ISSN 2411-1872

DOI: 10.17117/nv.2015.04

<https://ukonf.com/doc/nv.2015.04.pdf>

Научный вестник

2015 · N 4(6)

Science bulletin

ISSN 2411-1872

9 772411 187205

<https://ukonf.com/nv>

Научный вестник

2015 · N 4(6)

Выходит 4 раза в год

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-55459 от 25.09.2013 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/nv>

Информация об опубликованных статьях

предоставляется в РИНЦ (договор № 255-04/2015)

Science bulletin

2015 · N 4(6)

Issued 4 times a year

Registration Certificate of mass

media EL № FS 77-55459 from 09/25/2013

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/nv>

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. Усл. печ. л. 7,81. 125 с.

Редакционная коллегия

Бажева Римма Чамаловна

Доктор химических наук, профессор

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Баширов Вадим Дипрович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Оренбургский государственный университет

г. Оренбург, пр. Победы, 13

Гайсин Ильшат Ахатович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой

Казанский государственный аграрный университет

г. Казань, ул. К. Маркса, 65

Гоциридзе Рауль Симонович

Доктор химических наук, директор

Батумский государственный университет им. Шота Руставели

Грузия, г. Батуми, ул. Гришашвили 5

Губанова Елена Сергеевна

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой

Вологодский государственный университет

г. Вологда ул. Гагарина, 81

Жуков Борис Михайлович

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой

Южный институт менеджмента

г. Краснодар, ул. Ставропольская, 216

Заернюк Виктор Макарович

Доктор экономических наук, доцент, Российский

государственный университет туризма и сервиса

Московская обл., п. Черкизово, ул. Главная, 99

Зенченко Светлана Вячеславовна

Доктор экономических наук, профессор

Северо-Кавказский федеральный университет

г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Editorial board

Bazheva Rima Chamalovna

Doctor of Chemical Sciences, Professor

Kabardino-Balkaria State University named H.M. Berbekov

Nalchik, Chernishevskiy st., 173

Bashirov Vadim Diprovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Orenburg State University

Orenburg, Pobedy ave., 13

Gaysin Ilshat Ahatovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, head of Department,

Kazan State Agrarian University

Kazan, K. Marksa st., 65

Gotsiridze Raul Simonovich

Doctor of Chemical Sciences, Director

Batumi State University named Shota Rustaveli

Georgia, Batumi, Grishashvili st., 5

Gubanova Elena Sergeevna

Doctor of Economic Sciences, Professor, head of Department

Vologda State University

Vologda, Gagarin st., 81

Zhukov Boris Mihaylovich

Doctor of Economic Sciences, Professor, head of Department

Southern Institute of Management

Krasnodar, Stavropolskaya st., 216

Zaernyuk Victor Makarovich

Doctor of Economics Science, associate Professor

Russian State University of Tourism and Service

Moscow reg., set. Cherkizovo, Main st., 99

Zenchenko Svetlana Vyacheslavovna

Doctor of Economics Science, Professor

North-Caucasian Federal University

Stavropol, Pushkin st., 1

Редакционная коллегия

Киреев Иван Михайлович

Доктор технических наук, зав. отделом,
ведущий научный сотрудник
Росинформагротех, КубНИИТиМ (филиал)
г. Новокубанск, ул. Кутузова, 5

Кобелева Татьяна Алексеевна

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

Коротков Владислав Георгиевич

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

Мальшова Галина Владленовна

Доктор технических наук, профессор, Московский
государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 6

Мегрелишвили Зураб Неврович

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

Ниценко Виталий Сергеевич

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

Оболеньский Николай Васильевич

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

Пиджаков Александр Юрьевич

Доктор юридических и исторических наук, профессор,
зав. кафедрой, Санкт-Петербургский государственный
университет гражданской авиации
г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38

Пирожков Геннадий Петрович

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

Полищук Владимир Юрьевич

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

Попова Ангелина Алексеевна

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

Попова Ольга Григорьевна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам. директора
Кубанский казачий государственный институт пищевой
индустрии и бизнеса (филиал)
г. Темрюк, ул. Советская, 4

Прохоров Владимир Тимофеевич

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

Editorial board

Kireev Ivan Mikhailovich

Doctor of Technical Sciences, head of Department,
leading Researcher
Rosinformagroteh, KubNIITiM (branch)
Novokubansk, Kutuzov st., 5

Kobeleva Tatyana Alekseevna

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

Korotkov Vladislav Georgievich

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

Malysheva Galina Vladlenovna

Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow State Technical University named N.E. Bauman
Moscow, 2nd Bauman st., 6

Megrelishvili Zurab Nevrovich

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

Nicenko Vitaliy Sergeevich

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

Obolenskiy Nikolai Vasilyevich

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

Pidzhakov Aleksander Yurievich

Doctor of Juridical and Historical Sciences, Professor,
head of Department
St. Petersburg State University of Civil Aviation
St. Petersburg, Pilotov st., 38

Pirozhkov Gennadiy Petrovich

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

Polishchuk Vladimir Yurievich

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department
Orenburg State University
Orenburg, Pobedy ave., 13

Popova Angelina Alekseevna

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

Popova Olga Grigoryevna

Doctor of Agricultural of Sciences, Professor, deputy Director
Kuban Cossack State Institute of Food Industry and
Business (branch)
Temryuk, Sovietskaya st., 4

Prokhorov Vladimir Timofeevich

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

Редакционная коллегия

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

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., д. 4

Теренина Ирина Владимировна

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

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

Чеканов Николай Александрович

Доктор физико-математических наук, профессор
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
г. Белгород, ул. Победы, 85

Чернецов Владимир Иванович

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Московский государственный университет технологий и
управления им. К.Г. Разумовского (филиал)
г. Пенза, ул. Красная, 38

Шекихачев Юрий Ахметханович

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

Языджан Амаяк Захарович

Доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник
Институт образовательных технологий РАО
г. Сочи, ул. Орджоникидзе, 10 А

Яковлева Ирина Геннадьевна

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Запорожская государственная инженерная академия
г. Запорожье, пр. Ленина, 226

Яковлева-Чернышева Анна Юрьевна

Доктор экономических наук, доцент, проректор
Международный инновационный университет
г. Сочи, ул. Орджоникидзе, 10 А

Editorial board

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

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

Terenina Irina Vladimirovna

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

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

Chekanov Nikolay Aleksandrovich

Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor
Belgorod National Research University
Belgorod, Pobedy st., 85

Tchernetsov Vladimir Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department
Moscow State University of Technology and Management
named K.G. Razumovsky (branch)
Penza, Krasnaya st., 38

Shekihachev Yuriy Ahmethanovich

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

Yazydzhyan Amayak Zakharovich

Doctor of Economic Sciences, leading Researcher
Institute of Educational Technologies RAE
Sochi, Ordzhonikidze st., 10 A

Yakovleva Irina Gennadievna

Doctor of Technical Science, Professor, head of Department
Zaporozhye State Engineering Academy
Zaporozhye, Lenina ave., 226

Yakovleva-Chernysheva Anna Yurievna

Doctor of Economic Sciences, associate Professor, vice Rector
International Innovative University
Sochi, Ordzhonikidze st., 10 A

Редакционная коллегия

Авдеева Надежда Александровна

Кандидат медицинских наук, профессор
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Беляченко Андрей Александрович

Кандидат биологических наук, доцент
Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина
г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Большева Надежда Николаевна

Кандидат философских наук, доцент, директор филиала
Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. М.Ф. Решетнева (филиал)
г. Зеленогорск, ул. Гагарина, 18

Волосова Елена Владимировна

Кандидат биологических наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

Дружинина Анна Валентиновна

Кандидат юридических наук, доцент, проректор
Международный инновационный университет
г. Сочи, ул. Орджоникидзе, 10 А

Дуплинская Елена Борисовна

Кандидат экономических наук, доцент
Сибирский государственный университет путей сообщения
г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191

Жумадилов Булат Зулхарнаевич

Кандидат биологических наук, доцент
Павлодарский государственный педагогический институт
Казахстан, г. Павлодар, ул. Мира, 60

Ижойкин Дмитрий Александрович

Кандидат физико-математических наук, старший научный
сотрудник, Центр современных технологий
г. Томск, ул. Советская, 37 А

Кузнецов Евгений Геннадьевич

Кандидат педагогических наук, доцент
Калининградский государственный технический университет
г. Калининград, ул. Молодежная, 6

Кулажников Вадим Владимирович

Кандидат юридических наук, доцент
Дальневосточный юридический институт МВД России (филиал)
г. Владивосток, ул. Котельникова, 2

Левин Евгений Владимирович

Кандидат физико-математических наук, генеральный директор
Научно-исследовательский и проектный институт
экологических проблем
г. Оренбург, ул. Караванная, 6 А

Мызникова Татьяна Николаевна

Кандидат экономических наук, доцент
Южно-Уральский государственный университет
г. Челябинск, пр. Ленина, 85

Новикова Ирина Викторовна

Кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой
Московская академия предпринимательства при
Правительстве Москвы (филиал)
г. Благовещенск, ул. Ленина, 27

Оксикбаев Берикжан Кылышбекович

Кандидат биологических наук, зав. кафедрой
Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова
Казахстан, г. Талдыкорган, ул. Жансугурова, 187 А

Editorial board

Avdeeva Nadezhda Aleksandrovna

Candidate of Medical Sciences, Professor
Mordovia State University named N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Belyachenko Andrey Alexandrovich

Candidate of Biological Sciences, associate Professor
Saratov State Technical University named Yu.A. Gagarin
Saratov, Politehnicheskaya st., 77

Bolysheva Nadezhda Nikolaevna

Candidate of Philosophical Sciences, associate Professor,
Director of branch, Siberian State Aerospace University
named M.F. Reshetnev (branch)
Zelenogorsk, Gagarina st., 18

Volosova Elena Vladimirovna

Candidate of Biological Sciences, associate Professor
Stavropol State Agrarian University
Stavropol, Zootechnical alley, 12

Druzhinina Anna Valentinovna

Candidate of Juridical Sciences, associate Professor,
Vice Rector, International Innovative University
Sochi, Ordzhonikidze st., 10 A

Duplinskaya Elena Borisovna

Candidate of Economic Sciences, associate Professor
Siberian State University of Railway Transport
Novosibirsk, D. Kovalchuk st., 191

Zhumadilov Bulat Zhulharnaevich

Candidate of Biological Sciences, associate Professor
Pavlodar State Pedagogical Institute
Kazakhstan, Pavlodar, Mira st., 60

Izhoykin Dmitriy Aleksandrovich

Candidate of Physico-mathematical Science, senior Researcher
Centre for Modern Technologies
Tomsk, Sovetskaya st., 37 A

Kuznetsov Evgeniy Gennadyevich

Candidate of Pedagogical Sciences, associate Professor
Kaliningrad State Technical University
Kaliningrad, Molodegnaya st., 6

Kulazhnikov Vadim Vladimirovich

Candidate of Juridical Sciences, associate Professor
Far Eastern Law Institute of the Russian Interior Ministry
(branch)
Vladivostok, Kotelnikova st., 2

Levin Evgeny Vladimirovich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
general Director
Scientific Research and Design Institute of Ecological Problems
Orenburg, Caravannaya st., 6 A

Myznikova Tatiana Nikolaevna

Candidate of Economic Sciences, associate Professor
South Ural State University
Chelyabinsk, Lenin ave., 85

Novikova Irina Viktorovna

Candidate of Economic Sciences, associate Professor, head of
Department, Moscow Academy of Business under the
Government of Moscow (branch)
Blagoveschensk, Lenin st., 27

Oksikbayev Berikzhan Kilishbekovich

Candidate of Biology Sciences, head of Department
Zhetysu State University named of I. Zhansugurov
Kazakhstan, Tal dykorgan, Zhansugurov st., 187 A

Редакционная коллегия

Сагитов Рамиль Фаргатович

Кандидат технических наук, доцент, начальник отдела
Научно-исследовательский и проектный институт
экологических проблем
г. Оренбург, ул. Караванная, 6 А

Смирнов Виктор Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
Тверской государственный технический университет
г. Тверь, наб. А. Никитина, 22

Султанова Нургуль Камильевна

Кандидат педагогических наук, доцент
Государственный университет им. Шакарима
Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

Суханова Майя Викторовна

Кандидат технических наук, доцент
Донской государственный аграрный университет
г. Зерноград, ул. им. Ленина, 21

Хоронек Светлана Евгеньевна

Кандидат биологических наук, доцент
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Чернецов Владимир Иванович

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Московский государственный университет технологий и
управления им. К.Г. Разумовского (филиал)
г. Пенза, ул. Красная, 38

Чувакина Лариса Германовна

Кандидат экономических наук, доцент
Финансовый университет при Правительстве РФ
г. Москва, Ленинградский пр., 49

Шамрова Елена Александровна

Кандидат медицинских наук, доцент
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва
г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А

Editorial board

Sagitov Ramil Fargatovich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor,
head of Department
Research and Design Institute of Ecological Problems
Orenburg, Caravannaya st., 6 A

Smirnov Viktor Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Tver State Technical University
Tver, A. Nikitin emb., 22

Sultanova Nurgul Kamilevna

Candidate of Pedagogical Sciences, associate Professor
State University named Shakarim
Kazakhstan, Semey, Glinka st., 20 A

Sukhanova Maya Viktorovna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Don State Agrarian University
Zernograd, Lenin st., 21

Horoneko Svetlana Evgenievna

Candidate of Medical Sciences, associate Professor
Ogarev Mordovia State University
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Tchernetsov Vladimir Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department
Moscow State University of Technology and Management
named K.G. Razumovsky (branch)
Penza, Krasnaya st., 38

Chuvakhina Larisa Germanovna

Candidate of Economic Sciences, associate Professor
Financial University under the Government of the RF
Moscow, Leningrad ave., 49

Shamrova Elena Aleksandrovna

Candidate of Medical Sciences, associate Professor
Mordovia State University named N.P. Ogarev
Saransk, Ulyanov st., 26 A

Содержание

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	9
Григорович М.А. Изменение возрастной структуры населения г. Нижний Тагил как элемент цикличности демографических процессов	9
Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Систематизация основных положений и теорий традиционного и нового институционализма	18
ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ	25
Омаров М.О., Гамидов А.Ф., Муртазалиева З.О. Нормативно-правовая особенность признания гражданина недееспособным в РФ	25
Якимова Е.М. Правовые проблемы взаимодействия правоохранительных органов и негосударственных структур обеспечения безопасности предпринимательства.....	30
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	39
Заика И.В., Тюшнякова И.А. Программное определение нулей функций и разностных решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений на основе сортировки	39
Истомин Е.П., Колбина О.Н., Степанов С.Ю., Сидоренко А.Ю. Анализ моделей и систем обработки гетерогенных данных для использования в прикладных ГИС	53
Кулаков П.А. Задача безотказной работы сложного технологического объекта.....	63
Муллабаев И.З. Разработка системы регулирования температуры воды на основе нечеткого регулятора.....	77
Пирумян Г.П., Симонян А.Г. Энтропийный подход к оценке экологического состояния реки Вохчи.....	89
Филин В.А., Дербасова Е.М., Муканов Р.В., Шевцова М.В., Олейникова М.А. Анализ современных технологий индивидуального домостроения	95
Червяков Г.Г., Осадчий Е.Н. Шумовые параметры и модели НЕМТ в микроволновых смесителях.....	103
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	109
Ахметов Д.Г., Ахметов Т.Д. Закрученное течение в вихревой камере	109
Протасов Д.Н. Анализ использования кредитно-инвестиционных ресурсов промышленного предприятия при различных условиях кредитования	121

Contents

Grigorovich M.A. The changing age structure of the population of Nizhny Tagil as an element of cyclicity of demographic processes.....	9
Kosinskiy P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S. Systematization the main provisions and theories traditional and new institutionalism.....	18
Muradgadgi O.O., Hamidov A.V., Murtazalieva Z.O. Regulatory feature recognition of legal capacity in the Russian federation	25
Yakimova E.M. Legal problems of interaction of law enforcement agencies and non-state structures of safety of business.....	30
Zaika I.V., Tjushnyakova I.A. Software definition of functions zeroes and difference solutions of systems ordinary differential equations on the basis of the sort.....	39
Istomin Y.P., Kolbin O.N., Stepanov S.Yu., Sidorenko A.Yu. Analysis of models and systems for processing heterogeneous data for use in GIS applications	53
Kulakov P.A. The task of trouble-free operation of complex engineering	63
Mullabaev I.Z. Development of water temperature control system based on fuzzy controller	77
Pirumyan G.P., Simonyan A.G. Entropy approach to evaluating the ecological state of the river Voghji.....	89
Filin V.A., Dergasova E.M., Mukanov R.V., Shevtsova M.V., Oleinikova M.A. Analysis of modern technologies of individual housing	95
Cherviakov G.G., Osadchiy E.N. Noise parameters and models HEMT in microwave mixers.....	103
Akhmetov D.G., Akhmetov T.D. Swirl flow in vortex chamber.....	109
Protasov D.N. Analysis at using industrial enterprise credit and investment resources in different crediting conditions.....	121

DOI: 10.17117/nv.2015.04.009

Поступила (Received): 24.11.2015

Григорович М.А.
Изменение возрастной структуры населения
г. Нижний Тагил как элемент цикличности
демографических процессов

Grigorovich M.A.
The changing age structure of the population
of Nizhny Tagil as an element of cyclicity
of demographic processes

В статье рассматривается изменение возрастной структуры населения г. Нижний Тагил как локальный территориальный циклический процесс. Данный процесс продолжает нарастать, не взирая на наблюдавшееся в последние годы улучшение демографической ситуации. Это связано с цикличностью демографических процессов.

Демографические «волны» связаны с динамикой естественного прироста населения и оказывают влияние на множество социально-экономических явлений – демографический потенциал, пенсионную систему, воспроизводство рабочей силы, спрос на отдельные виды товаров и т.д. Цель исследования – спрогнозировать основные тенденции изменения возрастной структуры населения г. Нижний Тагил с помощью метода передвижки возрастов и выявить влияние данных тенденций на рынок труда в городе. Исследование проводилось на основе открытых статистических данных, размещенных на сайте Госкомстата РФ. Для расчетов использовался метод передвижки возрастов. Полученные результаты позволили выявить ряд негативных тенденций в формировании возрастной структуры населения города на ближайший пятилетний период, что требует мер по коррекции данной ситуации

Ключевые слова: возрастная структура населения, демографические волны

The article discusses the changing age structure of the population of Nizhny Tagil as a local territorial cyclical process. This process continues to grow, regardless of observed in recent years to improve the demographic situation. This is due to the cyclical nature of demographic processes. The demographic "wave" related to the dynamics of natural population growth and influence the set of socio-economic phenomena – demographic potential, the pension system, the reproduction of labor power, the demand for certain types of goods, etc. The purpose of research – to predict the main trends in the age structure of the population of Nizhny Tagil by the method of advancing age and to identify the impact of these trends on the labor market in the city. The study was conducted on the basis of public statistics posted on the website of the RF State Statistics Committee. For the calculations we used the method of advancing age. The results revealed a number of negative trends in shaping the age structure of the population of the city for the next five-year period, which requires measures to correct this situation

Key words: the age structure of the population, the demographic wave

Григорович Михаил Александрович
Кандидат географических наук, доцент
МБОУ СОШ 50
г. Нижний Тагил, ул. Фрунзе, 25 а

Grigorovich Mikhail Alexandrovich
Candidate of Geographical Sciences, associate
Professor
Secondary School 50
Nizhny Tagil, Frunze st., 25 a

1. Введение (Introduction)

Одной из проблем развития нашей страны является цикличность демографических процессов. Демографические «волны» связаны с динамикой естественного прироста населения и оказывают влияние на множество социально-экономических явлений – демографический потенциал, пенсионную систему, воспроизводство рабочей силы, спрос на отдельные виды товаров и т.д. Масштаб влияния может быть различным. Мы рассматриваем изменение возрастной структуры населения г. Нижний Тагил как локальный территориальный циклический процесс. По мнению Ю.В. Яковца, каждая страна, регион и любая другая территория характеризуются определенной ритмикой суточной динамики [10, с. 230-241]. Справедливо говорить, что динамика может быть не только суточной, но и месячной, годовой и т.д.

