has been done on the basis of selection of the most informative entity of components. The mean absolute error is 8 hours, that is much less than climatic forecast error. It proves the effectiveness of the suggested forecast technique
Key words: cloud ceiling, monthly forecast, key component, forecast error

Задорожная Тамара Николаевна

Кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник
Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 А

Zadorozhnaja Tamara Nikolaevna

Candidate Geographical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher
Air force academy named N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Voronezh, Staruh Bolchevnikov st., 54 A

Закусилов Вадим Павлович

Кандидат географических наук, доцент
Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54 А

Zakusilov Vadim Pavlovich

Candidate Geographical Sciences, Associate Professor
Air force academy named N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Voronezh, Staruh Bolchevnikov st., 54 A

Одним из метеоэлементов, осложняющих производство полетов, является облачный покров, так как с ним связаны опасные явления погоды. Целью данного исследования является разработка метода прогноза месячного количества часов с облачностью высотой 300м и степенью покрытия неба в пределах 7–10 баллов. Полеты в таких условиях принято считать сложными. При планировании работы на месяц и более необходимо знать заранее, каким бюджетом времени можно располагать для полетов в подобных условиях. В данной работе ставится задача разработать метод прогноза месячного количества часов со

сложными условиями в пункте Воронеж. Выборка состояла из одноименных месяцев января. Для решения поставленной задачи использовался метод, получивший название «гусеницы» [1,2].

Суть метода заключается в том, что одномерный временной ряд преобразуется в матрицу развертки с помощью сдвиговой процедуры. Затем осуществляется сингулярное разложение данной матрицы. В результате производится разделение временного ряда на компоненты, которые могут быть интерпретированы как медленно меняющиеся трендовые составляющие, высокочастотные циклические колебания и шумовой фон. Из полученного набора выбираются главные компоненты, по которым восстанавливается исходный ряд.

Для выявления особенностей ряда, в соответствии с вышеописанной методикой, временной ряд облачности был разложен на составляющие, вносящие различный вклад в дисперсию исходного ряда. В данном случае отобрано 10 составляющих, описывающих до 90% дисперсии. С целью их интерпретации и выявления основных особенностей в статистической структуре исследуемого ряда, произведен визуальный анализ собственных векторов, соответствующих тренду и возможным гармоникам, при условии их хорошей разделимости.

Согласно установленному понятию, трендом является медленно меняющаяся компонента ряда, не содержащая колебательных компонент. Если ряд имеет тренд, тогда первые вектора будут медленно меняться в одном направлении. Визуальный их анализ показал, что в данном случае только один, а именно первый собственный вектор имеет требуемый вид, который представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Одномерная диаграмма собственных векторов временного хода сложных условий погоды (1 главная компонента)

Представленная на рисунке первая главная компонента, описывает 86,5% дисперсии. Визуальный анализ показывает, что ряд имеет положительный линейный тренд сложной формы, происходит монотонное увеличение месячного количества часов. Кроме того, имеются указания на периодические колебания.

Для уточнения наличия трендовой составляющей в исходном ряде произведено скользящее осреднение, позволяющее исключить крупные возмущения. Средние значения и их стандартные отклонения представлены на рисунке 2.

Рис. 2. Скользящие средние и стандарты ряда со сложными условиями

Данный рисунок наглядно подтверждает, что в ходе месячных значений облачного покрова имеет место многолетнее повышение исследуемых значений. Наличие в исходных рядах трендовой составляющей позволяет разрабатывать инерционные прогнозы.

С целью выявления периодических колебаний проводилась идентификация остальных гармоник. О наличии колебаний на фоне слабой общей тенденции может свидетельствовать вторая составляющая, представленная на рисунке 3.

Рис. 3. Одномерная диаграмма 2-го собственного вектора

Из анализа рисунка следует, что в ходе кривой второго собственного вектора имеет место регулярное периодическое колебание, аналогичное тому, что можно были обнаружены в исходном ряде, равные 7 годам. На графиках более высокого порядка (третья и четвертая компонента) имеют место высокочастотные колебания, хотя и не четко выражены. Они составляют два – три года и, по всей видимости, отражают структуру квазидухлетней цикличности ветра в экваториальной стратосфере. В остальных составляющих выявить какие-либо периодичности не удастся.

Для уточнения устойчивости регулярного характера выявленных закономерностей рассмотрены траектории точек на двумерных диаграммах, представ-

ленных на рисунке 4, для шести гармонических компонентов. Из вида представленных на рисунке изображений, можно сделать вывод о том, что каждая из рассматриваемых собственных функций включает квазирегулярные периодичности. Траектории каждой из собственных функций имеют различные формы, образующие двумерные траектории с вершинами, лежащими на кривой, имеющей спиралеобразную форму.

Рис. 4. Двумерные диаграммы, отражающие траектории точек собственных векторов

Это свидетельствует о том, что временной ряд состоит из колебаний различной частоты и амплитуды. Каждая соответствующая пара собственных векторов порождена моделированной гармонической компонентой исходного ряда, имеющей свой период и амплитуду. Устойчивость и надежность таких периодов оцениваются величиной дисперсии соответствующей составляющей.