Следовательно, демографический цикл – затухающее периодически повторяющееся колебательное движение уровней демографических показателей, причинами возникновения которых является воздействие внешних шоков (война, революция, кризисное состояние экономики и т.п.) [5, с. 108]. Цикличность демографического развития оказывает влияние на замещение поколений и, как следствие, на воспроизводство рабочей силы. Состояние рынка труда в рамках соотношения спроса и предложения на рабочую силу является одним из индикаторов социально-экономической ситуации. Рынок труда можно характеризовать как систему, которая регулируется классическими экономическими категориями – спросом и предложением. В стабильных условиях данный процесс определяется количеством вакансий, числом соискателей, профессиональными качествами и образовательным уровнем. В кризисных ситуациях спрос и предложение на рабочую силу дисбалансируются, что выражается в росте безработицы и снижении доходов населения. Тезис о том, что кризисная ситуация не требует активной демографической политики является несостоятельным.

За прошедший период в структуре занятости населения по России четко прослеживались тенденции структурной трансформации. В период до 2000-х гг. сокращалась занятость в промышленности и строительстве, но росло число работающих в сферах управления, финансов и кредита, оптовой и розничной торговли [4, с. 77.]. Мы считаем, что в настоящее время даны процесс стабилизировался, поскольку в сегодняшней кризисной ситуации сложно говорить о стабильности на рынке труда.

К тому же, на рынке труда многих регионов страны складывается тенденция, которую мы определяем как «поколенческий разрыв». Его сущность заключается в том, что не в полной мере обеспечивается своевременное замещение рабочей силы, выбывающей по возрасту. Истоки данного явления следует искать в динамике естественного прироста населения. На протяжении XX в. в России можно выделить три основные волны рождаемости: 1920-е, 1950-е и 1980-е гг. [3, с. 332-353.]. Они определили цикличность изменения численности населения в разных возрастных группах. Сегодня мы наблюдаем вхождение в работоспособный и репродуктивный возраст малочисленного поколения 1990-х гг. По мнению Е.А. Арефьевой и А.С. Югфельда при вхождении в репродуктивный

возраст малочисленных поколений 1990-х гг. потребуется увеличение рождаемости, которое бы компенсировало сокращение численности женщин репродуктивного возраста [1, с. 18]. К тому же происходит старение многочисленных послевоенных поколений, родившихся в 1950-е гг. Мы полагаем, что в будущем, при благоприятной экономической ситуации, спрос на рабочую силу увеличится. Но при общем уменьшении численности трудоспособного населения попросту некому будет занять свободные вакансии на рынке труда.

Поэтому цель нашего исследования состоит в том, чтобы спрогнозировать основные тенденции изменения возрастной структуры населения г. Нижний Тагил с помощью метода передвижки возрастов и выявить влияние данных тенденций на рынок труда в городе.

2. Материалы и методы (Materials and Methods)

Исследование проводилось на основе открытых статистических данных, размещенных на сайте Госкомстата РФ. Нами были использованы данные по среднегодовой численности населения г. Нижний Тагил за 2011-2014 гг. Для реализации цели исследования, с помощью метода передвижки возрастов, нами рассчитана предполагаемая численность населения г. Нижний Тагил по возрастным группам и общая численность на ближайшие 5 лет. Под передвижкой по возрастам понимается переход лиц возраста X к последующему возрасту $X + 1$, при этом численность этих лиц уменьшается вследствие смертности и сокращения рождаемости, а также изменяется за счет миграции [9, с. 49-54.]. Таким образом, обеспечивается замещение поколений, что является определяющим для воспроизводства трудовых ресурсов.

Отсчет велся от численности населения в 2014 г. на основе величины среднего общего прироста / убыли населения за 2011-2014 гг. (таблица 3) исходя из предположения, что прирост / убыль населения будет сохраняться неизменным ежегодно. Принятие 2014 г. за точку отсчета связано с тем, что численность населения за 2015 г. еще не рассчитана.

3. Результаты (Results)

Выше нами был выдвинут тезис о том, что спрос на рабочую силу может увеличиться при благоприятных экономических условиях, хотя и будет сохраняться тенденция к уменьшению численности населения. Данный тезис приобретает особую актуальность для городов-«старопромышленных центров», развитие которых основывается на функционировании отраслей ранней индустриализации (черная металлургия, тяжелое машиностроение). К числу таких городов относится Нижний Тагил, который сегодня подвержен депопуляционным тенденциям. Это подтверждается данными по динамике численности населения города. Они отражены в таблице 1.

Представленные в таблице данные наглядно характеризуют, что за межпереписной период произошло значительное сокращение численности населения – на 28,7 тыс. чел. (-7,3 %). В процентном соотношении, в общей численности населения, сокращается доля мужчин и растет доля женщин.

Таблица 1. Динамика численности населения г. Нижний Тагил

Год проведения переписи населения	Все население, тыс. чел.	Мужчины, тыс. чел.	Женщины, тыс. чел.	В общей численности населения, процентов	
				мужчины	женщины
2002	390,5	179,98	210,52	46,1	53,9
2010	361,8	164,37	197,44	45,4	54,6

Источник: 6, 7.

Общая динамика численности населения не иллюстрирует полного распределения населения по динамике возрастных групп. Поэтому мы далее рассмотрим возрастно-половой состав населения г. Нижний Тагил. Он показан в таблице 2.

Таблица 2. Возрастнo-половой состав населения г. Нижний Тагил

Возрастная группа, лет	Численность населения по годам, тыс. чел.			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
0-2	12,4	12,7	13,7	14,3
3-5	10,85	11,45	12,0	12,5
6	3,7	3,7	3,6	3,7
7	3,7	3,7	3,7	3,6
8-13	18,4	19,4	20,13	20,9
14-15	6,3	5,93	5,8	5,9
16-17	6,7	6,7	6,5	6,1
18-19	7,5	6,7	6,7	6,5
20-24	28,1	25,37	22,4	19,7
25-29	32,4	32,61	32,43	31,2
30-34	30,9	30,91	31,0	31,6
35-39	28,02	28,9	29,6	29,8
40-44	22,6	23,5	2,4	25,3
45-49	24,9	23,45	22,2	21,3
50-54	28,4	28,3	27,6	26,8
55-59	27,99	27,73	27,6	27,2
60-64	21,9	23,6	24,3	25,4
65-69	9,7	9,97	11,75	8,7
70 и старше	37,0	37,8	36,6	35,0

Источники: 2, 8.

По табличным данным можно сделать вывод о том, что наблюдаются значительные колебания численности населения в разных возрастных группах по годам. Следовательно, возрастная структура населения не сбалансирована.

Разноплановые значения численности населения по возрастным группам определяют среднегодовую динамику прироста населения. Эти данные приведены в таблице 3. Итоговый показатель, который характеризует возрастную динамику населения, является средний общий прирост/убыль за исследуемый период. В ряде возрастных групп (6, 7, 14-15, 16-17, 18-19, 20-24, 25-29, 45-49, 50-54, 55-59, 65-69, 70 и старше лет) наблюдается нулевая динамика или отрицательный прирост. Наиболее высокая динамика отрицательного среднего общего прироста наблюдается в возрастной группе 20-24 года.

Таблица 3. Динамика общего прироста / убыли населения в г. Нижний Тагил, тыс. чел.

Возрастная группа, лет	Общий прирост / убыль, тыс. чел. 2011-2012 гг.	Общий прирост / убыль, тыс. чел. 2012-2013 гг.	Общий прирост / убыль, тыс. чел. 2013-2014 гг.	Средний общий прирост / убыль, тыс. чел. 2011-2014 гг.
0-2	0,3	1	0,6	0,63
3-5	0,6	0,55	0,5	0,55
6	0	-0,1	0,1	0,00
7	0	0	-0,1	-0,03
8-13	1	0,73	0,77	0,83
14-15	-0,37	-0,13	0,1	-0,13
16-17	0	-0,2	-0,4	-0,20
18-19	-0,8	0	-0,2	-0,33
20-24	-2,73	-2,97	-2,7	-2,80
25-29	0,21	-0,18	-1,23	-0,40
30-34	0	0,1	0,6	0,23
35-39	0,88	0,7	0,2	0,59
40-44	0,9	-21,1	22,9	0,90
45-49	-1,45	-1,25	-0,9	-1,20
50-54	-0,1	-0,7	-0,8	-0,53
55-59	-0,26	-0,13	-0,4	-0,26
60-64	1,7	0,7	1,1	1,17
65-69	0,27	1,83	-3,1	-0,33
70 и старше	0,8	-1,2	-1,6	-0,67

Источники: 2, 8.

Для характеристик трудовых ресурсов нами рассчитана динамика численности населения в укрупненных возрастных группах. Она отражена в таблице 4.

Таблица 4. Динамика численности населения в укрупненных группах

Возрастная группа	Численность населения по годам, тыс. чел.			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Группа населения моложе трудоспособного возраста	70,4	72,3	74,9	76,8
Группа населения трудоспособного возраста	230,7	227,4	223,8	219,6
Группа населения старше трудоспособного возраста	68,6	71,5	72,7	64,2

Источники: 2, 8.

Табличные данные проиллюстрированы графически (рис. 1).

Рис. 1. Графическое отображение динамики численности населения по укрупненным группам, тыс. чел.

Таблица 5. Предполагаемая численность населения г. Нижний Тагил по возрастным группам на ближайшие 5 лет

Возрастная группа, лет	Численность населения по годам, тыс. чел.					
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
0-2	14,3	14,93	15,56	16,19	16,82	17,45
3-5	12,5	13,05	13,6	14,15	14,7	0,55
6	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
7	3,6	3,57	3,54	3,51	3,48	3,45
8-13	20,9	21,73	22,56	23,39	24,22	25,05
14-15	5,9	5,77	5,64	5,51	5,38	5,25
16-17	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1
18-19	6,5	6,17	5,84	5,51	5,18	4,85
20-24	19,7	16,9	14,1	11,3	8,5	5,7
25-29	31,2	30,8	30,4	30	29,6	29,2
30-34	31,6	31,83	32,06	32,29	32,52	32,75
35-39	29,8	30,39	30,98	31,57	32,16	32,75
40-44	25,3	26,2	27,1	28	28,9	29,8
45-49	21,3	20,1	18,9	17,7	16,5	15,3
50-54	26,8	26,27	25,74	25,21	24,68	24,15
55-59	27,2	26,94	26,68	26,42	26,16	25,9
60-64	25,4	26,57	27,74	28,91	30,08	31,25
65-69	8,7	8,37	8,04	7,71	7,38	7,05
70 и старше	35	34,33	33,66	32,99	32,32	31,65
Общая численность населения	355,5	353,52	351,54	349,56	347,58	330,9

Табличные и графические данные характеризуют, что численность группы населения трудоспособного возраста за 2011-2014 гг. сократилась

на 11,1 тыс. чел. (4,8 %). Значительно, на 6,4 тыс. чел. (8,3 %), увеличивается численность населения моложе трудоспособного возраста, что позволяет сделать вывод о том, что выравнивание демографической структуры возможно в ближайшие годы.

Для реализации цели исследования, с помощью метода передвижки возрастов нами рассчитана предполагаемая численность населения г. Нижний Тагил по возрастным группам и общая численность на ближайшие 5 лет.

Расчет велся на основе метода передвижки возрастов. Табличные данные иллюстрируются графически на рис. 2.

Рис. 2. Предполагаемая численность населения г. Нижний Тагил по возрастным группам на ближайшие 5 лет

4. Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Прогноз позволяет сделать вывод о том, что произойдет снижение общей численности населения в городе к 2019 г. на 24,6 тыс. чел. (6,91 %). Увеличится численность населения в возрастных группах 30-44 л. с 86,7 тыс. чел. в 2014 г. до 95,3 тыс. чел. в 2019 г. Рост составит 9,9 %. Одновременно уменьшится численность населения в возрастных группах 18-29 л. с 57,4 тыс. чел. в 2014 г. до 39,75 тыс. чел. в 2019 г.

Очевидным становится сокращение наиболее активной трудоспособной части населения, что имеет долгосрочные последствия для экономики и для рынка труда в частности. Это выразится в том, что будет развиваться процесс старения населения. Наиболее заметным будет увеличение доли населения 55-65 лет (рожденных в 1955-1965 гг.) в силу многочисленности данной возрастной группы. Данное явление можно расценивать как возрастную аккумуля-

цию. Составляя значительную часть трудоспособного населения, данное поколение постепенно будет выбывать с рынка труда. Учитывая, что приток молодежи в обозримой перспективе сократится, то мы вправе предположить, что в случае экономического подъема могут возникнуть проблемы с заполнением свободных вакансий.

Мы не склонны драматизировать прогнозируемую депопуляцию. Наверное, не будет ошибки в том, что мы предположим, что ни одно государство в мире не испытывало необходимости обеспечить экономический рост в условиях сокращения численности населения. Поэтому решение проблемы депопуляции может иметь комплексный характер.

Список используемых источников:

1. Арефьева Е.А., Югфельд А.С. Демографическая политика и ее влияние на рынок труда в Тульской области // Известия Тульского государственного университета (Экономические и юридические науки). 2009 г. Вып. 1. С. 18.
2. База данных муниципальных образований Свердловской области. Показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы муниципального образования город Нижний Тагил. URL: http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/table.aspx?opt=65751000200620072008200920102011201220132014
3. Вербицкая О.М. Основные закономерности развития сельской семьи в России в XX в. // Труды Института российской истории. Вып. 9. Тула, 2010. С. 332-353.
4. Гневашева В.А. Структурные особенности рынка труда России в соответствии с сегментацией по видам хозяйственной деятельности // Экономикс. 2013. №3. С. 77.
5. Овечкина Н.И., Шульгина Н.А. Теория цикличности в экономике и демографии // Вестник НГУЭУ. 2012. № 2. С. 108.
6. Результаты Всероссийской переписи населения 2010 г. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm
7. Результаты Всероссийской переписи населения 2002 г. URL: <http://www.perepis2002.ru/index.html?id=13>
8. Сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области. URL: http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sverdl/ru/statistics/population/
9. Ухоботов В.В. Разработка моделей демографического прогноза для сельской местности на основе влияния социальных факторов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2010. № 5. С. 49-54.
10. Яковец Ю.В. Циклы, кризисы, прогнозы. М.: Наука, 1999. С. 230-241.

References:

1. Arefieva E.A., Yugfeld A.S. Population policy and its impact on the labor market in the Tula region. Proceedings of the Tula State University (Economic and jurisprudence science). 2009. Vol. 1. P. 18.
2. Database of municipalities of the Sverdlovsk region. The indicators characterizing the state of the economy and social sphere of municipal formation town of Nizhny Tagil. URL: http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/table.aspx?opt=65751000200620072008200920102011201220132014
3. Verbitskaya O.M. The basic laws of the development of rural family in Russia in the twentieth century. Proceedings of the Institute of Russian History. Vol. 9. Tula, 2010. P. 332-353.
4. Gnevasheva V.A. The structural features of the labor market in Russia according to the segmentation by types of economic activity. Economics. 2013. Vol. 3. P. 77.
5. Ovechkina N.I., Shulga N.A. The theory of cyclical economy and demography. Bulletin NSUEM. 2012. Vol. 2. P. 108.
6. The results of the National Population Census 2010. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm

7. *The results of the National Population Census 2002.* URL: <http://www.perepis2002.ru/index.html?id=13>
8. *Site of the territorial body of the Federal State Statistics Service of the Sverdlovsk region.* URL: http://sverdl.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sverdl/ru/statistics/population/
9. *Ukhobotov V.V. Development of models of the demographic forecast for rural areas based on the influence of social factors. Bulletin of the Moscow State University Agroengineering. 2010. Vol. 5. P. 49-54.*
10. *Yakovets Yu.V. Crises forecasts. M.: Science, 1999. P. 230-241.*

© 2015, Григорович М.А.

Изменение возрастной структуры населения г. Нижний Тагил как элемент цикличности демографических процессов

© 2015, Grigorovich M.A.

The changing age structure of the population of Nizhny Tagil as an element of cyclicity of demographic processes

DOI: 10.17117/nv.2015.04.018

Поступила (Received): 10.12.2015

kuzstu@kuzstu.ru; ksai@ksai.ru

Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Систематизация основных положений и теорий традиционного и нового институционализма

Kosinskiy P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S.
Systematization the main provisions and theories
traditional and new institutionalism

В статье исследованы различные положения школ институционализма с целью определения основных принципов данного направления. Эволюционно рассмотрены положения традиционного институционализма: 1) отрицание принципа оптимизации, 2) отрицание методологического индивидуализма 3) «понимание» функционирования хозяйства 4) трактовка экономики как эволюционирующей системы 5) благосклонное отношение к государственному вмешательству. Даны характеристики институтов, включая экономические, определяются характеристики индивидов по отношению к институтам. Делается вывод о том, что из-за существования значительного количества направлений, течений и школ присутствуют некоторые затруднения в определении области институциональной экономики. Для определения контуров институционализма рассмотрены принципы основных школ и течений, в особенности традиционной и новой. Рассмотрены основные положения неинституционализма: 1) иррациональность и оппортунизм 2) осуществление рыночных трансакций. Отражены подходы к исследованию институтов с позиций институциональных соглашений и институциональной среды. На основе рассмотренных принципов, с помощью исторической систематизации, автором предлагается обобщенная система институционализма

The article explores the various provisions schools institutionalism, the basic principles of this directions. Are presented with the position of the traditional institutionalism: 1) denial of the principle of optimization, 2) denial of methodological individualism 3) «understanding» of the functioning of the economy 4) interpretation of economics as evolving system 5) favor with to state intervention .this characteristics of institutions, including economic, defined the characteristics of individuals with regard to institutions. Concluded that because of the existence of a significant amount directions, trends and schools there are some difficulties in defining the boundaries institutional economics. Considered the main provisions of institutionalism: 1) the irrationality and opportunism 2) implementation of market transactions. Presents an approach to the study of institutions from the standpoint of institutional arrangements and the institutional environment. Author researched principles of schools and trends, in particular the traditional and the new institutionalism. Using historical systematization, the author proposes a generalized system of institutionalism

Ключевые слова: институциональная экономика, эволюционный институционализм

Key words: institutional economics, evolutionary institutionalism

Косинский Петр Дмитриевич

Доктор экономических наук, профессор
Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Kosinskiy Petr Dmitrievich

Doctor of Economic Sciences, Professor
Kuzbass State Technical University
named T.F. Gorbachev
Kemerovo, Vesennya st., 28

Бондарев Николай Сергеевич

Кандидат экономических наук, доцент
Кемеровский государственный
сельскохозяйственный институт
г. Кемерово, ул. Марковцева, 5

Bondarev Nikolay Sergeevich

Candidate of Economics Sciences, associate Professor
Kemerovo State Agricultural Institute
Kemerovo, Markovtseva st., 5

Бондарева Галина Сергеевна

Кандидат экономических наук
Кемеровский государственный
сельскохозяйственный институт
г. Кемерово, ул. Марковцева, 5

Bondareva Galina Sergeevna

Candidate of Economics Sciences
Kemerovo State Agricultural Institute
Kemerovo, Markovtseva st., 5

Институциональная экономическая теория приобрела в последнее время роль нового направления экономики, которое дополняет традиционную экономическую теорию, используя ее основополагающие законы.

В периоды трансформации экономики, смены общественно-политических формаций происходит и изменение экономических институтов: одни создаются, другие закрываются. Меняются и структурные связи между институтами. Зачастую, именно эти процессы влияют на всю экономическую ситуацию, что и определяет исследовательский интерес ученых к институционализму.

В этом направлении существует достаточное количество направлений и подходов, зачастую значительно различающихся между собой, что затрудняет понимание дисциплины, снижает ее значимость, в том числе и среди экономистов. Представленное научное исследование включает изучение различных подходов и школ в институционализме с целью определения основных принципов данного направления. Основным методом исследования, является обобщение исторического материала.

По мнению большинства ученых (к примеру, Г.Б. Клейнер [2, с. 5]), выделяется «старый», «традиционный», «классический» институционализм и «новый», «современный», «неоклассический» институционализм или неoinституционализм (изначально термин «новая институциональная экономика» был введен О.Уильямсоном [11, с. 105]).

Рассмотрим эволюционно положения традиционного институционализма, основоположником которого являлся Торстейн Бунде Веблен и его труды. В основу объектов научного исследования ложатся институты как целостная конструкция, включающей как формальные (конституции, общее право, инструкции) и неформальные (соглашения, нормы и кодексы поведения) ограничения на человеческие действия, так и принуждение к их исполнению [5, с. 98]. То есть из характеристик институтов, включая экономические, определяются характеристики индивидов. Сами же институты объясняются через те функции, которые они выполняют в воспроизводстве системы отношений на макроуровне, то есть не граждане «заслуживают» свое правительство, а правительство способствует формированию определенного типа граждан [6].

А когда обычаи становятся общими для группы или социальной культуры, они трансформируются в рутины или традиции. Как правило, обычаи внедряются в других индивидуумах повторными имитациями социальных традиций или рутин.

Этим замыкается самоусилительный контур: частные обычаи распространяются по всему обществу, что приводит к возникновению и укреплению институтов; институты вскармливают и укрепляют частные обычаи и передают их новым элементам данной группы [7].

Исторически традиционный институционализм строился на следующих основных положениях.

а) отрицание принципа оптимизации. Хозяйствующие субъекты трактуются не как максимизаторы (или минимизаторы) целевой функции, а как следующие различным «привычкам» – приобретенным правилам поведения и социальным нормам.

б) отрицание методологического индивидуализма. Действия отдельно взятых субъектов в значительной мере предопределяются ситуацией в экономике в целом, а не наоборот. В частности, их цели и предпочтения формируются обществом.

в) сведение основной задачи экономической науки к «пониманию» функционирования хозяйства, а не к прогнозу и предсказанию.

г) отрицание подхода к экономике как к (механически) равновесной системе и трактовка экономики как эволюционирующей системы, управляемой процессами, носящими кумулятивный характер. Старые институционалисты исходили здесь из предложенного Т. Вебленом принципа «кумулятивной причинности». Согласно этому принципу, экономическое развитие характеризуется причинно-следственными связями между различными экономическими феноменами, связями, усиливающими друг друга.

д) благосклонное отношение к государственному вмешательству в рыночную экономику [8, с. 131].

Следующий основополагающий элемент традиционного институционализма, цикличность экономики, внес У. Митчелл, ученик и последователь Веблена. Он исследовал циклические явления в экономике, которые являются результатами действия денежного обращения, цен, торговли, сбережений, курсов акций и т.д. Государственное регулирование, по мнению У. Митчелла, необходимо для преодоления кризисов [9]. Данную теорию развил и дополнил Й. Шумпетер [10, с. 166].

На рисунке 1 схематично представим основные положения традиционного институционализма, которые были рассмотрены выше.

Далее рассмотрим основы неoinституционализма, которые заложили Рональд Коуз, Оливер Уильямсон и Дуглас Норт.

Неоинституционализм, опираясь на заложенные «традиционным» институционализмом постулаты, определяют характеристики институтов, включая экономические, из характеристик индивидов и базируется на следующих основных положениях.

Рис.1. Основные положения и теории традиционного институционализма

а). Человеческое поведение не носит всеобъемлющий характер и не является рациональным.

В основе его поведения лежит иррациональность и оппортунизм, который с точки зрения Уильямсона означает «преследование личного интереса с использованием коварства» [11] при нарушении закона или норм. При этом оппортунизм невозможен, если рациональность является полной.

б). Осуществление рыночных трансакций. Предполагается, что ценовой механизма и многие элементы рыночной экономики, связаны с издержками, которые получили название трансакционными.

В своей работе: «Институциональная экономическая теория» Д.Р. Коммонс вводит ключевое понятие «трансакция» (сделка). С его точки зрения, трансакция с ее участниками является наименьшей единицей измерения институциональной экономической деятельности. В структуре трансакции он выделяет три элемента: переговоры, принятие обстоятельств и их выполнение. При этом, Д.Р. Коммонс определяет три вида трансакций [12, с. 73]:

1) торговые (передача прав собственности между законными равными сторонами);

2) управленческие (отношения начальника и подчиненного по созданию богатства с помощью команд);

3) ратионирующие (законодательная власть, совет директоров). Трансакционный процесс, с точки зрения Коммонса, это определение «разумной ценности» благ, который завершается контрактом, реализующим «гарантии ожиданий».

Таким образом, в институционализм добавляется еще одно положение о трансакционном процессе.

Следуя принципу рациональности, хозяйствующие субъекты в ходе своей хозяйственной деятельности стремятся минимизировать трансакционные издержки и для этого создают институты, то есть «созданные человеком ограни-

чения, которые структурируют политическое, экономическое и социальное взаимодействие» [13, с. 17]. Критерием эффективности институтов является размер достигнутой благодаря им минимизации издержек. Таким образом, «институты имеют значение», то есть они влияют на результаты функционирования и динамику развития экономики [14].

Новое направление в институционализме привнесло новые подходы к исследованию институтов, в которых исследуют следующие позиции: институциональные соглашения и институциональная среда.

Институциональные соглашения относятся к образованию (государству, партии, объединению и т.п.), которое конституируется на основе договора (контракта) между отдельными индивидами относительно дополнительных «внутренних» ограничений, добавляемых к общепринятым «правилам игры», соблюдать которые они обязаны [15, с. 152].

Влияние институциональных соглашений на институциональную среду осуществляется посредством коллективных действий и проявляется в двух формах: инструментальной и стратегической. Если первая форма носит чисто координационный характер, позволяя улучшить положение всех субъектов, то вторая означает получение одной из групп специальных интересов распределительных преимуществ, то есть рентоориентированное поведение. И наоборот, изменение базовых, основополагающих институтов непременно скажется на структуре транзакций и эффективности механизмов управления ими [16, с. 112].

Институциональная среда это социально-экономические, организационно-управленческие, социо-культурные и другие виды институтов, определяющих производственные отношения [17, с. 11].

Институциональная среда формирует социальные условия жизни, а воздействие индивидов на неё происходит через их участие в политическом процессе, которое определяется дополнительно принятыми поведенческими предпосылками [18].

Рассмотренные основные принципы неoinституционализма, позволяют свести их в единую систему (Рисунок 2).

Рис. 2. Систематизация основных положений и теорий нового институционализма

В представленной системе институт исследуется через институциональные соглашения и институциональную среду, используя теории оппортунизма и трансакционных издержек. [1, с. 29]

В зависимости от форм и видов институтов, институциональных соглашений варьируется и трансакционные издержки, которые в наибольшей степени сокращаются в интегрированных формированиях за счет минимизации неопределенности экономической среды и соблюдения прав собственности и устойчивых правил поведения. [3, с. 276]

Остальные ветви и направления нового институционализма более детально рассматривались на том или ином положении и теории традиционного и нового институционализма.

Таким образом, представленная систематизация основных положений и теорий традиционного и нового институционализма позволяет определить контуры данного направления в экономике, которые возможно применить в прогнозировании поведения тех или иных экономических субъектов и явлений.

Список используемых источников:

1. Бондарев Н.С. Институциональные преобразования в сельском хозяйстве: теория и методология : дис... док. экон. наук. Новосибирск, 2015. 331 с.
2. Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука. 2004. 266 с.
3. Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Продовольственное обеспечение региона: вопросы теории и практики (научная монография) / под научной редакцией д.э.н., академика РАН П.М. Першукевича. Новосибирск, 2015. 397 с.
4. Лебедева Н.Н. Глава из учебного пособия «Новая институциональная экономическая теория» // Вестник ВолГУ. Серия 6. Вып. 8, 2005. С. 100-108.
5. Кирдина С.Г., Кирилюк И.Л., Рубинштейн А.А., Толмачева И.В. Российская модель институциональных изменений: опыт эмпирико-статистического исследования // Вопросы экономики. 2010. № 11. 198 с.
6. Мелихов В.Ю., Осадчая Т.Г. Основные этапы развития институциональной теории // Вестник ТГУ. 2011. Вып. 12 (104). С. 424-446
7. Бессонова О.Э. Институциональная теория хозяйственного развития России: автореф. дис. ... д-ра соц. наук. (08.00.05). Новосибирск, 1998. 56 с.
8. Розмаинский И.В. Институционализм // Журнал институциональных исследований. 2010. Т. 2. № 4. С. 128-146.
9. Толстов С.М. Этапы становления и развития институционализма // Известия Самарской сельскохозяйственной академии. 2011. № 2.
10. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 324 с.
11. Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма. Фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация. СПб.: Лениздат, 1996. 388 с.
12. Нуреев Р.М. Очерки по истории институционализма. Ростов н/Дону: Гуманитарные перспективы, 2010. 415 с.
13. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 428 с.
14. Норт Д. Пять тезисов об институциональных изменениях // КБКЭ. Минск: ИПМ, 2000. Вып. 4.
15. Патрушев С.В. Институционализм в политической науке: этапы, течения, идеи, проблемы. М.: Финансы и статистика, 2006. 356 с.
16. Сергеев А.М. Институты в экономической теории: генезис, определения и интерпретации. М.: Велби, 2003. 295 с.
17. Кадомцева М.Е. Модернизация институциональной среды как фактор инновационного развития агропродовольственного комплекса: автореферат диссертации. Саратов, 2013. 23 с.
18. Шашитко А.Е. Новая институциональная экономическая теория. М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2002. С. 46-50.

References:

1. Bondarev N.S. *Institutional transformations in agriculture: the theory and methodology: dissertation.* Novosibirsk, 2015. 331 p
2. Kleiner G.B. *The evolution of the institutional systems.* M.: Nauka, 2004. 266 p.
3. Kosinski P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S. *The food maintenance in the region: the theory and practice.* SSE Siberian Research Institute of Agricultural Economic Russian Academy of Agricultural Sciences. Novosibirsk, 2015. 397 p.
4. Lebedeva N.N. *The head of the textbook «New Institutional Economics».* Bulletin of the Volga. 2005. Series 6. Vol. 8. P. 100-108.
5. Kirdina S.G., Kyrylyuk I.L., Rubinstein A.A., Tolmachev I.V. *The Russian model of institutional change: the experience of empirical-statistical research.* Problems of Economics. 2010. № 11. 198 p.
6. Melikhov V.Y., Osadchaya T.G. *The main stages of development of institutional theory.* Vestnik TSU. 2011. Vol. 12 (104). P. 424-446
7. Bessonova O.E. *Institutional Theory of economic development of Russia: abstract Dissertation.* Novosibirsk, 1998. 56 p.
8. Rozmainsky I.V. *Institutionalism.* Journal of Institutional Research. 2010. Vol. 2, №4. P. 128-146.
9. Tolstov S. *The stages of formation and development of institutionalism.* Proceedings of the Samara Agricultural Academy. 2011. № 2.
10. Schumpeter J. *The theory of economic development.* Schumpeter. M.: Progress, 1982. 324 p.
11. Williamson O. *Economic institutions of capitalism. Firms, markets, «relational» contracting.* SPb.: Lenizdat, 1996. 388 p.
12. Nureyev R.M. *Essays on the history of institutionalism.* Rostov on Don, 2010. 415 p.
13. North D. *Institutions, institutional change and economic performance.* M.: Foundation for Economic book «Elements», 1997. 428 p.
14. North D. *Five theses on institutional changes.* KBKE. Issue 4. Minsk: Preprint, 2000.
15. Patrushev S.V. *Institutionalism in political science: stages, trends, ideas, problems.* M.: Finance and Statistics, 2006. 356 p.
16. Sergeev A.M. *Institutions in economic theory: the genesis of definitions and interpretations.* M.: Welby, 2003. 295 p.
17. Kadomtseva M.E. *Modernization of the institutional environment as the factor of innovative development of agricultural complex: abstract Dissertation.* Saratov, 2013. 23 p.
18. Shastitko A.E. *New institutional economics.* M.: Economics Faculty of Moscow State University, TEIS, 2002. P. 46-50.

© 2015, Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С.
Систематизация основных положений и теорий
традиционного и нового институционализма

© 2015, Kosinskiy P.D., Bondarev N.S., Bondareva G.S.
Systematization the main provisions and theories
traditional and new institutionalism

DOI: 10.17117/nv.2015.04.025

Поступила (Received): 21.11.2015

Омаров М.О., Гамидов А.Ф., Муртазалиева З.О. Нормативно-правовая особенность признания гражданина недееспособным в РФ

Muradgadgi O.O., Hamidov A.V., Murtazalieva Z.O.
**Regulatory feature recognition of legal capacity
in the Russian federation**

В данной статье анализируются политико-правовые особенности и порядок признания гражданина недееспособным в Российской Федерации. На основе общероссийского законодательства даны сущностные аспекты социальной работы с недееспособной группой населения в Республике Дагестан

Ключевые слова: недееспособность, социальная работа, закон

This article analyzes the political and legal features and the recognition of the citizen incapacitated in the Russian Federation. On the basis of the Russian legislation given to essential aspects of social work with an incompetent group of the population in the Republic of Dagestan

Key words: disability, social work, law

Омаров Мурадгаджи Омарович

Кандидат политических наук, доцент
Дагестанский государственный университет
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43

Muradgadgi Omarov Omarovich

Candidate of Political Sciences, associate Professor
Dagestan State University
Makhachkala, M. Gadzhieva st., 43

Гамидов Абдурахман Феталиевич

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

Hamidov Abdurrahman Vitalievich

Master student
Dagestan State University
Makhachkala, M. Gadzhieva st., 43

Муртазалиева Зухра Омаровна

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

Murtazalieva Zuhra Omarovna

Master student
Dagestan State University
Makhachkala, M. Gadzhieva st., 43

Человек в силу болезни, достижения конкретного возраста или психического расстройства может утратить возможность понимать значение своих действий. В такой момент своей жизни или на протяжении ее человек перестает руководить своими действиями и соответственно может быть признан недееспособным.

На сегодняшний день различают несколько видов недееспособности: возрастная недееспособность; недееспособность вследствие психического расстройства; частичная недееспособность.

Возрастная недееспособность возникает до наступления совершеннолетия, а именно восемнадцатилетнего возраста и в очень пожилом возрасте, когда в результате возрастных изменений человек перестает руководить своими действиями и теряет дееспособность. Если в первом случае недееспособность возникает из условия нахождения в определенной возрастной категории, то во втором случае порядок признания недееспособности будет таким же, как и при психическом расстройстве или заболевании.

Данная недееспособность, возникает в результате потери гражданином способности адекватно воспринимать действительность и отвечать за свои действия и поступки.

При наступлении частичной недееспособности ограничивается ряд прав и обязанностей гражданина.

Основания и порядок признания гражданина недееспособным.

Процедура и основания для признания гражданина недееспособным закреплены в гражданском процессуальном законодательстве. В ст. 29 ГК РФ, сказано, что признать гражданина недееспособным может только суд. То есть, для признания гражданина недееспособным, суд должен установить наличие юридического и медицинского критериев в совокупности.

Медицинский критерий – наличие у гражданина психического расстройства или заболевания.

Юридический критерий – неспособность руководить своими действиями (волевой момент) или неспособность понимать значение своих действий (интеллектуальный аспект) [2, с.2].

Согласно ст. 29 ГК РФ не каждое психическое расстройство может быть основанием для потери гражданином дееспособности, а только то, которое не позволяет ему руководить своими действиями и осознавать их значение и последствия. В Законе «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при ее оказании» сказано, что только лишь нахождение гражданина в психоневрологическом учреждении на стационаре или диспансерном наблюдении не может привести к потере им дееспособности. А именно, на основании одного лишь диагноза нельзя сказать, что гражданин недееспособен.

Ст. 281 ГПК РФ гласит, что подавать заявление в суд, для признания гражданина ограниченно дееспособным или полностью недееспособным, имеют право:

- члены семьи, психоневрологические или психиатрические учреждения, орган опеки и попечительства (в случаях злоупотребления гражданином наркотическими средствами или спиртными напитками – ограничение дееспособности);

- близкие родственники, члены семьи, орган опеки и попечительства, психоневрологическое или психиатрическое учреждение (психическое расстройство гражданина – признание недееспособным).

Заявление подается в суд, либо по месту жительства гражданина, либо по месту психиатрического или психоневрологического учреждения, в котором он находится на лечении. В порядке подготовки к делу, судья, имея веские доказательства о психическом расстройстве гражданина, обязан назначить судебно-

психиатрическую экспертизу, для определения психического состояния последнего (ст. 283 ГПК РФ). Уклонение гражданина от прохождения данной экспертизы влечет за собой вынесение судом решения о направлении гражданина на судебно-психиатрическую экспертизу в принудительном порядке [4, с. 3.],

При рассмотрении дела о признании гражданина недееспособным и вынесении решения, суд должен исходить из следующих фактов:

- наличия психического расстройства;
- причинной связи между непониманием гражданином значения своих действий, невозможностью руководить ими и психическим расстройством;
- фактов, подтверждающих, что гражданин не в состоянии руководить своими действиями и не может понимать их значение;
- достижение гражданином установленного законом возраста, когда становится вопрос о признании его недееспособным;
- другие обстоятельства.

Доказательства необходимые для признания гражданина недееспособным:

- заключение судебно-психиатрической экспертизы;
- справки о нахождении гражданина на учете в психиатрическом диспансере;
- справки из медицинского учреждения;
- справки МСЭК;
- доказательства отсутствия у гражданина возможности руководить своими действиями и осознавать их значение (материалы следственных органов, свидетельские показания, заключения, ранее проводившихся, судебно-психиатрических экспертиз и т.д.).

Гражданский процессуальный кодекс подразумевает презумпцию дееспособности лица, это значит что, пока не вынесено соответствующее решение суда и пока оно не вступило в силу, любое лицо признается дееспособным. Поэтому на заявителе лежит обязанность доказать наличие обстоятельств, которые свидетельствуют о недееспособности соответствующего гражданина. Лица, заинтересованные в доказательстве дееспособности гражданина и возражающие против заявленного требования, могут приводить в суде доказательства отсутствия оснований для признания лица недееспособным.

Признание гражданина недееспособным в судебном порядке, требует присутствия на судебном заседании органов опеки и попечительства, а также прокурора. Участие органов опеки и попечительства обусловлено необходимостью назначения недееспособному лицу опекуна или попечителя. Каждый из этих участников при рассмотрении дел данной категории дает свое заключение. Права лиц страдающих, психическими расстройствами закреплено в статье 5 ФЗ от 22.07.1992 N 3185 [1, с. 4.].

Согласно ст.20 Трудового кодекса Российской Федерации, от имени физических лиц, признанных судом недееспособными, их опекунами могут заключаться трудовые договоры с работниками в целях личного обслуживания этих физических лиц и помощи им по ведению домашнего хозяйства. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 N 197-ФЗ (ред. от 29 декабря

2012) // Собрание законодательства РФ. 2002. N 1 (ч. 1). Ст. 3.. Тем не менее, такая норма вовсе не означает, что гражданин сам не может трудиться.

Несомненно, психические отклонения ограничивают тот объем сфер, в которых он в состоянии выполнять трудовые функции, однако, трудовая дееспособность у него в этом случае никуда не исчезает, а проходит некоторую деформацию в связи с новым правовым статусом её обладателя. Исходя из вышесказанного, психически не здоровые лица остаются субъектами трудовых отношений. Той же позиции придерживается и Верховный Суд РФ: «Положения Трудового кодекса Российской Федерации, не содержат запрета на заключение трудовых договоров с лицами, признанными судом недееспособными» Определение Верховного Суда РФ от 23 апреля 2010 N 13-В10-2 // СПС [3, с. 5.].