Из анализа выборочного спектра собственных значений ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$), установлено, что движение первой точки, соответствующей собственным значениям λ_1, λ_2 описывает 86,54% общей дисперсии, а движение третьей точки, соответствующей собственным значениям λ_3 и λ_4 описывает только 12% общей дисперсии.

С точки зрения прогноза, наибольший интерес представляет первая и вторая точки, соответствующие первым парам выборочных главных компонент скользящего отрезка, так как эти точки, связаны не только с большим процентом общей дисперсии, но и имеют заметно большую регулярность движения. Подтверждением эффективности разложения временного ряда на главные компоненты: выделение тренда, сигнала и шума, является оценка точности восстановления его с помощью нескольких первых составляющих. На рисунке 5 представлен временной ряд облачности, восстановленный по первым 10 выборочным главным компонентам скользящего отрезка. Для сравнения, на этом же рисунке приведен и ряд исходных данных.

Обе кривые имеют вид, близкий к периодическим колебаниям, что более отчетливо видно в сглаженной кривой восстановленных значений, где нестабильная часть колебаний исключена. Синусоидальный характер кривой восстановленных значений отражает регулярность вращения точек представленных на рисунке 4, указывая на ее периодичность.

Рис. 5. Исходный и восстановленный ряды

Средняя абсолютная ошибка составляет 19,3 часа, средняя относительная ошибка равна 10 часам, что свидетельствует о достаточно успешном проведении процедуры восстановления. В дальнейшем, с учетом четырех первых компонент, разработан прогноз месячного количества часов с облачностью 300 м, представленный на рисунке 6.

Рис. 6. Прогноз месячного количества часов со сложными условиями

Рис. 7. Распределение ошибок методического прогноза

С этой целью исходная выборка была разделена на две части: предполагалось, что первая половина периода является известной, а вторая прогнозировалась

с помощью первых 4-х наиболее информативных главных компонент. Как следует из рисунка, с помощью данного подхода удалось предусмотреть как основные колебания, так и структуру ряда в целом.

Ошибки прогноза на данный отрезок времени представлен на рисунке 7.

Максимальная ошибка прогноза составила 25 часов, средняя арифметическая ошибка δ месячного количества часов с облачностью ниже 300м, около 8 часов. В то время, среднее климатическое значение месячного количества часов с облачностью ниже 300 м (норма) равно 126,6 часов, а σ – 46,7 часов. В связи с этим, следует признать, что ошибка, полученная по данному методу, намного меньше, чем естественная изменчивость, а поэтому эффективность используемого метода выше климатического, что позволяет использовать данную методику в прогностической практике на месяц с годовой заблаговременностью.

Список используемых источников:

1. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница». SSA: анализ временных рядов. СПб., 2004, 76 с.
2. Данилов Д.Л., Жиглявский А.А. Главные компоненты временных рядов: Метод «Гусеница». СПб, С.- Петербургский университет, 1997, 308 с.

© 2016, Задорожная Т.Н., Закусиллов В.П.
Применение выборочных главных компонент для
прогноза сложных метеоусловий

© 2016, Zadorozhnaja T.N., Zakusilov V.P.
The use of selective principal component to predict
tough weather conditions

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.479

Поступила (Received): 15.06.2016

Костылева Л.Н.**Особенности микроклимата городской среды****Kostyleva L.N.****Features of the microclimate of the urban environment**

Проведен анализ микроклимата городской среды на примере города Воронежа. На формирование микроклимата города помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий. Это приводит к формированию очагов загрязнения атмосферного воздуха

Ключевые слова: микроклимат, природные условия, город, загрязнение воздуха

The analysis of the microclimate of the urban environment on the example of Voronezh city. The formation of the microclimate of the city in addition to natural conditions, is influenced by the conditions created by urban development and also functioning of motor vehicles, power plants, industrial and other enterprises. This leads to the formation of pockets of air pollution

Key words: climate, natural conditions, the city air pollution

Костылева Людмила Николаевна

Кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник

Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

г. Воронеж, ул. Ст. Большевиков, 54 А

Kostyleva Lyudmila Nikolaevna

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor

Air force academy named N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin

Voronezh, Old Bolsheviks st., 54 A

В городе формируются особые микроклиматические условия. Микроклимат города – это климат приземного слоя воздуха отдельных участков городской территории. На формирование микроклимата города помимо природных условий, оказывают влияние условия, создаваемые городской застройкой, а также функционированием автотранспорта, теплоэлектростанций, промышленных и других предприятий.

Рассмотрим особенности микроклимата городской среды на примере города Воронежа, который является крупнейшим промышленным городом Центрального Черноземья.