Для недееспособных граждан в связи с их психическим расстройством вполне могут понадобиться прохождение лечения или других услуг социального характера. Так в Республиканской психиатрической больнице г Буйнакса проводится большая социально-реабилитационная работа с пациентами-хрониками. Социальные работники осуществляют ряд мероприятий направленных на восстановление у больных утраченных социальных и бытовых навыков, социальных связей. К ним относятся создание работа по интересам, клубная работа, иная культурная массовая работа и т.д., кроме того социальные работники занимаются конкретными проблемами, связанными с реабилитацией социального положения пациентов, получение им льгот; социально-правовой защитой (оформление пенсии, получение необходимых документов, оформление опеки и др). В настоящее время в больнице имеется:

- Три мужских отделения, имеющие в распоряжении 100 коечных мест для стационарного пребывания;
- Женское отделение, рассчитанное на 90 коек для лечения в стационаре;
- Туберкулезное отделение, куда направляются больные с психическими заболеваниями и диагнозом туберкулез легких. Для стационарного лечения отделение располагает 80-ю койками. Сегодня для лечения в стационаре в Психиатрической больнице доступно 425 коек.

В рамках выполнения опекунских обязанностей социальные работники больницы запрашивают и получают документы недееспособных граждан, опекуном которых является больница (паспорт, удостоверения, справки из БТИ, Минюста и т. д). Среди недееспособных больных-хроников имеется значительное количество лиц, уже не нуждающихся в стационарном лечении. Социально-реабилитационная служба больницы активно оформляет документы для перевода таких больных, нуждающихся в постороннем уходе, в дома-интернаты, дома престарелых и т.д.

В случае выздоровления гражданина, ГПК РФ предусматривает порядок признания его дееспособным. Для этого требуется устойчивое улучшение психического состояния лица, заключение судебно-психиатрической экспертизы об изменениях в психическом состоянии гражданина. При развитии способности гражданина, который был признан недееспособным, понимать значение своих действий или руководить ими лишь при помощи других лиц суд признает

такого гражданина ограниченно дееспособным в соответствии с пунктом 2 статьи 30 настоящего Кодекса. При восстановлении способности гражданина, который был признан недееспособным, понимать значение своих действий или руководить ими суд признает его дееспособным. На основании решения суда отменяется установленная над гражданином опека и в случае признания гражданина ограниченно дееспособным устанавливается попечительство [5, с. 6].

Список используемых источников:

1. Аргунова Ю.Н. Права граждан с психическими расстройствами. М.: ФОЛИУМ, 2007.
2. Илейко В.Р., Первомайский В.Б. Исторический аспект развития взглядов на проблему дееспособности // Судебно-психиатрическая экспертиза: от теории к практике. Киев: КИТ, 2006. С. 249-256.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 N 197-ФЗ (ред. от 29 декабря 2012) // Собрание законодательства РФ. 2002. N 1. Ч. 1. Ст. 3.
4. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2001 г. № 138 ФЗ. Ред. от 06.04.2015 г.
5. URL: <http://www.gk-rf.ru/statia29>

References:

1. Argunova Ju.N. The rights of citizens with mental disorders. Moscow: FOLIUM, 2007.
2. Eleiko V.P., Pervomayskiy V.B. the Historical aspect of the development of views on the issue of legal capacity. Judicial-psychiatric examination: from theory to practice. Kiev: KIT, 2006. P. 249-256.
3. The labour code of the Russian Federation from December, 30th, 2001 N 197-FZ (as amended on December 29, 2012). Collected legislation of the Russian Federation. 2002. N 1. Part 1-3.
4. Civil procedure code of the Russian Federation of 14.11.2001 № 138 FZ. Ed. from 06.04.2015.
5. URL: <http://www.gk-rf.ru/statia29>

© 2015, Омаров М.О., Гамидов А.Ф.,
Муртазалиева З.О.

Нормативно-правовая особенность признания
гражданина недееспособным в РФ

© 2015, Muradgadgi O.O., Hamidov A.V.,
Murtazalieva Z.O.

Regulatory feature recognition of legal capacity
in the Russian federation

DOI: 10.17117/nv.2015.04.030

Поступила (Received): 05.12.2015

nich@isea.ru

Якимова Е.М. Правовые проблемы взаимодействия правоохранительных органов и негосударственных структур обеспечения безопасности предпринимательства

Yakimova E.M. Legal problems of interaction of law enforcement agencies and non-state structures of safety of business

В статье анализируются вопросы взаимодействия государственных и негосударственных субъектов в процессе обеспечения безопасности предпринимательской деятельности в России. Сделан вывод о том, что частные охранные структуры востребованы предпринимателями, дополняют, а иногда и заменяют существующий механизм государственной защиты. Государство устанавливает определенные требования к организациям, осуществляющим частную охранную деятельность. Проблемы с выполнением данных нормативов вызваны прежде всего с несовершенством организации проведения повышения квалификации частных охранников, что связано с отсутствием достаточной материальной базы у большинства образовательных учреждений, предоставляющих такие услуги. Возникают проблемы и с чрезмерным вмешательством государства в работу частных охранных структур, что приводит к тому, что продекларированная общая цель обеспечения безопасности предпринимательской деятельности не реализуется, государственные органы в ряде случаев затрудняют работу частных охранных предприятий с целью их вытеснения вневедомственной охраной органов внутренних дел
Ключевые слова: безопасность, предпринимательская деятельность

In article questions of interaction of the state and non-state actors in the course of safety of business activity in Russia are analyzed. Private security structures are demanded by businessmen. These structures supplement, and sometimes replace the existing mechanism of the state protection. The state ustanavlivan certain requirements to the organizations which are carrying out private security activity. Problems with implementation of these standards are caused first of all with imperfection of the organization of carrying out professional development of private security guards. These problems are caused by lack of sufficient material resources at the majority of the educational institutions providing such services. There are problems with excessive intervention of the state in work of private security structures. The overall objective of safety of business activity isn't realized. Government bodies in some cases complicate work of the private security companies for the purpose of their replacement of law-enforcement bodies by private security

Key words: safety, business activity

Якимова Екатерина Михайловна
Кандидат юридических наук, доцент
Байкальский государственный университет
экономики и права
г. Иркутск, ул. Ленина, д. 11

Iakimova Ekaterina Mikhailovna
Candidate of Juridical Sciences, associate Professor
Baikal State University Economics and Law
Irkutsk, Lenin st., 11

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания № 29.1247.2014/К на выполнение научно-исследовательских работ в сфере научной деятельности в рамках проектной части.

Проект № 1247 «Пределы ограничения прав личности в уголовном судопроизводстве в целях обеспечения национальной безопасности государства: уголовно-процессуальный и криминалистический анализ»

Введение (Introduction)

Государство при осуществлении государственного регулирования предпринимательской взаимодействует со всеми элементами структуры обеспечения безопасности предпринимательства. Как показывает мировая практика, такое взаимодействие позволяет расширить возможности государства в борьбе с экономическими преступлениями, с общеуголовной преступностью, с промышленным шпионажем и т.п.

Круг субъектов, осуществляющих обеспечение безопасности предпринимательской деятельности, включает как государственные, так и негосударственные структуры, которые в этом направлении используют различные формы и методы. Негосударственные структуры представлены прежде всего предприятиями, осуществляющими частную детективную и охранную деятельность. Проводя анализ концепции обеспечения безопасности предпринимательской деятельности (например, [1, с. 25-28], [2, с. 56]) автором статьи установлено, что важно определить основные направления государства по повышению уровня безопасности предпринимательства. Достижению указанной цели будет способствовать закрепление в качестве основных задач создание эффективной системы взаимодействия органов публичной власти и частных структур в процессе обеспечения безопасности предпринимательства, внедрения системы мониторинга безопасности предпринимательства, совершенствование федерального и регионального в рассматриваемой сфере, создание благоприятных условий для развития бизнеса в России.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Исследование вопросов, связанных с государственным регулированием любой сферы деятельности, предполагает использование прежде всего формально-юридический метод, позволяющий провести анализ норм законодательства в рассматриваемой сфере. Кроме того, при проведении исследования применение получил сравнительно-юридический метод, что позволило провести сопоставление российской и зарубежной модели взаимодействия государства и частных структур в процессе обеспечения безопасности предпринимательской деятельности.

Результаты (Results)

Частная охранная и детективная деятельность – это деятельность, направленная на оказание на возмездной договорной основе физическим и юридическим лицам предприятиями услуг по защите жизни и здоровья граждан, охране

имущества собственников, поиску без вести пропавших лиц и др. Цели осуществления данной деятельности делают ее схожей с правоохранительной деятельностью, однако в отличие от последней частная детективная и охранная деятельность является деятельностью предпринимательской, то есть осуществляемой не в силу установленной законом обязанности, а на коммерческой основе и является платной. Осуществление этой деятельности допускается лишь при получении в установленном законом порядке от органов внутренних дел лицензии на право заниматься частной охранной или детективной деятельностью и прохождении государственной регистрации. На лиц, осуществляющих частную охранную и детективную деятельность, статус работников правоохранительных органов не распространяется.

По данным МВД России, в настоящее время на территории Российской Федерации зарегистрировано 23,6 тысяч частных охранных организаций, общая численность работников которых составляет 715,6 тысяч человек, под их охраной находится 895,5 тысяч объектов различных форм собственности [3]. Для сравнения, на 1 января 2013 г. в Российской Федерации фактически оказывают охранные услуги 23 913 специализированных охранных организаций, под защитой частных охранных организаций находится 617 010 объектов различного назначения [4], соответственно, количество охранных предприятий уменьшилось за рассматриваемый период примерно на 300, однако количество объектов увеличилось примерно на 100 тысяч.

В России история развития данного сектора насчитывает немногим более 20 лет, в то время как в зарубежных странах – века (как указывает В.И. Садчиков, детективные и охранные службы начинают появляться в США, Германии, Франции в XIX в.), следовательно, для определения магистральных направлений развития негосударственных субъектов, осуществляющих частную детективную и охранную деятельность, необходимо проанализировать зарубежный опыт их функционирования.

Во-первых, анализ деятельности указанных субъектов позволяет сделать вывод, что их привлечение в качестве субъектов, обеспечивающих безопасность предпринимателей, выгодно для государства, поскольку позволяет снизить расходы государственного бюджета на содержание полиции [5, с. 3].

Во-вторых, важно подчеркнуть, что «приоритетами государственной политики в сфере правового регулирования частной детективной и охранной деятельности в ряде зарубежных государств являются: содействие государства в развитии частного сыска и охраны, наделение негосударственных правоохранительных структур необходимыми полномочиями для осуществления тех целей, ради достижения которых, собственно, создаются негосударственные частные детективные и охранные структуры» [6, с. 38].

В-третьих, поскольку предприниматели заинтересованы в обеспечении высокого уровня безопасности бизнеса, они предъявляют более высокие требования к персоналу, обеспечивающему безопасность, чем государство к полицейским. Так, «в зарубежных государствах имеется практика, когда органы полиции заключают соглашения с предприятиями различных организационно-правовых форм о правовом обслуживании по самому широкому кругу вопросов,

включая охрану объектов, проверку надежности персонала, защиту информационных систем, предоставление информации и технических средств защиты бизнеса и персонала. Необходимо сказать, что в государствах Западной Европы, а также США, Канаде, Японии техническая оснащенность частных правоохранительных служб выше, чем у государственных правоохранительных органов. Требования, предъявляемые к частным детективам и охранникам, достаточно высоки. Требованиям, которые предъявляются к частным детективам и охранникам, соответствуют далеко не все полицейские, достаточно часто имеет место практика, когда профессиональные полицейские не могут сдать квалификационные экзамены и поступить на работу в частные детективные и охранные службы» [7, с. 80].

В-четвертых, достаточно часто государство выбирает механизм достаточно формализованного контроля за деятельностью частных детективных и частных охранных служб. «Во многих государствах, где осуществляется частная детективная и охранный деятельность, приняты специальные законы, которые определяют режим ее осуществления. Кроме того, личный состав большинства частных служб безопасности обычно носит соответствующую форму и знаки отличия, за исключением сотрудников, выполняющих функции негласного контроля при обязательном наличии у них, однако, соответствующих документов, удостоверяющих личность, либо лицензии, выданной правительственными органами» [6, с. 39].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при правильной организации государственного управления в сфере частной детективной и частной охранный деятельности, государство получает необходимую поддержку со стороны негосударственных структур в деле обеспечения безопасности предпринимательской деятельности.

В России механизм государственного регулирования частной охранный деятельности прежде всего базируется на ее лицензировании и последующем контроле за соблюдением субъектами разрешительной системы требований законодательства. Выдача лицензий является одним из проявлений контрольной функции органов государственной власти.

Выдачу лицензий в рассматриваемой сфере осуществляют подразделения Министерства внутренних дел России. Лицензия предоставляется сроком на пять лет и действительна на всей территории Российской Федерации. Решение о предоставлении либо об отказе в предоставлении лицензии принимается в срок не более сорока пяти дней. Правительством Российской Федерации утверждается положение о лицензировании частной детективной деятельности, в котором устанавливаются порядок лицензирования данного вида деятельности и перечень лицензионных требований и условий.

Выдача лицензий на осуществление частной детективной деятельности производится органами внутренних дел по правилам, установленным Административным регламентом Министерства внутренних дел Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по выдаче лицензии на частную детективную (сыскную) деятельность и удостоверения частного детектива. Указанный Административный регламент утвержден Приказом МВД РФ

от 29 сентября 2011 г. № 1039 «Об утверждении Административных регламентов Министерства внутренних дел Российской Федерации по предоставлению государственных услуг по выдаче лицензии на частную детективную (сыскную) деятельность, лицензии на частную охранную деятельность и удостоверения частного охранника» [8]. МВД России также осуществляет государственный контроль за соблюдением лицензиатами установленных правил. В целях осуществления государственного контроля за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий орган внутренних дел в пределах своей компетенции проводит плановую и внеплановую проверки. Указанные проверки проводятся на основании распоряжений (приказов) органа внутренних дел. По результатам проверки осуществляющее ее должностное лицо составляет акт установленной формы.

Предметом государственного контроля является установление: соответствия деятельности лицензиата, его работников и оказываемых услуг требованиям нормативных правовых актов, регламентирующих частную детективную (сыскную) и охранную деятельность, а также оборот оружия и специальных средств; полноты и достаточности принимаемых лицензиатом мер по соблюдению указанных требований и по исполнению предписаний об устранении выявленных нарушений.

Между тем, нередко случаи злоупотребления должностными лицами органов внутренних дел, осуществляющих контроль за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий.

Так, должностные лица органов внутренних дел сами нарушают закон об охранной деятельности в части проведения проверки организаций, осуществляющих частную детективную и частную охранную деятельность без соответствующих распоряжений (приказов) органов внутренних дел. Подобные действия должностных лиц по проведению проверки нарушают законные права и интересы организаций, осуществляющих частную детективную и частную охранную деятельность, деятельность которых подлежит государственному контролю только в установленном законом порядке.

В целях недопущения грубого нарушения установленных Федеральным законом требований к организации и проведению проверок необходимо усилить контроль за действиями самих органов внутренних дел, осуществляющих проверки, а лиц, осуществляющих проверки с нарушением установленных законом порядка и условий привлекать к административной ответственности, вплоть до лишения занимать соответствующую должность.

В процессе осуществления государственного управления органы государственной власти должны не только наладить исполнение односторонних приказов и исполнения законодательства, но и обеспечить обратную связь. Данное взаимодействие реализуется прежде всего через взаимодействие полиции с частными охранными организациями в сфере охраны общественного порядка рассматриваются некоторые аспекты организации указанного взаимодействия. Так, частные охранные организации имеют право содействовать правоохранительным органам в обеспечении правопорядка, а частные детективы – в преду-

преждении и раскрытии преступлений, предупреждении и пресечении административных правонарушений. Данные субъекты в настоящее время обладают достаточной ресурсной базой, необходимой для поддержания правопорядка в стране. Это становится особенно актуальным в период реформирования и сокращения численности личного состава органов внутренних дел (полиции).

Вместе с тем, в настоящее время существуют некоторые проблемы взаимодействия полиции и частных охранных и детективных структур.

Согласимся с мнением О. В. Корниенко, что необходимо «дополнить Закон о частной детективной и охранной деятельности разделом X «Взаимодействие частных охранных организаций и частных детективов с правоохранительными органами в сфере охраны общественного порядка». В данном разделе важно закрепить основные принципы взаимодействия, права и обязанности представителей частных охранных организаций и частных детективов, социальные гарантии для участвующих в мероприятиях по охране общественного порядка. Так, к основным принципам взаимодействия следует отнести законность, согласованность, добровольность, взаимное уважение сторон, профессионализм участников. Последний принцип в большей степени относится к работникам частных охранных организаций, поскольку при взаимодействии им целесообразно предоставлять (в разумных пределах) необходимые полномочия. Для этого необходимо создание базы для подготовки квалифицированных специалистов, способных к деятельности в сфере охраны общественного порядка. Активное участие в подготовке таких специалистов должно принять МВД России и подведомственные ему органы, поскольку охрана общественного порядка – их основная обязанность» [9, с. 24].

В свою очередь, государство должно обеспечивать правовую и социальную защиту представителям охранно-сыскных структур, участвующим в охране общественного порядка.

В настоящее время отсутствуют четкие критерии для определения качества подготовки частных охранников, что в свою очередь негативно сказывается на самом качестве профессионального обучения. Для качественной подготовки частных охранников необходимо более четко определить требования к уровню профессиональной подготовки частных охранников.

Профессиональная подготовка и повышение квалификации частных детективов осуществляются в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего образования. Повышение квалификации руководителей частных охранных организаций осуществляется на базе образовательных учреждений дополнительного профессионального, среднего профессионального и высшего образования. Перечисленные образовательные учреждения должны иметь стрелковые объекты для проведения занятий по огневой подготовке. К сожалению, в образовательных учреждениях не всегда имеются необходимые учебные пособия, отсутствует необходимая база для отработки определенных навыков, что негативным образом сказывается на качестве подготовки частных охранников. Поэтому, предлагается внести изменения в действующее законода-

тельство и возложить обязанности по подготовке, обучение частных детективов и работников частных охранных организаций на образовательные учреждения системы МВД.

Иными словами, существуют различные формы взаимодействия полиции и негосударственных организаций и граждан в процессе обеспечения безопасности, в том числе, в сфере предпринимательской деятельности.

Основной задачей по повышению качества взаимодействия правоохранительных органов и негосударственных структур является активная работа по объединению усилий государства в лице органов публичной власти и негосударственные структуры по созданию эффективной системы обеспечения безопасности предпринимательства, что предполагает проведение слушаний, встреч, конференций, рабочих совещаний.

В частности, 28 июня 2013 г., в г. Новосибирске в управлении Генеральной прокуратуры Российской Федерации в Сибирском федеральном округе состоялось заседание межведомственной рабочей группы по защите прав предпринимателей. В совещании приняли участие представители правоохранительных органов, Пенсионного фонда России, Федеральной налоговой службы, общероссийских общественных организаций «Опора России», «Деловая Россия», саморегулируемых организаций в сфере строительства и транспорта, ассоциации экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации «Сибирское Соглашение», межрегиональных органов Ростехнадзора, Росприроднадзора, Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, департамента лесного хозяйства. На заседании рабочей группы рассмотрены вопросы взаимодействия правоохранительных и государственных органов с предпринимательским сообществом региона, проблемы обязательного пенсионного страхования бизнесменов, формирования института уполномоченных по защите их прав. По итогам совещания выработан механизм взаимного обмена информацией о нарушениях прав хозяйствующих субъектов, меры, направленные на снижение количества нарушений прав предпринимателей при осуществлении государственного контроля, определен порядок привлечения сотрудников управления для участия в работе «круглых столов» и совещаний, проводимых бизнессообществом.

Кроме того, 11 февраля 2014 года в рамках деловой программы Международного форума «Технологии безопасности-2014» состоялось Второе Всероссийское совещание Негосударственной сферы безопасности (далее – НСБ), организаторами которого выступили Общероссийский профсоюз НСБ, Координационный совет НСБ при поддержке профильных Комитетов Государственной Думы и Совета Федерации Российской Федерации, Общественной палаты Российской Федерации, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Общероссийской общественной организации «Деловая Россия», ДОСААФ России, общероссийских общественных организаций правоохранительной и ветеранской направленности.

Проведению совещания предшествовала серьезная работа, проделанная Оргкомитетом в течение 2013 года: «на различных площадках проводились значимые для отрасли мероприятия по основным проблемам развития охранного бизнеса, экспертные консультации и заседания, поскольку в настоящее время перед всей страной, а, следовательно, и перед негосударственной сферой без-

опасности встают новые задачи в обеспечении безопасности граждан в соответствии с принятой Концепцией Общественной безопасности в Российской Федерации» [10]. Актуализация данных вопросов важна не только для охранных предприятий, но и для органов государственной власти, которые «ежедневно решают вопросы обеспечения собственной безопасности» [11, с.4].

Участники совещания наметили среди основных задач взаимодействия государства и негосударственных структур в сфере обеспечения экономической безопасности «участие негосударственных структур безопасности в реализации федеральных и муниципальных программ по обеспечению общественной безопасности, разработку адекватных мер противодействия вызовам и угрозам, определенным Концепцией общественной безопасности в РФ, с учетом использования сил и средств негосударственной сферы безопасности.

Разговор о современном состоянии и перспективах развития НСБ, реализации дорожной карты совершенствования нормативно-правового регулирования охранной деятельности был поддержан и депутатами Государственной Думы РФ, и представителями государственных органов, и МВД России.

В целях совершенствования законодательства в рассматриваемой сфере считаем первоочередным включение в Закон Российской Федерации «О частной детективной и охранной деятельности в Российской Федерации» нормы, регламентирующей основные направления взаимодействия полиции с частными охранными организациями и детективами, их права и обязанности, механизм сотрудничества, а не только контрольные и надзорные механизмы.

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Активная работа по объединению усилий государства в лице органов публичной власти и негосударственные структуры по созданию эффективной системы обеспечения безопасности предпринимательства предполагает использование различных методов взаимодействия, в частности, информационную работу, проведение слушаний, встреч, конференций, рабочих совещаний.

Список используемых источников:

1. Якимова Е.М. Административно-правовые способы обеспечения безопасности предпринимательской деятельности // Вестник НГУ. Серия: Право. Т. 10. 2014. Вып. 1. С. 25-30.
2. Якимова Е.М. Совершенствование системы государственного контроля в Российской Федерации // Вестник Евразийской Академии административных наук. 2013. №1. С. 51-57.
3. Проверка частных охранных организаций: информация УЛРР за первое полугодие 2015 г. URL: <https://mvd.ru/document/6267390>
4. Статистика ООС. 2013. URL: <http://www.qsec.ru/node/2303>
5. Крысин А.В. Частные сыскные и охранные предприятия за рубежом: практика создания, функционирования и подбора кадров. Екатеринбург, 1992. 280 с.
6. Гафаров С.В. Административно-правовое регулирование обеспечения безопасности предпринимательской деятельности негосударственными службами безопасности в зарубежных государствах // Административное и муниципальное право. 2011. № 8. С. 38-47.
7. Дашков Г. В. Зарубежный опыт деятельности частных детективных и охранных служб. М.: Логос, 1994. 190 с.
8. Об утверждении Административных регламентов Министерства внутренних дел Российской Федерации по предоставлению государственных услуг по выдаче лицензии на частную детективную (сыскную) деятельность, лицензии на частную охранную деятельность и удостоверения частного

- охранника: Административный регламент утвержден Приказом МВД РФ от 29 сент. 2011 г. № 1039 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 16 янв. 2012.
9. Корниенко О.В. Компетенция подразделений полиции, осуществляющих лицензирование частной детективной и охранной деятельности: автореферат дисс....канд. юрид. наук. Челябинск, 2011. 26 с.
10. Второе Всероссийское совещание Негосударственной сферы безопасности
URL: http://www.psj.ru/saver_magazins/detail.php?ID=76984
11. Сачков Д.И., Смирнова И.Г. Информационная безопасность в органах власти. Иркутск, 2015. 122 с.

References:

1. Yakimova E.M. Administrative and legal ways of safety of business activity // Bulletin of NSU. Series: Right. Vol. 10. 2014. Release 1. P. 25-30.
2. Yakimova E.M. Improvement of system of the state control in the Russian Federation // The Bulletin of the Euroasian Academy of administrative sciences. 2013. No. 1. P. 51-57.
3. Check of the private security organizations: information of ULRR for the first half of the year 2015.
URL: <https://mvd.ru/document/6267390>
4. OOC 2013 statistics. URL: <http://www.qsec.ru/node/2303>
5. Krysin A.V. Private detective and security companies abroad: practice of creation, functioning and selection of shots. Yekaterinburg, 1992. 280 p.
6. Gafarov S.V. Administrative and legal regulation of safety of business activity by non-state security services in the foreign states // The Administrative and municipal law. 2011. No. 8. P. 38-47.
7. Dashkov G.V. Foreign experience of activity of private detective and security services. M.: Logos, 1994. 190 p.
8. About the approval of Administrative regulations of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation on providing the state services in licensing for private detective (detective) activity, the license for private security activity and the certificate of the private security guard: The administrative regulations are approved by the Order of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation from 29 sept. 2011 No. 1039 // Bulletin of regulations of federal executive authorities. 16 Jan. 2012.
9. Korniyenko O.V. Kompetention of the divisions of police which are carrying out licensing of private detective and security activity. Chelyabinsk, 2011. 26 p.
10. Second All-Russian meeting of the Non-state sphere of safety.
URL: http://www.psj.ru/saver_magazins/detail.php?ID=76984
11. Sachkov D.I., Smirnov I.G. Information security in authorities. Irkutsk, 2015. 122 p.

© 2015, Якимова Е.М.

Правовые проблемы взаимодействия
правоохранительных органов и негосударственных
структур обеспечения безопасности
предпринимательства

© 2015, Yakimova E.M.

Legal problems of interaction of law enforcement
agencies and non-state structures of safety of
business

DOI: 10.17117/nv.2015.04.039

Поступила (Received): 12.11.2015

Заика И.В., Тюшнякова И.А.
Программное определение нулей функций и
разностных решений систем обыкновенных
дифференциальных уравнений на основе
сортировки

Zaika I.V., Tjushnyakova I.A.
Software definition of functions zeroes
and difference solutions of systems ordinary
differential equations on the basis of the sort

В статье описан метод вычисления нулей многочленов и функций с учетом кратности. Предлагаемая конструкция основана на применении внутренней адресной распараллеливаемой сортировки по ключу, производимой слиянием и сохраняющей порядок равных элементов. При этом сортировка используется в качестве конструктивной части алгоритма, лежащего в основе метода. Процесс обработки использует лишь операции сравнения, что исключает накопление погрешности, влечет высокую точность локализации нулей. Функция может задаваться значениями на равномерной сетке. В частности, идентифицируются нули разностных решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод распространяется на вычисление полюсов функций с учетом их порядка. Предложенные схемы отличаются от известных по построению на основе сортировки, свойством автоматической локализации области всех нулей и каждого нуля в отдельности, параллелизмом, а также вычислительной устойчивостью. Проведен численный эксперимент, который подтверждает надежность и устойчивость метода, выполнен сравнительный анализ с известными методами, включая системы компьютерной математики Maple и MathCAD, иллюстрирующий положительные отличия предложенного метода

Ключевые слова: сортировка, нули функций

The article describes the method of calculation of zeroes of polynomials and functions according to multiplicity. The proposed design is based on the use of internal address parallelizable sort by key, made merger and preserves the order of equal elements. When this sorting is used as a structural part of algorithm underlying the method. The processing uses a comparison operation, which eliminates the accumulation of errors involves high precision localization of zeros. The function values can be set on a uniform grid. In particular, it identified the zeros of the difference solutions of ordinary differential equations. The method applies to the calculation of the poles of the functions with regard to their order. The proposed schemes differ from known by construction on the basis of sorting feature automatic localization of the field all zeros and each zero individually, parallelism and computational stability. The numerical experiment, which confirms the reliability and stability of the method, the comparative analysis with known methods, including a system of computer mathematics Maple and MathCAD, illustrating the positive differences of the proposed method

Key words: sort, functions zeroes

Заика Ирина Викторовна

Кандидат технических наук, доцент
Таганрогский институт имени А.П. Чехова
(филиал РГЭУ РИНХ)
г. Таганрог, ул. Инициативная, 48

Zaika Irina Victorovna

Candidate of Engineering Sciences, assistant
Professor
Taganrog Institute named after A.P. Chekhov
Taganrog, Iniziativnaya st., 48

Тюшнякова Ирина Анатольевна

Кандидат технических наук, доцент
Таганрогский институт имени А.П. Чехова
(филиал РГЭУ РИНХ)
г. Таганрог, ул. Инициативная, 48

Tjushnyakova Irina Anatolievna

Candidate of Engineering Sciences, assistant
Professor
Taganrog Institute named after A.P. Chekhov
Taganrog, Iniziativnaya st., 48

Введение (Introduction)

В работе описывается конструкция метода нахождения действительных и комплексных нулей и полюсов функций с учетом их кратности, а также нулей разностных решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Актуальность тематики обусловлена важностью практических приложений численных методов определения нулей функций. Данная задача актуальна сама по себе, на ее основе решается проблема приближенного вычисления полюсов функций [1]. Аналитические функции с кратными полюсами имеют приложения в гидродинамике при рассмотрении обтекания тел возмущенным потоком [2]. Расчет нулей и полюсов функций является одной из важных задач цифровой обработки сигналов [3, 4]. Например, в зависимости от расположения нулей и полюсов на комплексной плоскости осуществляется анализ временных функций линейной динамической системы [5]. Значения нулей и особенностей функций требуется знать при цифровой обработке в таких областях, как акустика, звуковая локация, радиолокация, сейсмология, связь, системы передачи данных, ядерная техника и др.

Современное состояние исследований в области локализации нулей функций одной и нескольких переменных характеризуется следующим образом [6-9]. Существуют компьютерные методы вычисления всех нулей полиномов произвольной степени при условии явного задания их коэффициентов. Такие методы реализованы на основе символьной обработки в системах компьютерной математики Maple, MathCAD. Кроме того, нули полинома вычисляются как собственные числа матрицы Фробениуса, строка которой задается коэффициентами полинома. В более общем случае, когда требуется вычислить нули функций произвольного вида, включая трансцендентные, известные методы строятся как методы вычисления экстремумов, в своем большинстве базирующиеся на градиентных схемах. При этом схемы не включают автоматическую идентификацию области каждого нуля (экстремума). В своем большинстве известные методы [10] ориентированы на нахождение единственного нуля, расположенного внутри некоторого интервала. Помимо того, присутствует необходимость поиска первого приближения, после чего возможно использование расчетных формул конкретного метода. Известные подходы включают больше средств теоретической математики, чем специфики компьютерных вычислений. В этом можно видеть одну из причин, по которой компьютерная реализация методов

нахождения нулей функций общего вида в существенных аспектах не гарантирует завершенности. С другой стороны, при наличии возможности программной реализации некоторых схем, в общем случае, не исключается проблема локализации, накопления погрешности и вычислительной неустойчивости.

Описанный в статье метод отличается от известных построением на основе алгоритмов сортировки, включает автоматическую программную идентификацию с наперед заданной точностью окрестности каждого нуля исходной функции и позволяет вычислять нули с учетом их кратности. Предлагаемый метод, в отличие от известных, инвариантен относительно вида функции, обладает устойчивой компьютерной реализацией, строится на основе параллельной сортировки и, на этой основе, эффективно распараллеливается.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Базовая часть метода вычисления нулей многочленов и функций, а также листинги программ представлены в [11-14], ниже излагается видоизменение метода в контексте постановки вопроса. Первоначально будем рассматривать многочлен $P_n(z) = \sum_{\ell=0}^n a_{\ell} z^{\ell}$, у которого могут быть комплексные нули и комплексные коэффициенты. Умножив $P_n(z)$ на комплексно-сопряженное значение $\overline{P_n(z)}$, получим функцию $f(x, y) = P_n(z) \times \overline{P_n(z)} = |P_n(z)|^2$. Очевидно, нахождение нулей $P_n(z)$ сводится к нахождению нулей функции $f(x, y)$ от двух действительных переменных. Вводится равномерная прямоугольная сетка, заключающая внутри себя область всех нулей функции. Значения функции берутся во всех узлах сетки и среди них ищутся все возможные минимумы, которые принимаются за приближения нулей функции $f(x, y)$. Искомые минимумы локализуются с помощью сортировки. Используется быстрая сортировка, основанная на адресном слиянии (рис.1) двух упорядоченных массивов по матрице сравнений (МС) [15]:

	$-\infty$	2	3	3	∞
$-\infty$	0	+	+	+	+
3	-	-	0	0	+
4	-	-	-	-	+
4	-	-	-	-	+
∞	-	-	-	-	0

Рис. 1. Матрица сравнений упорядоченных массивов

Последовательный алгоритм слияния выполняется поэлементным обходом слева направо, сверху вниз неотрицательной области МС. Адрес вставки элемента в выходной массив задается соотношениями

$$c_{i+j} = \begin{cases} b_i, & \text{если } \alpha_{ij} = -1, \alpha_{i(j+1)} \geq 0, \\ a_j, & \text{если } \alpha_{ij} \geq 0, \alpha_{(i+1)j} = -1, \end{cases} \quad \alpha_{ij} = \begin{cases} 1, & a_j > a_i, \\ 0, & a_j = a_i, \\ -1, & a_j < a_i, \end{cases}$$

где i, j – произвольно взятые индексы при ограничениях $n+1 \geq i \geq 0 \geq j \geq m+1$; n, m , соответственно, – число элементов упорядоченных массивов b и a ; c – массив, получаемый в результате их слияния; α_{ij} – элемент i -й строки и j -го столбца МС; при этом a располагается на входе таблицы, задающей МС, горизонтально сверху, b – вертикально слева. По входным индексам i, j на основе данных соотношений однозначно указывается выходной индекс ℓ и обратно, – с учетом принадлежности элемента конкретно к одному из двух входных массивов. Такая обратная адресация сохраняется для сортировки слиянием, которая организуется вначале «слиянием» каждой пары элементов с запоминанием обратных адресов, затем, аналогично, последовательным слиянием упорядоченных пар, упорядоченных четверок и т. д. Программа сортировки представлена в [12].

Для нахождения нулей функции $f(x, y)$ выполняется проход в направлении оси ОУ вдоль столбцов прямоугольной сетки, во время которого находится минимальное по строкам значение $c(j) = \min_{\substack{j=\text{const} \\ 1 \leq i \leq M}} f(x_i, y_j)$ при фиксировании номера

столбца и этот минимум заносится на вход сортировки как элемент $c(j)$ сортируемого массива. К выходу процедуры подсоединяется условный оператор, локализирующий после выполнения сортировки все минимумы среди этих значений, – минимумы совпадают с искомыми приближениями нулей многочлена. Данный оператор (ниже оператор локализации минимума) имеет вид

```
k:=1; while k<= n do begin FOR l := 1 TO k-1 do
if abs(e3[k]-e3[k-l]) <= eps0/h then goto 22; xk:= x0+e3[k]*h;
22: k:=k+1; end;
```

В этом программном фрагменте n – число узлов, совпадающее с числом сортируемых элементов, h – шаг равномерной сетки, $eps0$ – константа, равная радиусу $eps0$ -окрестности текущего узла (вдоль оси ОХ). Эта константа выбирается априори таким образом, чтобы не превысить половины числа узлов, отсчитываемых вдоль этой оси между ближайшими друг к другу нулями многочлена.

Оператор локализации находит минимальные элементы дискретной последовательности по смыслу своего построения. Работая после сортировки, он для текущего узла, определяемого индексом, записанным в $e3[k]$, находит каждый узел $x_0 + e3[k] * h$, в проекции $eps0$ -окрестности которого на ось ОХ нет узлов, доставляющих значения элементов входной последовательности (модуля многочлена на сетке), предшествующие $c[e3[k]]$ в отсортированном массиве. Это означает, в частности, что модуль многочлена в узле $x_0 + e3[k] * h$ не больше значений в остальных узлах его проекции $eps0$ -окрестности на ось ОХ, точнее, – строго меньше, или это значение является первым слева направо среди равных

элементов на выходе отсортированного массива. Значение локализованной абсциссы точки минимума $xk := x0 + e3[k] * h$ дает привязку к локализуемой точке двумерного минимума. Оно фиксируется и аналогичным образом локализуется ордината $yk := y0 + e33[k1] * h$, в которой достигается приближение к минимальному значению $f(x, y)$. Для нахождения нулей $P_n(z)$ осталось выполнить спуск к наименьшему значению в окрестности локализованной точки.

Очевидно, метод с упрощениями переносится на случай нахождения действительных нулей, как частный случай сказанного выше.

Вычисление кратности нулей многочленов и функций базируется на циклическом возобновлении схемы нахождения нулей функции после деления исходной функции на выражение $pp := pp * (sqr(x - kor\ x) + sqr(y - kor\ y))$, где число шагов цикла равно текущему счетчику кратности, а $kor\ x + i * kor\ y$ – текущий корень. В случае если $pp \rightarrow 0$, деление исходной функции производится на другое, отличное от близкого к нулю, циклически подсчитываемое выражение $ppp := ppp * eps$, где число шагов цикла совпадает с текущим значением порядка найденных нулей, а eps – наперед заданная погрешность вычислений. Сравнение найденных ранее нулей с вновь полученным выполняется по метрике Евклида, при этом ищется минимальное значение выражений как для некрatных

$$abs(sqr(korx - aax[l]) + sqr(kor\ y - aay[l])),$$

так и для кратных

$$abs(sqr(korx - bbx[l]) + sqr(kor\ y - bby[l]))$$

нулей. Необходимо отметить, что массивы aax , aay представляют собой априори заполненные действительные и мнимые части некрatных нулей; bbx , bby – соответственно заполняемые по ходу выполнения программы массивы кратных нулей. Если минимум метрики по всем таким сравнениям достаточно мал, то нуль повторился, его кратность увеличивается на единицу и производится деление функции на выражение pp или ppp с рекуррентным возвращением программы к началу, иначе запоминается кратность и выполняется переход к следующему фиксированному нулю до тех пор, пока не будет установлена кратность каждого.

Полюса комплексной функции $f(x, y) = g(x, y) + I \cdot p(x, y)$, квадрат модуля обратной к которой возможно представить в виде $|1/f(x, y)|^2 = u^2(x, y) + v^2(x, y)$ определяются как нули квадрата модуля обратной функций. В случае невозможности такого представления, на вход метода подается непосредственно функция $1/(g^2 + p^2)$, обратная к квадрату модуля, однако необходимо ослабить условия сужения окрестности при спуске [16]. Тем самым, осуществляется перенос изложенной схемы нахождения нулей на вычисление полюсов комплексной функции с учетом их порядка.

К недостаткам метода можно отнести длительность работы программы при определении кратных нулей и полюсов, который компенсируется параллелизмом изложенного метода. Так в его основе лежит сортировка, которая в па-

параллельном варианте имеет временную сложность $O(\log_2 n)$, ее можно заменить на сортировку с прямой и обратной адресностью сложности $O(1)$. Кроме того, на основе взаимной независимости рассматриваемого алгоритма по всем фрагментам в произвольно выбранном прямоугольном разбиении области, может быть организовано параллельное по данным фрагментам выполнение предложенного алгоритма.

По описанной схеме можно идентифицировать все нули разностного решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Пусть вначале рассматривается задача Коши для одного уравнения

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \quad y(x_0) = y_0.$$

На промежутке $[x_0, x_n]$ вычисляется разностное приближение, для определенности выбран метод Эйлера:

$$y_{i+1} = y_i + f(x_i, y_i)h, \quad x_i = x_0 + ih, \quad i = 0, 1, \dots, n, \quad h = \frac{x_n - x_0}{n}.$$

Разностные значения принимаются за элементы массива

$$c[i] = y_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

который сортируется. Присоединение условия локализации минимумов к программе сортировки влечет устойчивую идентификацию нулей как минимумов модуля приближенного решения рассматриваемой задачи. Инвариантность схемы относительно длины промежутка достигается с использованием сортировки и повторной локализации на границах смещаемого промежутка.