Климат города – умеренно-континентальный, с неустойчивым увлажнением. Средняя годовая температура воздуха + 5,6 °С. Зимой небольшие морозы (-8–11°С) часто сменяются оттепелями. В отдельные холодные зимы морозы достигают -35 – 37 °С. Устойчивый снежный покров держится с декабря по март и составляет до 1,0 м. Лето теплое с ясной погодой, преобладающая дневная температура +19+25 °С, в отдельные дни достигает +32+36 °С. Характерна высокая относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 83 %, наиболее

теплого месяца – 66 %. Годовое количество осадков – около 550 – 600 мм. В холодный период года часты туманы, снижающие рассеивающую способность атмосферы, а в теплый период нередко перепады в состоянии погоды: выпадение осадков в виде ливневых дождей или засухи, чаще приходящиеся на вторую половину лета.

В розе ветров в целом преобладают западные румбы (40 %), однако существенны и сезонные различия. Так, в зимне-весенний период увеличивается повторяемость юго-восточных ветров, а в летне-осенний – северных и северо-западных. Под влиянием застройки в городе складывается микроклимат с повышенной температурой воздуха (на 2 – 2,5 °C) по сравнению с зональным фоном, увеличен и безморозный период.

По данным А.В. Назаренко [1] частота инверсий в г. Воронеже составляет около 30 – 40 %, причем максимум приземных инверсий, способствующих аккумуляции загрязняющих веществ, приходится на май (64 %), август (66 %) – сентябрь (59 %) и февраль (55 %); минимум же – на январь (18 %), декабрь (19 %) и ноябрь (21 %). Повторяемость приподнятых инверсий имеет несколько отличный характер, при котором максимальные значения отмечаются в основном в холодное время года (январь (64 %), ноябрь (55 %), декабрь (54 %), октябрь (53 %), февраль (50 %); минимум же – с мая по сентябрь (14-23 %). По потенциалу загрязнения атмосферы (ПЗА) Воронежская область находится на границе двух зон: умеренного (II) и повышенного (III) ПЗА.

При слабых ветрах характер движения воздушных масс определяется наличием такого «острова тепла», вследствие которого над городом возникает небольшая депрессия. По законам динамики теплый городской воздух должен подниматься, всасывая воздушные массы со всех сторон, что приводит к возникновению системы городских ветров [2], обычно типа бризов, направленных от окраин к центру. Установлено, что городской ветер возникает при наличии движения воздуха не более 3 м/с и обуславливает скопление вредных примесей в центральной части города. При слабом ветре (0-1 м/с) концентрация примеси обычно выше на 30-80 %, чем при других скоростях ветра. При застоях воздуха наблюдается повышение концентрации примеси на 50-80 % по сравнению со случаями отсутствия инверсий или при сильных ветрах.

Для города Воронежа анализ повторяемости слабых ветров (0-1 м/с) показывает, что максимум наблюдается летом, минимум – зимой и весной. Причем в разных районах города повторяемость слабого ветра имеет разные значения, что объясняется влиянием городской застройки. Наиболее часто слабые ветры наблюдаются в южной, низменной части города. В центре города и в северной его части, как правило, слабые ветры проявляются реже.

В городской черте образуются огромные массы пыли и дыма, являющиеся ядрами конденсации. Чем больше таких ядер, тем легче образуется туман при одном и том же содержании водяных паров в атмосфере. Отсюда следует, что наибольшее количество туманов должно приходиться на периоды, связанные с большей влажностью воздуха. Обычно это утренние часы и зимний период, когда для образования туманов не обязательна 100 % относительная влажность.

Туманы, особенно большой интенсивности и продолжительности, вызывают опасное загрязнение воздуха.

Влияние города распространяется и на режим осадков. Наибольший эффект наблюдается в 15-55 км в подветренной стороне от городского центра, т. е. облака, образующиеся в результате подъема воздушных масс, при наличии «острова теплоты» и гигроскопических частиц промышленных выбросов, могут быть снесены в эту часть города. Осадки уменьшают значение концентрации за счет вымывания примесей, приближая положение ее максимума к источнику. Из анализа повторяемости осадков в г. Воронеже видно, что осадки имеют наибольшую интенсивность летом (июль, август) и в декабре; минимальную – в апреле и сентябре.

За счет водной акватории водохранилища формируется бризовая циркуляция воздушных масс, а в границах городской черты повышена относительная влажность воздуха. В целом Воронеж отличается умеренным потенциалом загрязнения воздушного бассейна, достаточной естественной аэрацией, усиливаемой «аэродинамическим коридором» вдоль акватории водохранилища шириной около 2 км, что создает предпосылки хорошего естественного самоочищения атмосферы.

На территории города исторически сложилось несколько промышленно-производственных комплексов. Одним из крупнейших является левобережный промышленно-производственный район (куст промышленных объектов, включающий ТЭЦ-1, заводы по производству синтетического каучука, шинный, авиационный). К другому крупному промышленному району относится Коминтерновский промышленный район (заводы преимущественно машиностроительного и радиотехнического профиля). В течение периода послевоенной застройки города промышленные районы и коммунально-складские зоны оказались поглощенными городской застройкой, а большинство жилых микрорайонов в настоящее время находятся в зоне влияния производственных объектов.