Для случая системы дифференциальных уравнений схема применяется к каждому уравнению в отдельности. Для других разностных методов, в частности, для методов Эйлера-Коши и Рунге-Кутты, схема нахождения экстремумов аналогична. При этом удастся достигать значительной точности идентификации экстремальных значений при достаточно малом шаге.

В экспериментах [17] удастся достигать точности идентификации в рамках формата представления данных языка программирования, идентификация является «автоматической» – для ее осуществления достаточно ввести правую часть системы. Метод применим к системам произвольной размерности. Детальное описание и другие примеры на случай системы приводятся в [18].

Результаты (Results)

Известные методы вычисления экстремумов и нулей функций [10, 11, 19, 20] в своем большинстве базируются на градиентных схемах и не включают автоматическую идентификацию области каждого нуля (экстремума). Предложенный метод отличается от известных методов построением на основе сортировки, он включает автоматическую идентификацию области каждого нуля исходной функции и позволяет вычислять нули с учетом их кратности. На его основе возможно нахождение полюсов функций с учетом их порядка.

Для сравнения получим результаты вычисления нулей функций по описанной схеме на основе сортировки и в системах компьютерной математики MathCAD и Maple.

Пример 1. Найти нули полинома

$$P_n(z) = z^5 - 8z^4 + 25z^3 - 21z^2 - 15z + 10$$

Для вычисления нулей на основе сортировки использовалась программа описанного метода [14]. Для поиска нулей полинома в MathCAD используется схема метода секущих, реализованная функцией *polyroots(V)*, которая возвращает вектор всех нулей полинома степени n , где коэффициенты полинома находятся в векторе V , имеющем длину $n + 1$. В Maple нули полинома

$$f(\lambda) = \lambda^n + a_{n-1}\lambda^{n-1} + \dots + a_0$$

ищутся как корни уравнения $P_n(\lambda) = 0$ следующим образом: вычисляются собственные значения матрицы Фробениуса

$$A_f = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & -a_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & -a_{n-1} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix};$$

для этого матрица Фробениуса методом последовательных приближений переводится в диагональную матрицу, на главной диагонали которой расположены все нули исходного полинома.

В Maple этот алгоритм реализуется с помощью функции *solve*.

Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная таблица вычисления нулей полинома на основе сортировки, в MathCAD и в Maple

Метод на основе сортировки		MathCAD		Maple	
Нули полинома	Значение полинома	Нули полинома	Значение полинома	Нули полинома	Значение полинома
4.95E-0001+i*0.00E+0000	1.88E-0037	0.495527831363	1.69E-0009	4.95E-0001	1.88E-0037
2.00E+0000+i*0.00E+0000	7.16E-0886	2.0000000000081	2.02E-0009	2.00E+0000	7.16E-0886
-6.92E-0001+i*0.00E+0000	3.00E-0036	- 0.6927497918342	1.42E-0009	-6.92E-0001	3.00E-0036
3.09E+0000+i*2.22E+0000	2.85E-0026	3.098610980194 +i*2.22802941174	2.27E-0009 +i*0.49E-0009	3.09E+0000+i*2.22E+0000	2.85E-0026
3.09E+0000-i*2.22E+0000	2.57E-0025	3.098610980194 -i*2.22802941174	2.27E-0009 -i*0.49E-0009	3.09E+0000-i*2.22E+0000	2.57E-0025

Табл. 1 показывает, что для данного примера точность вычислений нулей полинома описанным методом сравнима с точностью вычислений в Maple и превышает точность вычислений в MathCAD (практически это всегда так, если степень полинома выше пятой-шестой).

Пример 2. Найти нули функции

$$F := p \left(\cos p \cdot \sin \sqrt{\frac{1}{p + 2 \cdot 10^{-23}}} + 1 + \sin \frac{1}{p + 2 \cdot 10^{-23}} \right) \cdot \left(\frac{1}{\cos \left(\frac{1}{p + 1.2 + \sin p} \right)} \right),$$

где $p = (x - 1.000001)(x - 1.0000011)$.

Результаты вычислений представлены в табл. 2.

Табл. 2 показывает, что в MathCAD нули данной трансцендентной функции не найдены. В Maple приближенный результат удастся получить с помощью функции *fsolve*, которая используется для численного решения уравнений в тех случаях, когда трансцендентные уравнения не имеют аналитических решений. В результате найдено достаточно грубое приближение к нулям. Использование сортировки в этом случае дает точный результат с автоматической идентификацией всех нулей исходной функции.

Таблица 2. Сравнительная таблица вычисления нулей трансцендентной функции на основе сортировки, в MathCAD и в Maple

Метод на основе сортировки		MathCAD		Maple	
Нули полинома	Значение полинома	Нули полинома	Значение Полинома	Нули полинома	Значение полинома
1.000001E+0000	1.44E-0903	--	--	1.308077894	1.96E-0009
1.0000011E+0000	1.44E-0903	--	--	--	--

Для вычисления нулей функции двух переменных и в Maple, и в MathCAD отсутствуют специализированные функции. Поэтому нули функции возможно искать как минимумы ее модуля. В MathCAD для этого используется функция *minimize* (f, x, y), причем перед решением надо задать начальные значения искомых переменных (чем они ближе к верному решению, тем быстрее будет получен правильный результат). В Maple для поиска минимума функции используется команда *minimize* ($f, x = x1..x2, y = y1..y2, location$), где $[x1, x2] \times [y1, y2]$ – область поиска минимума, *location* – опция данной команды, позволяющая получить координаты точек минимума, то есть искомые нули.

Пример 3. Найти нули функции двух переменных

$$f(x, y) = x^2 - 3x + y^2 + 3y + 3$$

Результаты вычислений представлены в табл. 3.

Исходная функция имеет бесконечное множество нулей, поэтому Maple не дал результатов, строка вывода отображается в виде:

0, {[FAIL, 0]}.

Это означает, что минимум модуля исходной функции равен нулю, а координаты точек минимума неизвестны.

Столбец решений данного примера в MathCAD получен при различных начальных значениях переменных x, y . Однако результаты решения сильно зависят от выбора начальных значений переменных и имеют высокую погрешность вычислений.

Таблица 3. Сравнительная таблица вычисления нулей функции двух переменных на основе сортировки, в MathCAD и в Maple

Метод на основе сортировки		MathCAD		Maple	
Нули функции	Значение функции	Нули функции	Значение функции	Нули функции	Значение функции
$x=8.88E-0001$ $y=-2.56E+0000$	0.00E+0000	$x=1.65950126458145$ $y=-0.285685647670115$	0.32E-0009	--	--
$x=4.46E-0001$ $y=-2.12E+0000$	0.00E+0000	$x=1.26577088735596$ $y=-2.70213839319366$	0.63E-0008	--	--
...	...	...	...	--	--
$x=4.46E-0001$ $y=-8.74E-0001$	0.00E+0000	$x=0.936172287252808$ $y=-0.412756580408887$	0.56E-0008	--	--
$x=1.49E+0000$ $y=-2.72E+0000$	0.00E+0000	$x=0.304414215462631$ $y=-1.23434113712145$	0.38E-0009	--	--

Для разностных решений ОДУ сравнение предложенного метода [21] проведено также с методами пакета Maple и MathCAD на примерах поиска всех нулей решений ОДУ. Сравнение проводилось путем численного эксперимента на ряде следующих примеров.

Пример 4. Для уравнения вида $\frac{dy}{dx} = (0.8 - y^2) * \cos(x) - 0.4 * y$, $y(0) = 0$, в области $[0, 50]$ требуется идентифицировать все нули разностного решения. Для сопоставления используются пакеты MathCAD и Maple, результаты их работы представляют собой графическое отображение (рис. 2), представленное ниже.

Рис. 2. График решения ОДУ $\frac{dy}{dx} = (0.8 - y^2) * \cos(x) - 0.4 * y$

С другой стороны, поиск экстремумов разностного решения ОДУ данного примера на основе сортировки представлен в табл. 4 (соответствующая программа дана в [12]).

Таблица 4. Поиск всех нулей разностного решения в случае одного ОДУ

Метод	Шаг	точки нулей	Значения решения y
идентификация на основе сортировки	10^{-5}	2.57585	miny=0.00000
		5.81575	miny=0.00000
		8.94628	miny=0.00000
		12.08920	miny=0.00000
		15.23063	miny=0.00000
		18.37225	miny=0.00000
		21.51384	miny=0.00000
		24.65543	miny=0.00000
		27.79703	miny=0.00000
		30.93862	miny=0.00000
		34.08020	miny=0.00000
		37.22180	miny=0.00000
		40.36339	miny=0.00000
		43.50499	miny=0.00000
		46.64658	miny=0.00000
		49.78818	miny=0.00000

Таким образом, математические пакеты MathCAD, Maple не предоставляют численных значений нулей решений ОДУ, ограничиваясь лишь графическим представлением разностного решения. На графике можно затем идентифицировать нули, но без гарантии точности и с погрешностью графического редактора.

Ниже исследуется на нули каждая компонента решения системы ОДУ.

Пример 5. Для системы вида

$$\frac{dy_1}{dt} = y_2, \frac{dy_2}{dt} = -y_1 - 0.1 * y_2, y_1(0) = 0.1, y_2(0) = 1.$$

на промежутке $[0, 50]$ требуется найти все нули разностного решения. Результаты работы пакетов MathCAD и Maple формируются путем перевода системы в уравнение высшего порядка и представлены на рис. 3.

Рис. 3. График решения системы ОДУ

В табл. 5 приводятся результаты схемы идентификации нулей решения ОДУ.

Таблица 5. Поиск всех нулей разностного решения в случае системы ОДУ

Метод	Шаг	Точки нулей	Значения решения y_1	Точки Нулей	Значения решения y_2
идентификация на основе сортировки	10^{-5}	1.62237	Miny1=0.00000	3.14505	Miny2=0.00000
		4.76789	miny1=0.00000	6.29057	miny2=0.00000
		7.91342	miny1=0.00000	9.43467	miny2=0.00000
		11.05590	miny1=0.00000	12.57706	miny2=0.00000
		14.19829	miny1=0.00000	15.71945	miny2=0.00000
		17.34066	miny1=0.00000	18.86182	miny2=0.00000
		20.48305	miny1=0.00000	22.00421	miny2=0.00000
		23.62544	miny1=0.00000	25.14660	miny2=0.00000
		26.76782	miny1=0.00000	28.28898	miny2=0.00000
		29.91020	miny1=0.00000	31.43136	miny2=0.00000
		33.05259	miny1=0.00000	34.57375	miny2=0.00000
		36.19497	miny1=0.00000	37.71613	miny2=0.00000
		39.33736	miny1=0.00000	40.85852	miny2=0.00000
		42.47975	miny1=0.00000	44.00090	miny2=0.00000
		45.62213	miny1=0.00000	47.14329	miny2=0.00000
		48.76451	miny1=0.00000		

MathCAD и Maple ограничиваются лишь графическим представлением разностного решения дифференциальных уравнений, с их помощью нельзя идентифицировать нули всех компонент разностного решения. Ясно, что графическое отображение решения уравнения высшего порядка корректно только для несложных решений уравнений невысокой степени, усложнение графика влечет потерю точности идентификации нулей и экстремумов. График не дает возможности идентификации экстремумов и нулей нормы решений системы ОДУ. Необходимо принять во внимание, что для того, чтобы решение ОДУ отобразилась на графике в виде кривой в плоскости Oty , диапазон изменения переменной и масштаб координатных осей приходится подбирать вручную.

Существенно то неудобство графического представления экстремумов, в силу которого идентифицированные экстремумы недоступны для динамического программного использования, включая режим реального времени.

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

На основе сравнения можно сделать следующий вывод. Предложенный метод дает автоматическую программную идентификацию области каждого нуля функции одной и двух переменных, включая нули комплексных полиномов и трансцендентных функций. Существующие схемы не обладают автоматической идентификацией области нулей или требуют начального приближения,

соответственно они игнорируют наличие нулей в некоторых сложных случаях, либо не достигают в этих случаях аналогичной точности вычислений [22]. Существующие схемы неустойчивы для поиска нулей трансцендентных функций, в отличие от предложенного метода. Помимо устойчивости метод обладает параллелизмом и распространяется на различные области математики и информатики.

На основе изложенной схемы автоматически программно идентифицируются все нули разностных решений ОДУ, причем в произвольно заданной области, входящей в область допустимых значений решения. Границы погрешности определяются свойствами устойчивости и характером сходимости используемых разностных схем [23]. Если условия сходимости и устойчивости разностной схемы обеспечены, то результаты идентификации экстремумов без дополнительного накопления погрешности представляются в численном виде, достигая точности формата представления данных.

Схема по построению отличается от известных методов исследования решений дифференциальных уравнений, в которых сортировка не используется в качестве базовой части вычислительной схемы.

Список используемых источников:

1. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций. М.: Наука, 1978. 416 с.
2. Гермогенова Т.А., Терентьев А.Г. Аналитические функции с кратными полюсами на бесконечности, их приложение в гидродинамике. // Труды Математического центра им. Лобачевского. Казань, 2001. Т. 8. С. 72-73.
3. Антонью А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование. М.: Радио и связь, 1983. 320 с.
4. Ганеев Р.М. Математические модели в задачах обработки сигналов. М.: Телеком, 2002. 83 с.
5. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. / Под ред. С.Я. Шаца. М.: Связь, 1979. 416 с.
6. Ромм Я.Е. Метод вычисления нулей и экстремумов функций на основе сортировки с приложением к поиску и распознаванию. I // Кибернетика и системный анализ. 2001. №4. С. 142-159.
7. Ромм Я.Е. Метод вычисления нулей и экстремумов функций на основе сортировки с приложением к поиску и распознаванию. II // Кибернетика и системный анализ. 2001. №5. С. 81-101.
8. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. СПб: Лань, 2002. 736 с.
9. Semerdziem Khr. Iteration methods for simultaneous finding all roots of generalized polynomial equations. Math. Balkan. 1994. № 4. P. 311-335.
10. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т. 2. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. 640 с.
11. Тюшнякова И.А. Использование сортировки как основы метода выделения границы плоского изображения // Научные исследования в современном мире. Нефтекамск, 2015. С. 89-91.
12. Ромм Я.Е., Заика И.В. Схемы численной оптимизации на основе алгоритмов сортировки с приложением к идентификации экстремумов решений дифференциальных уравнений. Таганрог, 2010.
13. Ромм Я.Е., Соловьева И.А. Распараллеливаемый метод вычисления нулей многочленов в произвольной области комплексной плоскости / Депонированная рукопись № 210-B2005 14.02.2005.
14. Тюшнякова И.А. Разработка и исследование схем применения сортировки для поиска нулей и особенностей функций с приложением к идентификации плоских изображений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Таганрог, 2006.
15. Ромм Я.Е. Локализация и устойчивое вычисление нулей многочлена на основе сортировки. // Кибернетика и системный анализ. 2007. №1. С.165-182.
16. Ромм Я.Е., Тюшнякова И.А. Применение сортировки для поиска нулей и особенностей функций с приложением к идентификации плоских изображений. Таганрог, 2009.
17. Заика И.В., Ромм Я.Е. Метод нахождения экстремумов решений дифференциальных уравнений на основе адресной сортировки / Депонированная рукопись № 908-B2003 12.05.2003

18. Заика И.В. Разработка и исследование схем оптимизации на основе алгоритмов сортировки с приложением к идентификации экстремумов решений дифференциальных уравнений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Таганрог, 2007.
19. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.
20. Киреев В.И., Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах. М.: Высш. шк., 2004. 480 с.
21. Romm Y.E., Zaika I.V. Numerical sorting-based optimization as applied to general differential and nonlinear equations // *Cybernetics and Systems Analysis*. 2011. Т. 47. № 2. С. 316-329.
22. Ромм Я.Е., Тюшнякова И.А. Метод вычисления собственных значений матриц на основе сортировки в приложении к распознаванию изображений // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки*. 2006. № 1. С. 11-20.
23. Заика И.В., Ромм Я.Е. Численное решение нелинейных систем уравнений общего вида на основе алгоритмов сортировки // *Научные исследования в современном мире, Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. НИЦ «Наука и образование»; под общей редакцией Д.А. Ефремова. Нефтекамск, 2015. С. 78-80.*

References:

1. Markushevich A.I. A brief course in the theory of analytic functions. M.: Nauka, 1978. 416 p.
2. Germogenova T.A., Terentyev A.G. Analytic functions with multiple poles at infinity, their application in hydrodynamics. *Proceedings of the Mathematical Center. Lobachevsky. Kazan*, 2001. V. 8. P. 72-73.
3. Antonov Digital Filters: Analysis and Design. M.: Radio and Communications, 1983. 320 p.
4. Ganev R.M. Mathematical models in problems of signal processing. M.: Telecom, 2002. 83 p.
5. Oppenheim A.V., Schaffer R.W. Digital Signal Processing: Trans. from English. / Ed. SY Schatz. M.: Communications, 1979. 416 p.
6. Romm J.E. The method of calculation of zeroes and extrema of functions on the basis of sorting with application to search and recognition. I. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2001. № 4. P. 142-159.
7. Romm J.E. The method of calculation of zeroes and extrema of functions on the basis of sorting with application to search and recognition. II. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2001. № 5. P. 81-101.
8. Faddeev D.K., Faddeev V.N. Computational methods of linear algebra. St. Petersburg: Lan, 2002. 736 p.
9. Semerdziem Khr. Iteration methods for simultaneous finding all roots of generalized polynomial equations. *Math. Balkan*. 1994. №4. P. 311-335.
10. Berezin I.S., Zhidkov N.P. Methods vychisleniy. T.2. M.: Gosudarstvennoe izdatelstvo physical and mathematical literature, 1962. 640 p.
11. Tyushnyakova I.A. Using as a basis for sorting method of separating the border of the flat image. *Scientific research in the world today, Materials International (correspondence) scientific conference. SIC "Science and education"; edited by DA Ephraim. Neftekamsk, 2015. P. 89-91.*
12. Romm J.E. Numerical optimization schemes based sorting algorithms with application to the identification of extrema solutions of differential equations. Taganrog, 2010.
13. Romm J.E., Solovieva I.A. Parallelizing method for calculating the zeros of polynomials in an arbitrary domain of the complex plane. Deposited manuscript number 210-V2005 14.02.2005.
14. Tyushnyakova I.A. Development and research of circuits use sorting to find zeros of functions and features of the application to the identification of flat images. thesis for the degree of candidate of technical sciences. Taganrog, 2006.
15. Romm J.E. Localization and stable calculation of zeros of a polynomial-based sorting. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2007. № 1. P. 165-182.
16. Romm J.E., Tyushnyakova I.A. Application collation to find zeros of functions and features of the application to the identification of flat images. Taganrog, 2009.
17. Zaika I.V., Romm J.E. A method for finding extrema of solutions of differential equations based on the destination sorting. Deposited manuscript number 908-V2003 12.05.2003.
18. Zaika I.V. Development and research of optimization schemes based sorting algorithms with application to the identification of extrema solutions of differential equations. thesis for the degree of candidate of technical sciences. Taganrog, 2007.
19. Kalitkin N.N. Numerical methods. M.: Nauka, 1978. 512 p.
20. Kireev V.I., Panteleev A.V. Numerical methods in examples and problems. M.: Higher. HQ., 2004. 480 p.
21. Romm Y.E., Zaika I.V. Numerical sorting-based optimization as applied to general differential and nonlinear equations. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2011. Vol. 47. № 2. P. 316-329.

22. Romm J.E., Tyushnyakova I.A. *The method of calculating the eigenvalues of the matrices on the basis of the sort in the annex to the image recognition. Proceedings of the higher educational institutions. North Caucasus region. Series: Engineering. 2006. № 1. P. 11-20.*

23. Zaika I.V., Romm Ya.E. *Numerical solution of nonlinear systems of equations of the form-based sorting algorithms. Scientific research in the world today, Materials International (correspondence) scientific conference. SIC "Science and education"; edited by DA Ephraim. Neftekamsk, 2015. P. 78-80.*

© 2015, Заика И.В., Тюшнякова И.А.

*Программное определение нулей функций и
разностных решений систем обыкновенных
дифференциальных уравнений на основе сортировки*

© 2015, Zaika I.V., Tyushnyakova I.A.

*Software definition of functions zeroes and difference
solutions of systems ordinary differential equations on
the basis of the sort*

DOI: 10.17117/nv.2015.04.053

Поступила (Received): 12.12.2015

kafedra_pi@rshu.ru

**Истомин Е.П., Колбина О.Н.,
Степанов С.Ю., Сидоренко А.Ю.
Анализ моделей и систем обработки гетерогенных
данных для использования в прикладных ГИС**

**Istomin Y.P., Kolbin O.N., Stepanov S.Yu., Sidorenko A.Yu.
Analysis of models and systems for processing
heterogeneous data for use in GIS applications**

В статье рассматриваются предложения по использованию моделей и функционирующих систем обработки гетерогенных данных. Представлено описание разработанных технологий и программных реализаций консолидации гетерогенной информации из различных источников

The article discusses suggestions for using models and operating systems for handling heterogeneous data. Presents a description of the developed technologies and software implementations consolidation of heterogeneous information from different sources

Ключевые слова: обработка данных, база данных, модель

Key words: data processing, database, model

Истомин Евгений Петрович

Доктор технических наук, профессор, декан
Российский государственный
гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98

Istomin Eugene Petrovich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Malookhtinsky ave., 98

Колбина Ольга Николаевна

Старший преподаватель
Российский государственный
гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98

Kolbin Olga Nikolaevna

Senior lecturer
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Malookhtinsky ave., 98

Степанов Сергей Юрьевич

Старший преподаватель
Российский государственный
гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98

Stepanov Sergey Yurievich

Senior lecturer
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Malookhtinsky ave., 98

Сидоренко Артем Юсупович

Старший преподаватель
Российский государственный
гидрометеорологический университет
г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98

Artem Sidorenko Yusupovich

Senior lecturer
Russian State Hydrometeorological University
Saint-Petersburg, Malookhtinsky ave., 98

Введение (Introduction)

Объединение гетерогенных данных для последующего совместного анализа и обработки становится популярной темой исследования последнего десятилетия. Основной задачей технологии слияния данных является объединение данных из разных источников в интересах решения последующих содержательных задач: принятие управленческих решений, анализ состояния объектов, прогнозирование ситуаций и т.д. Интеграция гетерогенных данных в единую информационную среду обеспечивает возможность их комплексного анализа и позволяет получить качественно новые знания об объекте исследования [1]. Такая информационная среда может объединять, следующие типы информационных ресурсов: геоинформационные ресурсы (картографические материалы, спутниковые снимки, данные наблюдений и т. п.); электронные каталоги; цифровые изображения, аудио и видео материалы; другие ресурсы.

В практическом плане увеличивается число комплексных программно-аппаратных решений. В задачи исследования ставится рассмотрение некоторых из функционирующих на данный момент систем обработки гетерогенных данных и других предложенных моделей. В центре внимания находится решение различных ситуативных прикладных задач [2].

В список моделей и систем обработки гетерогенных данных для использования в прикладных ГИС вошли следующие системы:

1. Распределенная геоаналитическая система «Geo-Status».
2. Сервис-ориентированная геоинформационная система для обеспечения доступа к пространственным данным в задачах исследования природных экосистем.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Для достижения цели исследования вышеописанных систем, в работе были использованы специальные и общенаучные методы.

Стадии и этапы исследования:

1. Проведение анализа исследуемой геоаналитической системы.
2. Исследование процесса консолидации данных.
3. Анализ внутренней инфраструктуры геомодели.
4. Описание технологий доступа к гетерогенным данным.
5. Проведение анализа исследуемой сервис-ориентированной геоинформационной системы для обеспечения доступа к пространственным данным в задачах исследования природных экосистем.
6. Обзор структуры серверного программного обеспечения информационной системы.
7. Подведение результатов исследования.

Результаты (Results)

Распределенная геоаналитическая система «Geo-Status». Решение широкого спектра информационно-аналитических задач с привязкой к пространственным данным. Полнофункциональная информационная система с развитыми механизмами работы с базой данных. Работа с базой данных реализована

на платформе 1С. В качестве геосервера может использоваться как платный ArcGis Server, так и бесплатный GeoServer. Система многофункциональна, работает через Web-сервис, имеет развитые средства разделения доступа. В системе Geo-Status возможно оперативно, в реальном времени, получать необходимую информацию с визуальным отображением данных. Система позволяет в режиме реального времени, из любой точки обеспечить информационно-аналитическую поддержку процессов принятия управленческих решений.

На рис. 1 показана структурная схема системы.

Рис. 1. Структурная схема РГАС

Распределенная геоаналитическая система (РГАС) создана, как единый информационный ресурс. Ключевым элементом системы является ситуационный центр. РГАС обеспечивает информационную и аналитическую поддержку принятия эффективных управленческих решений на основе объективной и многопараметрической информации. РГАС создана на платформе пространственных данных, обеспечивает мониторинг приоритетных направлений развития и имеет широкую сферу применения. Структура распределенных данных в РГАС представлена на рис. 2.

Рис. 2. Слои представления данных в РГАС

Как видно из схемы, в состав общей базы данных ОБД Администрация города, входят другие базы данных, упорядоченные по отраслям и сферам применения. Для эффективного функционирования к системе РГАС предъявлены следующие требования:

- Автоматизированный процесс создания баз данных (сбор, хранение, анализ и передача информации);
- Хранение пространственных и атрибутивных данных для их дальнейшего анализа и обработки;
- Мониторинг в режиме реального времени (выполняется запрос о свойствах объектов и автоматизируется процесс анализа, сопоставляя множество параметров);
- Формирование и представление материалов для принятия управленческих решений.

Система реализована на 2 платформах.

– Первая платформа – 1С. Используется для организации работы с БД. За счет этого достигается максимальная концентрация функциональных возможностей при вводе, анализе и получении отчетности.

– Вторая платформа – геоинформационный сервис. Система поддерживает работу, как с платным, так и бесплатным сервером разработки «ESRI».

Система может работать, как через web-браузер, так и через специального тонкого клиента. Платформа 1С обеспечивает практически все современные методы межсистемного взаимодействия: com, soap, xml. Геоинформационный модуль базируется на открытой библиотеке «OpenLayers». Таким образом, возможна значительная адаптация функционала работы с картой. Геоинформационный модуль может работать не только с локальными слоями, но и использовать сторонние по открытым протоколам WMS, WFS. Интеграция РГАС с другими сервисами представлена на рис. 3.

Рис. 3. Интеграция с другими сервисами

Организация интеграционных процессов реализовано с помощью программного комплекса SONIC ESB. Комплекс предназначен для организации и

обеспечения информационного взаимодействия модулей ситуационного центра и взаимодействия с внешними по отношению к нему системами [3].

Особенности интеграции:

- Предоставление унифицированного интерфейса взаимодействия по общепринятым промышленным стандартам: SOAP, FTP, POP, JDBC.

- Интеллектуальная маршрутизация, настройка правил маршрутизации, основанных на атрибутах передачи данных, содержании данных и определенных настройках интеграционной платформы.

- Трансформация данных – предоставление данных в требуемом формате, обеспечение совместимости сопрягаемых систем и модулей за счет наличия специального интерфейса преобразования схем трансформации данных.

- Безопасное конфигурирование, управление и контроль функционирования всех сервисов трансформации данных.

Внедрение такой системы, предоставляет доступ к огромному объему данных, что способствует более эффективному принятию управленческих решений. Из описания системы можно сделать следующие интересующие по данной теме выводы:

- Система РГАС имеет доступ к различным базам данных – в свою очередь по отношению друг к другу эти БД гетерогенны.

- Для соединения с данными используются общепринятые промышленные стандарты: SOAP, FTP, POP, JDBC.

- Для использования в системе РГАС сторонних данных, необходимо учитывать правила предоставления информации в требуемом формате.

Сервис-ориентированная геоинформационная система для обеспечения доступа к пространственным данным в задачах исследования природных экосистем. В Институте вычислительных технологий СО РАН разрабатывается сервис-ориентированная геоинформационная система для обеспечения доступа к пространственным данным. Система строится на основе каталога спутниковых данных Новосибирского научного центра СО РАН, который включает архивные данные со спутников серии LandSat по территории РФ за 1982–2002 гг., и с 2008 г. регулярно пополняется оперативными данными SPOT 4. С апреля 2010 г. к каталогу подключена система структурного восстановления оперативных данных, поступающих с платформ TERRA/AQUA. Прием данных осуществляется Западно-Сибирским региональным центром приема и обработки данных в рамках соглашения о межведомственном сотрудничестве.

Система реализована в виде базового набора приложений, работающих в среде сервера приложений Tomcat. Подсистема пользовательских интерфейсов реализована с использованием технологий PHP/JavaScript. Доступ к системе реализован посредством модуля Central Authentication Service (CAS). Он позволяет организовать многоуровневую систему разграничения прав доступа с централизованной базой пользователей на основе LDAP-каталога Сибирского отделения РАН и реализовать практически индивидуальные настройки доступа к любому защищаемому ресурсу.

Система состоит из следующих функциональных блоков (рис. 4).

Рис. 4. Структура картографической информационной системы

Центральным блоком системы является подсистема картографических сервисов, реализованная на основе пакета GeoServer. Подсистема обеспечивает доступ к картографической информации, хранящейся в системе (базовые подложки, векторные слои, построенные по базам данных и др.). Для публикации динамических данных используется пакет UMN MapServer, который обеспечивает доступ к данным, формируемым в оперативном режиме, а также к пользовательским наборам данных.

Для тематической обработки данных в систему интегрирован комплекс программ, основанный на эффективных логико-вероятностных алгоритмах выбора информативных признаков и классификации. Для расширения функциональности системы используется подсистема сервисов. На основе WPS-сервера deegree, распространяемого по лицензии GPL, разработан модуль для интеграции в систему алгоритмов обработки пространственных данных. Он осуществляет интерпретацию входных и выходных данных согласно спецификации протокола WPS и выполняет функции контейнера для неограниченного числа WPS-процессов. Архитектура модуля представлена на рис. 5.

Для обеспечения функционирования системы в распределенном режиме и интероперабельности по протоколам доступа к метаданным и их представлению в нее интегрированы модули поддержки протокола Z39.50. Поисковая система позволяет не только находить данные по метаданным, но и выполнять комплексные запросы.

В настоящее время к системе подключено 26 институтов Сибирского отделения РАН. Система используется для выполнения междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН. В систему внедрено несколько информационных ресурсов, разработанных сотрудниками Сибирского отделения РАН в рамках различных проектов и грантов и предоставляемых в виде веб-сервисов, в том числе:

Рис. 5. Структурная схема подсистемы сервисов

– векторная карта растительности Западной Сибири и ландшафтная карта Иркутской области;

– векторная карта почв бореальной зоны Западно-Сибирской равнины и соответствующая ей карта растительности, содержащая 28 различных типов растительности (М 1 : 7 500 000);

– база данных по содержанию органического углерода в почвах Сибири;

– климатологические данные за период с 1989 по 2009 г. на ключевой участок с координатами: 53–70° с. ш., 59–93° в. д., подготовленные сотрудниками Института мониторинга климата и экологических систем СО РАН.

Разработан подход к интеграции разнородных пространственных данных, позволяющий осуществлять их комплексный анализ. Для этого все необходимые данные приводятся к единому пространственному разрешению с использованием регулярной сетки. Разработанный подход применялся для построения информационных моделей бореальных экосистем Западной и Восточной Сибири.

Если для интеграции спутниковых и картографических данных для минимальной функциональности информационной системы достаточно интеграции в рамках, например, каталога GeoNetwork, то для более широкого спектра информационных ресурсов функциональных возможностей этой системы становится явно недостаточно. Несмотря на то, что GeoNetwork при загрузке дополнительных схем данных и надлежащей настройки поддерживает каталогизацию и обеспечение доступа к ресурсам различного типа, способы управления ресурсами в этой системе оставляют желать лучшего. В этой системе отсутствует поддержка иерархических коллекций, включающих в том числе и разнородные информационные ресурсы, а также детализированное разграничение доступа к этим коллекциям на основе расширенных ролевых правил. Отсут-

ствие этой функциональности в GeoNetwork существенно сужает рамки ее использования для коллективной работы по созданию тематической информационной системы.

В качестве основы системы, интегрирующей разнородные данные, была выбрана система DSpace. Информационная система DSpace обладает широкими возможностями по управлению цифровым контентом, но не содержит интерфейсов для работы с географическими координатами. Учитывая, что DSpace широко используется для создания электронных библиотек, мы не могли не модифицировать эту систему для придания ей дополнительной функциональности.

Рис. 6. Структура серверного программного обеспечения информационной системы

На рис. 6 показана общая схема информационной системы, реализующей электронную библиотеку. Наряду с компонентой, управляющей цифровым контентом (DSpace), система включает СУБД PostgreSQL для хранения метаданных, LDAP-сервер для обеспечения функции однократной аутентификации в корпоративном каталоге СО РАН, а также сервер ZooPARK для обеспечения географического поиска в ресурсах DSpace и обеспечения интеграции с другими информационными ресурсами, в том числе и с ресурсами ГИС [4].

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

На основе анализа представленных ГИС систем и моделей, можно сделать очевидный вывод, что раздельно существуют системы аналитической обработки и оперативного управления данными, системы управления документами и прочие системы. Различные задачи требуют использования различных моделей представления данных. На этом фоне можно поставить задачу интеграции гетерогенных данных, которую можно было бы рассматривать как основу для реализации системы, поддерживающей оперативное управление разнородными данными и их аналитическую обработку. Ряд аспектов интеграции данных ГИС рассмотрен в публикациях [8-11].

Разработка технологии слияния гетерогенной информации из различных источников требует получения ответов на следующие вопросы:

- каким образом может быть решена проблема консолидации данных, полученных из распределенных гетерогенных источников;
- какой должна быть архитектура системы слияния данных.

Практика решения задач устойчивого развития территориями показывает, что они имеют комплексный характер и требуют привлечения большого количества разнообразной информации, получаемой из разных источников. В наибольшей степени при этом используются геопространственные данные, необходимы также и другие данные, без которых решение задач невозможно или недостоверно. Комплексное использование такой информации связано с большими проблемами, обусловленными, прежде всего, гетерогенностью данных различной природы. Использование геопространственных данных связано с необходимостью постоянно интегрировать эти данные с геопространственными данными другой природы. При этом большая часть проблем связана с реализацией механизмов интегрирования и преодоления гетерогенности данных.

В постановке задачи слияния данных можно выделить две основные задачи, имеющие большое значение:

- Развитие модели доступа к распределенным гетерогенным данным;
- Определение единого формата представления данных.

Предложенные в данной работе общие структуры моделей интегрирования гетерогенных данных могут быть взяты за основу при создании подобных моделей в других областях применения пространственных данных.

Список используемых источников:

1. Колбина О.Н., Зоринова Е.М., Истомин Е.П., Степанов С.Ю. Обзор технологических методов доступа к базам данных распределенных ГИС // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. Сб. тр. Международной практической конференции «Инфогео-2014». Вып. 3(14). СПб: Андреевский издательский дом, 2014. 116 с.
2. Степанов С.Ю., Гришин Н.М., Колбина О.Н., Соловьева А.Д. ГИС. Обзор программного обеспечения // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право: Сб. тр. Международной практической конференции «Инфогео-2014». Вып. 3(14). СПб: Андреевский издательский дом, 2014. 116 с.
3. Управление федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии – информационный портал.
URL: http://www.to33.rosreestr.ru/upload/to33/files/Конценция_ситуационного_центра_АВТ
4. Жижимов О.Л., Молородов Ю.И., Пестунов И.А., Смирнов В.В., Федотов А.М. Интеграция разнородных данных в задачах исследования природных экосистем. Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2011. Том 9. Вып. 1.
5. Шокин Ю.И. Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга ГЗС и управления экологическими и социально-экономическими системами; под ред. И.Н. Ротановой; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т водных и экологич. проблем. Барнаул: Пять плюс, 2011. 250 с.
6. Ильин Е.В. Технологическая платформа для распределенных гетерогенных систем сбора и обработки данных // Материалы 50-й Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. Новосибирск, 2012.
7. Степанов С.Ю. Сравнительный анализ открытых геоинформационных систем // Информационные технологии системы: управление, экономика, транспорт, право. СПб: Андреевский издательский дом, 2013. 156 с.
8. Котиков П.Е. Варианты построения темпоральных баз данных в геоинформационных системах // Научный аспект. 2014. № 4. С. 118-120.

9. Котиков П.Е., Муратова О.Н. Существующие сложности перехода к применению пространств данных в геоинформационных системах // Актуальные проблемы технических наук. Уфа: Аэтерна, 2015. С. 42-44.
10. Котиков П.Е. Некоторые решения технологических проблем хранения пространственных данных ГИС // Научный аспект. 2015. № 2. С. 212-214.
11. Котиков П.Е., Муратова О.Н. Обзор вариантов архитектурных решений построения распределенных и параллельных баз данных для геоинформационных систем // Закономерности и тенденции развития науки : Сборник статей Международной научно-практической конференции. Издательство «Аэтерна». Уфа, 2015. С. 52-54.

References:

1. Kolbin O.N., Zharinova E.M., Istomin Y.P., Stepanov S.Yu Review of technological methods of access to databases distributed GIS // Information technology and systems: management, economy, transport, right: International practical conference "Infogeo-2014". Vol. 3(14). SPb: Publishing house Andriivskiy, 2014. 116 p.
2. Stepanov S.Y., Grishin N.M. Kolbin O.N., Soloveva A.D. GIS. Software review // Information technology and systems: management, economy, transport, right. International practical conference "Infogeo-2014". Vol. 3(14). SPb: Publishing house Andriivskiy, 2014. 116 p.
3. The Federal service of state registration, cadastre and cartography and information portal. URL: http://www.to33.rosreestr.ru/upload/to33/files/Концепция_ситуационного_центра_ABТ
4. Zhizhimov O.L., Molorodov Yu.I., Pestunov I.A., Smirnov V.V., Fedotov A.M. Integration of heterogeneous data in study of natural ecosystems. Vestnik NSU. Series: Information technologies. 2011. Vol. 9. Issue 1.
5. Shokin Y.I. Geoinformation technologies and mathematical models for monitoring G and management of environmental and socio-economic systems; under the editorship of I.N. Romanovoj; ROS. Acad. Sciences, Sib. Department, Institute of water and environmental. problems. Barnaul: Five plus 2011. 250 p.
6. Ilyin E.V. Technology platform for distributed heterogeneous systems of data collection and processing. Proceedings of the 50th International scientific student conference "Student and scientific-technical progress": Information technologies. Novosibirsk, 2012.
7. Stepanov S.Y. Comparative analysis of open geographic information systems/Information technology systems: management, economy, transport, right. St. Petersburg: Andrew Izdatelsky house, 2013.156 p.
8. Kotikov P.E. Options for the design of temporal databases in geoinformacionnyh systems. Scientific aspect. No. 4. 2014. P. 118-120.
9. Kotikov P.E., Muratova O.N. The Existing difficulties of the transition to the use of data spaces in geographic information systems // Actual problems of technical Sciences : materials of International scientific-practical conference. Ufa, 2015. P. 42-44.
10. Kotikov P.E. Some of the technological problems of spatial data storage GIS / Scientific aspect No. 2. 2015. P. 212-214.
11. Kotikov P.E., Muratova O.N. Overview of architectural solutions for building distributed and parallel data bases for geographic information systems // Regularities and tendencies of development of science: collected papers of International scientific-practical conference. Ufa, 2015. P. 52-54.

© 2015, Истомин Е.П., Колбина О.Н., Степанов С.Ю., Сидоренко А.Ю.

Анализ моделей и систем обработки гетерогенных данных для использования в прикладных ГИС

© 2015, Istomin Y.P., Kolbin O.N., Stepanov S.Yu., Sidorenko A.Yu.