Крупные автомагистрали, пролегая через плотно заселенные микрорайоны, в большинстве случаев не только не соответствуют современным нормативам транспортной инфраструктуры в городах, но не в состоянии обеспечить достаточную пропускную способность, надежную защиту населения, проживающего вблизи крупных автомагистралей, от выхлопных газов и шума. Положение в последние годы особенно обострилось в связи с огромным числом личного автотранспорта и маршрутных такси, буквально «наводнивших» город [3].

Таким образом, микроклимат города, формирующийся под влиянием природных предпосылок, дифференцирован по микрорайонам различного функционально-планировочного типа. Город не отличается четким, рациональным зонированием и характеризуется рассредоточенными многочисленными источниками загрязнения атмосферы, расположенными совместно с жилой застройкой. Это приводит к формированию очагов загрязнения воздуха, различных по структуре и сезонной динамике концентраций загрязняющих веществ.

Список используемых источников:

1. Назаренко А. В. Инверсии в атмосфере. Воронеж: ВВВАИУ, 1993. 98 с.
2. Назаренко А.В. Классификация синоптических процессов в целях геоэкологического мониторинга воздушного бассейна // Вестник Воронежского гос. университета. 2006. №1. С. 39-46.
3. Негроров О.П., Жуков Д.М., Фирсова Н.В. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города. Воронеж: ВГУ, 2000. 271 с.

© 2016, Костылева Л.Н.

Особенности микроклимата городской среды

© 2016, Kostyleva L.N.

Features of the microclimate of the urban environment

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.483

Поступила (Received): 27.06.2016

Ломакина С.С.**Экологический мониторинг р. Есиль на территории
Акмолинской области Республики Казахстан за 2014-2015 гг.****Lomakina S.S.****Ecological monitoring of Esil river on the territory of Akmola
region of Kazakhstan Republic for 2014-2015**

В статье рассмотрено изменения качества воды реки Есиль Акмолинской области по некоторым показателям (ПДК, ИЗВ) за последние 2 года.

Приведены основные загрязнители, а также выявлена некоторая тенденция ухудшения качества воды одного из главных притоков реки Есиль

Ключевые слова: экологический мониторинг, ПДК, марганец, медь

The article deals with the changes of water quality of the river Esil Akmola region for some indicators (MPC, WPI) over the last 2 years. The main pollutants, as well as revealed some tendency of deterioration of water quality of one of the main tributaries of the Esil river

Key words: environmental monitoring, MPC, manganese, copper

Ломакина Светлана Сергеевна

Омский государственный педагогический университет

г. Омск, Набережная им. Тухачевского, 14

Lomakina Svetlana Sergeevna

Omsk state pedagogical university

Omsk, Naberezhnaya Tukhachevskogo, 14

На территории Северного Казахстана находятся водные источники, подверженные мощной антропогенной нагрузке. Их экологическое состояние в некоторые промежутки времени неудовлетворительно. В связи с этим, необходим постоянный мониторинг за их качеством для предотвращения негативных последствий.

На территории Республики Казахстан насчитывается около 39 тыс. рек и временных водотоков, из них более 7 тысяч имеют длину свыше 10 км. Речная сеть распределена неравномерно.

Однако, проблема недостатка воды в Северном Казахстане не является большей частью проблемой ресурсов – хотя и существуют регионы с ограниченными водными ресурсами – это в основном проблема слабого управления и неэффективного их использования. Загрязнение водных ресурсов ставит под угрозу достижение устойчивого экономического роста и улучшения уровня жизни.

Масштабы и острота экологических проблем, влияющих на социальное положение и здоровье населения, вызывают серьезную озабоченность. Поверхностные водоёмы интенсивно загрязняются сбросами хозяйственно-фекальных

и производственных сточных вод на фоне засорения водоохраных зон бытовыми, сельскохозяйственными и производственными отходами. С каждым годом в республике возрастает загрязненность воды децентрализованных источников. Все это становится причиной массового ухудшения здоровья населения [1].

Сложившуюся экологическую ситуацию можно рассмотреть на примере Акмолинской области и реки Есиль.

Река Есиль является главным водным поверхностным источником Акмолинской области и вместе со своими притоками она образует речной бассейн, который занимает южную, юго-восточную, западную части Акмолинской области.

В настоящее время значительное место уделяется мониторингу поверхностных водных объектов, т.к. получение своевременной и достоверной информации позволяет реально оценивать качество вод, а также применять меры по их управлению.

Основными критериями качества воды по гидрохимическим показателям являются значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для рыбохозяйственных водоемов.

Уровень загрязнения поверхностных вод оценивался по величине комплексного индекса загрязненности воды (ИЗВ), который используется для сравнения и выявления динамики изменения качества воды [2].

Состояние поверхностных источников постоянно изменяется. По содержанию в источниках загрязняющих веществ они разделяются на классы: «чистая», «умеренно-загрязненная», «загрязненная», «грязная», «очень грязная», «чрезвычайно грязная» [2].

За период, взятый в основу данного исследования, с января 2014 г. по январь 2016 г. р.Есиль относилась к различным классам загрязнения.

Основными загрязнителями вод являются населенные пункты и промышленные предприятия, находящиеся в их водосборной площади. Другим фактором, влияющим на ухудшение качества воды, является площадной смыл пахотных земель, находящихся в водосборной площади. Результатом хозяйственной деятельности человека явилось то, что в результате безвозвратно изъятых объемов воды, ежегодного загрязнения органическими веществами и бытовым мусором, произошло ухудшение качества воды, интенсивное развитие водорослей, что в конечном итоге привело к интенсивному заилению и обмелению озер и ухудшению качества воды.

Основными загрязнителями источниками являются сульфаты и медь, также магний, свинец и др. Наибольшее содержание в поверхностных водных источниках зарегистрированы меди и сульфатов.

Согласно данным Департамента экологического мониторинга по Республике Казахстан, на конец 2014 года в реке Есиль превышения ПДК были зафиксированы по меди – 3,8 ПДК, марганцу – 4,7 ПДК, сульфатам – 2,2 ПДК, молибдену – 6,7 ПДК.

По показателям индекса загрязняющих веществ, вода реки Есиль относится к классу «загрязненная», в эту же группу попадает и один из крупных притоков данной реки – река Жабай.

В сравнении с 2013 годом качество воды реки Есиль значительно не изменилось, но в некоторых ее притоках – ухудшилось.

Также, за 2014 год на реке Есиль были зафиксированы 2 случая высокого загрязнения (в обоих случаях значительное превышение нормы ПДК марганца), а на реке Жабай – 6 случаев ВЗ (во всех случаях значительное превышение нормы ПДК марганца) [3].

Согласно итоговому отчету Департамента экологического мониторинга РК за 2015 год, в реке Есиль превышения ПДК были зафиксированы по веществам из групп тяжелых металлов (цинк – 1,6 ПДК, медь – 5,3 ПДК, марганец – 4,2 ПДК), главных ионов (сульфаты – 1,6 ПДК), биогенных веществ (азот нитритный – 1,2 ПДК).

В реке Жабай – превышения выявлены по веществам из групп главных ионов (сульфаты – 1,6 ПДК), тяжелых металлов (медь – 3,9 ПДК, цинк – 1,8 ПДК, марганец – 21,7 ПДК), биогенных веществ (азот нитритный – 1,1 ПДК, железо общее – 2,6 ПДК).

Качество воды водных объектов на территории Акмолинской области оценивается следующим образом: вода «умеренного уровня загрязнения» – реки Есиль, вода «высокого уровня загрязнения» – река Жабай.

В сравнении с 2014 годом качество воды в реке Есиль, Жабай – значительно не изменилось [4].

Таким образом, можно говорить об имеющей место тенденции к сохранению постоянного превышения ПДК некоторых веществ.

Также, на территории области экстремально высокое и высокое загрязнение зафиксированы на реке Жабай – 10 случаев ВЗ. Как и в 2014 году, наблюдается максимальное превышение ПДК марганца.

Проблема состояния вод поверхностных источников напрямую затрагивает и население. Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой является одной из актуальнейших в связи с плохим техническим состоянием существующих систем водоснабжения и загрязнением поверхностных водоисточников.

Список используемых источников:

1. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. 2012. № 12 (159). С. 39.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. 2013. № 1 (160). С.37.
3. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. 2015. Годовой выпуск за 2014г. С.96.
4. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. 2016. Годовой выпуск за 2015 г. С.101.

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.486

Поступила (Received): 16.06.2016

Пагиева З.А.
Конвейерный карьерный транспорт

Pagiewa Z.A.
Conveyor quarry transport

Конвейерный карьерный транспорт. В статье рассматривается конструкция конвейерного карьерного транспорта, приводятся расчеты основных параметров ленточных конвейеров

Ключевые слова: карьер, ленточный конвейер, производительность конвейера

Conveyor quarry transport. The article discusses the design career of conveyor transport provides calculations of basic parameters of belt conveyors

Key words: quarry belt conveyor, conveying capacity

Пагиева Заира Ахматовна

Студент

Северо-Кавказский горно-металлургический институт

г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

Pagiewa Zaira Achmatovna

Student

North-Caucasian mining and metallurgical institute
Vladikavkaz, Nikolaev st., 44

Карьерный транспорт служит для перемещения горной массы на открытых разработках и представляет собой комплекс устройств и сооружений, объединяющий основное и вспомогательное оборудование, транспортные коммуникации, средства управления работой, устройства для технического обслуживания и ремонт.

Карьерный транспорт имеет ряд особенностей, отличающих его от транспорта общего назначения:

- пункты погрузки и разгрузки постоянно меняют свое положение, следуя за фронтом горных работ, что требует периодического перемещения транспортных коммуникаций и оборудования;
- путь транспортирования из карьера, как правило, прокладывается под большим уклоном;
- для высокопроизводительного использования экскавационного (погрузочного) и транспортного оборудования необходимо взаимное согласование параметров того и другого.

Вид карьерного транспорта определяется в первую очередь средствами перемещения горной массы. Каждому виду транспорта соответствуют определенные оборудование, коммуникации и организация работы. Выбор транспорта производится на основе технико-экономических расчетов применительно к конкретным горнотехническим условиям с учетом большого числа разнообразных факторов: условий залегания пласта и рудного тела, производственной

мощности карьера, т.е. объема перевозок, характеристики транспортируемого груза, глубины карьера, расстояния транспортирования и т.д.

Конвейерный транспорт получил широкое распространение на карьерах.

Основные преимущества конвейерного транспорта: поточность транспортирования как технологического процесса; автоматичность действия; возможность перемещать материал при углах наклона трассы 16-18° и вследствие этого сокращение расстояния транспортирования и объема горно-капитальных работ по строительству траншей или наклонных стволов; высокая экологичность.

К недостаткам относятся жесткие требования к влажности, абразивности кусковатости материала (размер кусков не должен превышать 400-500 мм); зависимость от климатических условий, относительно высокая энергоемкость.

Применение конвейерного транспорта связано в первую очередь с поточной технологией при использовании роторных и цепных экскаваторов на разработке рыхлых горных пород, а также в комбинации с железнодорожным или автомобильным транспортом, когда конвейеры используются в качестве подъемников и для транспортирования по поверхности. Конвейерный транспорт наиболее соответствует условиям глубоких карьеров, обеспечивая при этом высокую производительность.

Конвейерный транспорт эффективно применяется при перевозке 20-40 млн т/год и более. Рациональное расстояние транспортирования обычно не превышает 4-6 км. Высота подъема груза составляет 250-300 м.

На карьерах, преимущественно на вскрышных работах, применяются обычные ленточные конвейеры. В настоящее время создаются специальные конвейеры для крупнокузовых грузов (на ходовых опорах) и крутонаклонные (с дополнительной покрывающей прижимной лентой).

Ленточный конвейер любого типа состоит из приводной станции с редуктором и электродвигателем; станины, составленной из отдельных секций с роликоопорами (верхними и нижними), натяжной станции многопрокладочной или тросиковой резиновой ленты, являющейся одновременно грузонесущим и тяговым органом. Конвейерные установки подразделяются на стационарные и передвижные, а по выполняемой операции – на забойные, сборочные и подъемные. На карьерах применяют конвейеры с лентой шириной от 900 до 2200 мм. Производительность и эффективность работы конвейерных установок находится в прямой зависимости от эксплуатационных качеств конвейерных лент: прочности, эластичности, долговечности.

Производительность конвейера Q (т/ч) определяется:

$$Q = C k_y (0,9B - 0,05) 2v\gamma,$$

Где C – коэффициент производительности (наполнения лотка); k_y – коэффициент, учитывающий угол установки конвейера; B – ширина конвейерной ленты, м; v – скорость движения ленты, м/с; γ – насыпная плотность транспортируемого материала, т/м³. Коэффициент C зависит от угла откоса ϕ материала на ленте, числа и угла наклона роликов. Расчетный угол откоса ϕ груза на движущейся ленте для угля, руды и вскрышных пород составляет 15-20°.

С увеличением угла установки конвейера, что учитывается коэффициентом k_y , площадь поперечного сечения материала на ленте несколько снижается во избежание осыпания материала с ленты:

Угол конвейера, градус	0-10	12	14	16	18	20
Значение k_y	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9

Скорость движения ленты принимается в зависимости от производительности конвейера, ширины ленты и характеристики груза.

С учетом характеристик типовых электродвигателей и редукторов рекомендуемый ряд скоростей движения ленты представляется в виде: 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4,5; 6,3; 8 м/с.

При транспортировании крепких руд и пород скорость движения принимается меньше, чем при транспортировании рыхлых пород из-за передачи сильных ударов через ленту на роlikоопоры и вследствие изнашивания ленты.

Ширина (м) конвейерной ленты исходя из заданной производительности

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q}{k_y C v \gamma}} + 0,05 \right)$$

Ширина конвейерной ленты выбранное по производительности, проверяется на возможность транспортирования кусков данного размера. При кусках крупностью a_{max} должно соблюдаться соотношение:

для грузов, содержащих куски размером a_{max} в количестве не более 15% по массе,

$$B \geq (2,3 - 2,5) a_{max};$$

для грузов, содержащих куски размером a_{max} в количестве до 80% по массе,

$$B \geq (3,3 - 4) a_{max}.$$

Большое число схем конвейерного транспорта по принципу соединения или взаимодействия оборудования может быть сведено к четырем основным структурным схемам: последовательное соединение оборудования, параллельное соединение, с объединением грузопотоков, с разделением грузопотоков.

Обобщающим показателем надежности является коэффициент готовности, определяемый временем работы между отказами T_i временем восстановления T_v ,

$$K_g = \frac{T}{T + T_v}.$$

Транспортирующая способность конвейерной системы определяется как вероятная эксплуатационная производительность, определяемая с учетом надежности оборудования:

$$D = k_g T_p Q,$$

где T_p — планируемая время работы конвейерной линии. Основные направления совершенствования ленточных конвейеров: создание износостойчивых лент, позволяющих транспортировать абразивную горную массу; повышение скорости движения ленты до 5-6 м/с; увеличение ширины ленты и длины конвейерного става; максимальное использование на конвейерных установках средств автоматики и телемеханики.

Список используемых источников:

1. К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Веницкий и др. Справочник открытые горные работы. М.: Горное бюро, 1994. 590 с.
2. URL: <http://industry-portal24.ru>

© 2016, Пагиева З.А.

Конвейерный карьерный транспорт

© 2016, Pagiewa Z.A.

Conveyor quarry transport

DOI: 10.17117/na.2016.06.02.490

Поступила (Received): 25.06.2016

**Пайметов Н.Г.
Экологические проблемы городов
(на примере г. Свободного)**

**Pajmetov N.G.
Ecological problems of cities (On the example of the Svobodny)**

В статье рассматриваются экологические проблемы городов, возникающие при сжигании топлива (каменного угля) в топках котловых устройств

Ключевые слова: экология, вредные выбросы, каменный уголь, зола

The article deals with urban environmental problems arising from the combustion of fuel (coal) in the furnaces of boiler units

Key words: ecology, emissions, coal, ash

Пайметов Николай Георгиевич
Кандидат технических наук, доцент
АМИЖТ (филиал ДВГУПС)
г. Свободный, ул. 40 лет Октября, 77

Pajmetov Nikolaj Georgievich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
AmIZhT (branch of DVGUPS)
Svobodny, 40 let oktyabrya st., 77

Интенсивное развитие энергетики, промышленности и транспорта неизбежно вызывает рост потребления углеводородного топлива, что, в свою очередь, увеличивает количество продуктов его сгорания, выбрасываемых в атмосферу.

По данным многолетнего мониторинга, количество выбрасываемых в атмосферу продуктов сгорания топлива удваивается каждые 12-14 лет, в связи с чем, проблема загрязнения атмосферы продуктами сгорания топлива относится к одной из глобальных проблем современности.

Источниками загрязнения атмосферы дымовыми газами – продуктами сгорания являются практически все тепловые двигатели, установки и печи,

сжигающие углеводородное топливо, а также неконтролируемые очаги (пожары, вулканы).

Топливо, в зависимости от вида и качества, дополнительно вносит в зону горения серу и элементы, содержащиеся в механических примесях (ванадий, железо, кальций, натрий, мышьяк, фосфор и др.). Очевидно, что все находящиеся в топливе вещества, соединения, элементы, поступившие в зону горения в составе воздуха и топлива, пройдя определенные превращения в условиях высоких температур, не исчезают бесследно. Большая (до 98%) их часть оседает на поверхностях нагрева, а меньшая (около 2 %) – проходя транзитом зону горения, выбрасывается в воздушный бассейн в составе дымовых газов.

Исследования дымовых уходящих газов топливосжигающих установок показывают, что в их составе основными загрязнителями атмосферного воздуха являются оксиды углерода (до 50%), оксиды серы (до 20%), оксиды азота (до 6-8%), углеводороды (до 5-20%), сажа и производные минеральных включений и примесей углеводородного топлива [1].

Наибольший экологический ущерб атмосфере и окружающей природной среде наносят оксиды серы, азота и углерода, альдегиды, формальдегиды, бензопирен и другие ароматические соединения, которые относятся к вредным веществам [2]. Кроме того, при работе любой энергетической установки выбрасывается около 1,0-2,0% потребляемого топлива, которое оседает на поверхностях земли в виде несгоревших углеводородов, сажи, пыли и золы.

Дымовые газы имеют неприятный запах и оказывают вредное, а порой смертельное воздействие на живой организм. Газовое и тепловое загрязнение воздушного бассейна способствует образованию кислотных дождей, задымлению атмосферы, изменяет характер облачности, что приводит к усилению парникового эффекта.

Для получения тепловой энергии в городах и поселках используется в основном каменный уголь, при сжигании которого образуется большое количество отходов в виде золы и сажи. Часть отходов вместе с уходящими дымовыми газами выбрасывается в атмосферу. Если в ТЭЦ с большой производительностью для очистки отходящих газов от примесей используются механические устройства, то в котловых устройствах с малой производительностью они практически отсутствуют. Мельчайшие частицы золы, состоящие в основе из оксидов кремния, железа, ванадия, кальция и др., а также из продуктов неполного сгорания топлива, относятся к близко нейтральным веществам. Зола, выбрасываемая в атмосферу, вместе с отходящими дымовыми газами и перемещаясь по направлению ветра, постепенно осаждается на поверхности земного покрова. Кроме того, порывы ветра поднимают часть осажденной золы снова в воздух. Тем самым, в приземном слое атмосферы городской черты образуется устойчивый пылеобразный смог. Городское население вынуждено дышать данным загрязненным воздухом.

Примеси, находящиеся во вдыхаемом воздухе, частично задерживаются в верхних дыхательных путях и удаляются из организма вместе с мокротами, но частицы размером менее 10 мкм наиболее опасны для здоровья человека. Они настолько малы, что проникают через защитные барьеры организма в легкие,

повреждая ткани дыхательных органов. Попадая в легкие, частицы (осколки с острыми краями) надолго застревают в альвеолах и с трудом выводятся организмом, т.е. легкие постепенно «зашлаковываются». Организм в итоге получает различные виды легочных заболеваний: астматические, онкологические и др. Вот почему в городах, где для получения энергии (тепловой, электрической) сжигается твердое топливо в виде каменного угля, наблюдаются повышенные уровни легочных заболеваний.

Для установления степени загрязнения окружающей среды проведено исследование источников загрязнения атмосферы и окружающей территории в г. Свободном.

Основными загрязнителями в нашем городе являются котельные, вырабатывающие энергию сжиганием каменного угля.

Всего в городе 37 котельных, в том числе: 2 – районных, 17 – квартальных и остальные с небольшой производительностью тепла [3]. Основной вклад в загрязнение окружающей среды они вносят в холодное время года, т.е. в отопительный период, сжигая огромную массу каменного угля. Примерно в год сжигается около 156000 -160000 тонн угля. Для сжигания используется бурый уголь, который поставляется из двух месторождений – разрезы «Бородинский» (Красноярский край) и «Ерковецкий» (Амурская область). Бурый уголь с данных месторождений имеет разную качественную характеристику.

Ерковецкий уголь менее качествен, с большой зольностью при сжигании, следовательно, наносит больший ущерб окружающей среде.

Таблица 1. Характеристика качества угля

Параметры	Бородинский	Ерковецкий
Зольность (на сухое топливо), %	7	17,9
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	4120	2917
Сера общая, %	0,3	0,3
Выход летучих веществ, %	46	

Очистка дымовых газов осуществляется частично с помощью пылеулавливателей и циклонов только в крупных котельных, что недостаточно для уменьшения вреда окружающей среде. Кроме того, склады открытого хранения угля также являются источниками загрязнения окружающей территории угольной пылью. Проведенные исследования этому свидетельство. Для определения степени загрязнения территорий вокруг котельных и в городской черте выбросами продуктов неполного сгорания и золы проведен анализ степени загрязненности снежного покрова. В пробах, взятых в различных участках городской черты, колебания состава примесей (твердых веществ) разнились от 1,5 до 4 г. на килограмм снега, что свидетельствует о неблагоприятном в экологическом отношении состоянии города.

Районная котельная №1 в городе является самой мощной по получению тепловой энергии, где сжигается около 40 % угля, потребляемого городом. В печах котлов используется современная технология сжигания угля в «кипящем слое», что способствует более полному сжиганию топлива.

Для очистки уходящих топочных газов от твердых отходов используются батарейные циклоны. Кроме того, к вышеперечисленным положительным качествам можно отнести само размещение котельной. Она размещена с учетом «розы ветров». Среднегодовая «роза ветров»: С-З-44%; З-15%; С-9%; С-В-3%; Ю-В-12%; Ю-10%. Средняя скорость ветра составляет 5 м/с. Поэтому, основная масса дымовых газов не задействована в загрязнении города, хотя несколько улиц залинейной части города все же попадает под основной шлейф продуктов сгорания. Большая потребляемая мощность угля РК №1, несмотря на вышеуказанные положительные факторы, вносит все же значительный вклад в процесс загрязнения окружающей среды. Остальные котельные с малым КПД и не имеющие систем очисток также вносят внушительный вклад в загрязнение окружающей среды.

Анализ котельного парка показал, что многие из котлов не соответствуют требуемым экологическим нормам:

- происходит неполное сгорание топлива, вследствие этого сильная задымленность окружающего воздуха;
- из-за отсутствия очистных средств отходящих газов, большая часть золы и сажи вместе с восходящими потоками вылетает из трубы и, постепенно оседаясь, загрязняет окружающую территорию;
- контроль качества сжигания топлива осуществляется эпизодически только на основных котельных;
- для топлива часто используется каменный уголь большой зольности и малой теплотой сгорания.

Для снижения загрязненности продуктами сгорания топлива одним из вариантов видится газификация города и перевод основных котлоагрегатов на газ, а также ликвидация малоэффективных котельных (кочегарок) с подводом тепла от центральных котельных к потребителям.

Список используемых источников:

1. Волков А.П. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них. М.: Воениздат, 1989. 176 с.
2. Катин В.Д., Н.Г. Пайметов Охрана воздушной среды на нефтеперерабатывающих заводах: монография. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. 160 с.
3. О состоянии источников тепловой энергетики и их эксплуатации в 2015 г. Свободный: Теплосети, 2015. 87 с.