Analysis of models and systems for processing heterogeneous data for use in GIS applications

DOI: 10.17117/nv.2015.04.063

Поступила (Received): 08.12.2015

ugatu.ster@gmail.com

Кулаков П.А. Задача безотказной работы сложного технологического объекта

Kulakov P.A. The task of trouble-free operation of complex engineering

Рассмотрена задача синтеза математической модели надежности сложных систем. Проанализированы основные подходы к определению надежности и безотказности сложных систем. Проработано практическое применение предложенных методов для оценки конкретной технологической установки непрерывных динамических процессов на объектах нефтехимической промышленности. Рассмотрены системы с последовательным соединением элементов, с параллельным соединением элементов, соединение m из n , а также модели с ненагруженным резервом и системы с восстановлением. Проведено математическое описание Марковских моделей как системы взаимосвязанных дифференциальных уравнений, описывающих процесс в терминах вероятностей пребывания системы в предопределенных состояниях. Рассмотрены варианты моделей резервированной системы с восстановлением с ненагруженным резервом и с нагруженным резервом. Для установки производства катионных нефтеполимерных смол произведен расчет надежности основного оборудования, а также средств измерения и автоматизации. В работе произведен анализ расчета надежности элементов с различной структурной компоновкой. Сделаны выводы о надежности существующей системы и предложены новые схемы компоновки оборудования и приборов автоматизированной системы управления технологическим процессом. Сформулирована целесообразность частичной замены приборов и предложены схемы резервирования

Ключевые слова: надежность, безотказность, Марковские модели, нефтехимия

The problem of synthesis of mathematical models of reliability of complex systems. Analyzed main approaches to determining the reliability and dependability of complex systems. After working for the practical application of the proposed methods for the assessment of the specific installation process of continuous dynamic processes at the facilities of the petrochemical industry. The systems with series-connected cells, the parallel connection of elements, a compound of m of n , and is also a model with Standby and system recovery. The mathematical description of Markov models as a system of interconnected differential equations describing the process in terms of the probability of the system being in predetermined so-stoyaniyah. The variants of models redundant system with recovery from the dormant and loaded reserve. To install the production of petroleum resins cationic calculated the reliability of main equipment, and means of measurement and automation. The paper analyzed the calculation of reliability of elements with different structural arrangement. The conclusions about the reliability of the existing system and the proposed new scheme of arrangement of equipment and devices Automated process control system. We formulate the feasibility of partial replacement of instruments and proposed redundancy scheme

Key words: reliability, reliability, Markov models, petrochemicals

Кулаков Петр АлексеевичКандидат технических наук, доцент
Уфимский государственный авиационный
технический университет (филиал)
г. Стерлитамак, ул. Химиков, 21**Kulakov Petr Alekseevich**Candidate of Engineering Sciences,
associate Professor
Ufa State Aircraft Technical University (branch)
Sterlitamak, Himikov st., 21

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-01-97032

Введение (Introduction)

Надежность [1] – свойство объекта сохранять способность выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования. Основы теории надежности изложены в следующих работах [1-7]

Одним из ключевых понятий является вероятностная оценка возникновения нежелательных событий, частота (интенсивность) отказов [7], а также взаимосвязь интенсивности (частоты) отказов и надежности.

Надежность сложных систем рассмотрена в работе [2]. Сложные системы состоящие из нескольких элементов можно представить в виде стандартных моделей. Также детально проработана теория надежности системы из последовательных элементов, независимы друг от друга и надежность системы параллельных элементов рассмотрены в работах [2, 7], а также автором в работах [8-11].

В данной работе проработано практическое применение предложенных методов для оценки конкретной технологической установки.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Частота (интенсивность) отказов в общем виде определяется как изменение количества отказов в единицу времени на единицу работающего оборудования [7]:

$$z(t) = \frac{1}{N_{\text{oper}}(t)} \cdot \frac{dN_{\text{fail}}(t)}{dt} \quad (1)$$

где $N_{\text{oper}}(t)$, $N_{\text{fail}}(t)$ – количество работающих и отказавших единиц оборудования, соответственно.

Для установления взаимосвязи интенсивности (частоты) отказов и надежности используется функция надежности $R(t)$, определяемая как отношение количества работающих единиц оборудования $N_{\text{oper}}(t)$ к исходному количеству N [7]:

$$R(t) = \frac{N_{\text{oper}}(t)}{N} \quad (2)$$

или

$$R(t) = \frac{N_{\text{oper}}(t)}{N} = \frac{N - N_{\text{fail}}(t)}{N} = 1 - \frac{N_{\text{fail}}(t)}{N} \quad (3)$$

откуда получаем

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\frac{1}{N} \cdot \frac{dN_{\text{fail}}(t)}{dt} \quad (4)$$

В результате

$$z(t) = -\frac{N}{N_{\text{oper}}(t)} \cdot \frac{dR(t)}{dt}, \text{ или } z(t) = -\frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR(t)}{dt} \quad (5)$$

На рис. 1 представлено типичное поведение надежности системы, или некоторого элемента системы во времени.

Рис. 4.1

Рис. 1. Поведение надежности системы

Таким образом, если функция интенсивности отказов $z(t)$ известна (теоретически или экспериментально), то можно вычислить надежность:

$$\frac{dR(t)}{dt} = -z(t) \cdot R(t) \quad (6)$$

Причем $R(0)=1$; $\lim_{t \rightarrow \infty} R = 0.4$

В общем случае [7]

$$R(t) = e^{-\int_0^t z(t) dt} \quad (7)$$

На практике исходят из тех разумных соображений, что после периода приработки и вплоть до начала старения интенсивность отказов $z(t)$ постоянна:

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\lambda \cdot R(t) \quad (8)$$

Среднее время наработки на отказ определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTTF}} \quad (9)$$

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (10)$$

Сложные системы состоящие из нескольких элементов можно представить в виде стандартных моделей [2]:

1. Последовательное соединение элементов.
2. Параллельное соединение элементов.
3. Соединение m из n (считается, что m элементов из n должны работать система работала корректно).
4. Модели с ненагруженным резервом.
5. Системы с восстановлением.

Последовательная система работоспособна, если все элементы системы работоспособны. Надежность системы, состоящей из n последовательных элементов, каждый из которых необходим для функционирования системы, и отказы элементов не зависят друг от друга, равна [2, 8]:

$$R_{\text{series}}(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot \dots \cdot R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \quad (11)$$

Предположение $\lambda = \text{Const}$ позволяет рассчитать частоту отказов линейной системы путем суммирования частот отказов индивидуальных элементов:

Если

$$R_{\text{series}} = e^{-\lambda_{\text{series}} t} = e^{-\sum_i \lambda_i \cdot t}, \quad (12)$$

то

$$\lambda_{\text{series}} = \sum_i \lambda_i \quad (13)$$

Для перехода к вероятности отказа последовательной системы произведем разложение в ряд Тейлора, ограничившись членами первого порядка:

$$R_{\text{series}} = e^{-\sum_i \lambda_i \cdot t} = 1 - \sum_i \lambda_i \cdot t \quad (14)$$

Тогда вероятность отказа последовательной системы может быть определена как дополнение надежности до единицы:

$$P_{\text{series}} = 1 - R_{\text{series}} = 1 - (1 - \sum_i \lambda_i \cdot t) = \sum_i \lambda_i \cdot t \quad (15)$$

При расчете надежности системы параллельных элементов можно выделить ряд моделей.

Система 1 из 2 [8].

Система работоспособна, если любой из элементов (каналов), или оба работоспособны (рис. 2)

Рис. 2 – Простая резервированная система 1 из 2 без восстановления

$$R_{\text{parallel}} = R_1(1-R_2) + (1-R_1) R_2 + R_1 R_2 \quad (16)$$

При $R_1 = R_2 = R$

$$R_{\text{parallel}} = R_{1002} = 2 \cdot R - R^2 \quad (17)$$

Система 2 из 3 [8].

Система состоит из трех параллельно работающих элементов, «принимающих решение» по большинству голосов. Большинством, кроме единогласного

решения, естественно, являются два голоса из трех возможных. Таким образом, система 2oo3 работоспособна, если хотя бы два элемента системы работоспособны (рис. 3)

Рис. 3. Комбинаторное решение: система 2 из 3

При $R_1 = R_2 = R_3 = R$ определяется следующее выражение надежности системы 2 из 3, то есть вероятности того, что хотя бы 2 элемента системы находятся в рабочем состоянии:

$$R_{2oo3} = 3 \cdot R^2 - 2 \cdot R^3 \quad (18)$$

Если разложить это выражение в ряд Тейлора с точностью до членов второго порядка [8],

$$R_{2oo3} = 3 \cdot e^{-2\lambda t} - 2 \cdot e^{-3\lambda t} = 3 \cdot \left(1 - 2 \cdot \lambda t + \frac{(2 \cdot \lambda t)^2}{2} \right) - 2 \cdot \left(1 - 3 \cdot \lambda t + \frac{(3 \cdot \lambda t)^2}{2} \right) = 1 - 3 \cdot (\lambda t)^2 \quad (19)$$

то можно определить вероятность отказа системы 2 из 3:

$$P_{2oo3} = 3 \cdot (\lambda t)^2 \quad (20)$$

Вероятность отказа системы 2 из 3 в три раза выше, чем системы 1 из 2.

Приведем сравнение надежности 1oo1, 1oo2 и 2oo3

$$R_{1oo1} = R$$

$$R_{1oo2} = 2R - R^2$$

$$R_{2oo3} = 3R^2 - 2R^3$$

Общий случай резервирования для n параллельных элементов выглядит следующим образом. Найдем вероятность отказа и надежность системы из n параллельных элементов при условии, что только один из элементов должен работать, чтобы система сохранила работоспособность (рис. 4)

Рис. 4. Резервирование для n параллельных элементов

Проще всего надежность, как вероятность безотказной работы параллельной системы, определяется через дополнение к общей вероятности отказа. Вероятность отказа i -го элемента:

$$P_i(t) = 1 - R_i(t) \quad (21)$$

Тогда вероятность проявления n независимых событий – отказа n параллельных элементов – согласно теореме об умножении вероятностей независимых событий составляет

$$P_{\text{parallel}}(t) = \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)] \quad (22)$$

Отсюда вероятность безотказной работы (надежность) параллельной системы определяется как

$$R_{\text{parallel}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - R_i(t)] \quad (23)$$

Для n идентичных элементов

$$P_{\text{parallel}}(t) = [P_i(t)]^n = [1 - R_i(t)]^n, \text{ и} \quad (24)$$

$$R_{\text{parallel}}(t) = 1 - P_{\text{parallel}}(t) = 1 - [1 - R_i(t)]^n \quad (25)$$

Сведем полученные результаты воедино (таблицы 1):

Таблица 1. Результаты расчетов надежности последовательных и параллельных архитектур

Архитектура	Вероятность отказа
1oo1	λt
1oo2	$(\lambda t)^2$
2oo3	$3(\lambda t)^2$
«2oo4»	$4(\lambda t)^2$

Надежность резервирования m из n

Считается, что m из n элементов должны работать, чтобы вся система работала корректно:

- изначально n элементов параллельно выполняют функции, выполняемые каждым элементов в отдельности;
- m исправных элементов необходимо для получения правильного результата;
- $(n-m)$ элементов – избыточные.

Надежность системы (m из n) определится числом сочетаний i [$m \leq i \leq n$] исправных элементов при отказе $(n-i)$ элементов.

Вероятность отказа $(n-i)$ элементов равна

$$P_{n-i} = P^{n-i} = (1-P)^{n-i} \quad (26)$$

Тогда получаем

$$R_{\text{moon}} = \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot R^i \cdot P^{n-i} = \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot R^i \cdot (1-R)^{n-i} \quad (27)$$

С понятием надежности неразрывно связано среднее время наработки на отказ. Экспериментально среднего времени работы до отказа MTTF можно определить следующим образом [8]:

$$MTTF = \frac{\sum_{i=1}^N TTF_i}{N}, \quad (28)$$

где TTF_i – Время работы до отказа на i -том запуске системы,
 N – Общее количество отказов в течение тестового интервала.

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) \cdot dt \quad (29)$$

Алгоритм вычисления MTTF последовательной системы следует непосредственно из определений (2.23) и (2.38) [8]:

$$R(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i \cdot t} = e^{-(\sum_i \lambda_i) \cdot t} \rightarrow \quad (30)$$

$$MTTF = \int_0^{\infty} e^{-(\sum_i \lambda_i) \cdot t} \cdot dt = 1 / \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (31)$$

MTTF резервированной системы общего вида МооN

Соотношение (27) обладает универсальностью, и позволяет найти MTTF для систем произвольной архитектуры. MTTF системы общего вида из N однородных элементов, из которых M элементов необходимо для сохранения работоспособности, определяется непосредственным интегрированием выражения (22) надежности архитектуры МооN [8]:

$$\begin{aligned} R_{\text{moon}} &= \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot R^i \cdot P^{n-1} = \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot R^i \cdot (1-R)^{n-1} \rightarrow \\ MTTF_{\text{moon}} &= \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot \int_0^{\infty} R^i \cdot (1-R)^{n-1} \cdot dt = \\ &= \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot \int_0^{\infty} e^{-i \cdot \lambda \cdot t} \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t})^{n-1} \cdot dt \end{aligned} \quad (32)$$

Сумма интегралов не самая простая, но с помощью подстановки $x=e^{-\lambda t}$ она берется:

$$\begin{aligned} MTTF_{\text{moon}} &= \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \int_0^1 x^{i-1} \cdot (1-x)^{n-1} \cdot dx = \\ &= \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{i=m}^n C_n^i \cdot \frac{(i-1)!(n-i)!}{n!} = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{i=m}^n \frac{1}{i} \end{aligned} \quad (33)$$

Хотя $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = 0$, то есть необходимое условие сходимости ряда по теореме

Коши соблюдается, тем не менее гармонический ряд $1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} + \dots$ является расходящимся.

Поэтому

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \text{MTTF}_{\text{moon}}(n) = \infty, \forall m = \text{Const} < n \quad (34)$$

Очевидно, что наилучшими МТТФ обладают архитектуры типа 100N, для любого $n \geq 2$, а из базовых образцов архитектура 1002.

Очевидно, что таковой будет архитектура 1002 и по отношению качества и цены (стартовая цена, цена запасных частей, цена обслуживания).

Сравнение среднего времени наработки на отказ для архитектур 1001, 1002, 2003 МТТФ для архитектуры 1001:

$$\text{MTTF}_{1001} = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} \cdot dt = \frac{1}{\lambda} \quad (35)$$

МТТФ для архитектуры 1002:

$$\begin{aligned} R_{1002} &= 2R - R^2 = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t} \\ \text{MTTF}_{1002} &= \int_0^{\infty} (2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}) \cdot dt = \frac{3}{2\lambda} \end{aligned} \quad (35)$$

МТТФ для архитектуры 2003:

$$\begin{aligned} R_{2003} &= 3R^2 - 2R^3 = 3e^{-2\lambda t} - 2e^{-3\lambda t} \\ \text{MTTF}_{2003} &= \int_0^{\infty} (3e^{-2\lambda t} - 2e^{-3\lambda t}) \cdot dt = \frac{5}{6\lambda} \end{aligned} \quad (37)$$

Расчет надежности системы с восстановлением. Модели с восстановлением описываются с помощью Марковских процессов.

Согласно гипотезе русского математика Маркова:

Вероятность выхода из данного состояния зависит только от текущего состояния, и не зависит ни от того, сколько времени система находится в этом состоянии, ни от того, как было достигнуто это состояние.

Состояния должны быть:

Взаимно исключающими,

Коллективно исчерпывающими.

Математическое описание Марковских моделей. В самом общем виде модель Маркова состоит из системы взаимосвязанных дифференциальных уравнений, описывающих процесс в терминах вероятностей $P_i(t)$ пребывания системы в предопределенных состояниях S_i , при заданных начальных условиях $P(0)$.

Пусть модель имеет N состояний, а интенсивность (частота) перехода из состояния S, в состояние S_i определяется, как X_{ij} . Тогда соответствующая этой модели система уравнений будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dP_1}{dt} &= \lambda_{11} \cdot P_1 + \lambda_{12} \cdot P_2 + \dots + \lambda_{1N} \cdot P_N \\ \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{21} \cdot P_1 + \lambda_{22} \cdot P_2 + \dots + \lambda_{2N} \cdot P_N \\ &\dots \\ \frac{dP_N}{dt} &= \lambda_{N1} \cdot P_1 + \lambda_{N2} \cdot P_2 + \dots + \lambda_{NN} \cdot P_N \end{aligned} \quad (38)$$

Или в матричном виде:

$$\frac{d\bar{P}}{dt} = [\lambda] \cdot \bar{P}. \quad (39)$$

Одно из уравнений отбрасывается, а к оставшемуся (N-1) уравнению добавляется условие нормировки.

$$\sum_{i=1}^N P_i(t) = 1 \quad (40)$$

Стационарное решение может быть найдено в предположении, что в бесконечности изменение вероятности равно нулю. Далее решают Марковские уравнения с помощью преобразований Лапласа.

Можно выделить 2 варианта моделей резервированной системы с восстановлением: с ненагруженным резервом и с нагруженным резервом.

Для нагруженного резерва

$$R = e^{-t_0/T} \quad (41)$$

где T средняя наработка на отказ системы состоящей из k рабочих и n резервных элементов системы с нагруженным резервом

$$T = \frac{1}{k\lambda C_n^k \gamma^n} \quad (42)$$

Для ненагруженного резерва

$$R = e^{-t_0/T} \quad (43)$$

где T средняя наработка на отказ системы состоящей из k рабочих и n резервных элементов системы с ненагруженным резервом

$$T = \frac{1}{k\lambda(k\gamma)^n} \quad (44)$$

Результаты (Results)

С учетом предварительного анализа установки производства катионных нефтеполимерных смол [9-12] произведен расчет надежности средств измерения и автоматизации (таблица 2) по формуле

$$R_k(t) = e^{-\lambda_k t} \quad (45)$$

где λ_k – интенсивность отказа данного вида прибора.

Оценка надежности системы автоматизации.

Надежность системы автоматизации рассчитали по формуле

$$R_{sa} = R_d(t) \cdot R_n(t) \cdot R_p(t) \cdot R_i(t) \cdot R_c(t) \quad (46)$$

где $R_d(t)$ – надежность датчика,

$R_n(t)$ – надежность преобразователя,

$R_p(t)$ – надежность регулятора (регистратора),

$R_i(t)$ – надежность исполнительного механизма,

**Таблица 2. Оценка безотказности блоков
существующих средств измерения и контроля**

Наименование оборудования (тип, наименование аппарата, назначение)	Надежность системы	
1. Уровнемер	$R_{д1}$	0,933
2. Диафрагма камерная с импульсными трубками и запорными вентилями для трубопровода	$R_{д2}$	0,996
3. Датчик давления	$R_{д3}$	0,974
4. Термометр	$R_{д4}$	0,963
5. Дифманометр	$R_{п1}$	0,998
6. Измерительный преобразователь	$R_{п2}$	0,982
7. Электропневмопреобразователь	$R_{п3}$	0,937
8. Прибор вторичный пневматический	$R_{р1}$	0,971
9. Регулятор пропорционально-интегральный	$R_{р2}$	0,831
10. Клапан отсечной	$R_{и1}$	0,950
11. Клапан регулирующий с исполнительным механизмом	$R_{и2}$	0,940
12. Светозвуковая сигнализация	$R_{с1}$	0,982

В таблице 3 приведена методика расчета для каждой системы автоматизации.

Таблица 3. Безотказность блоков системы автоматизации

Наименование	Надежность	Произведение надежностей				
1. Регистрация и сигнализация уровня	R_{sa1}	$R_{д1}$	$R_{р1}$	$R_{с1}$		
2. Регистрация уровня	R_{sa2}	$R_{д1}$	$R_{р1}$			
3. Регулирование расхода	R_{sa3}	$R_{д2}$	$R_{п1}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	
4. Отсекатель уровня	R_{sa4}	$R_{д1}$	$R_{р2}$	$R_{с1}$	$R_{и2}$	
5. ЭПК по давлению на подаче в олигомеризатор	R_{sa5}	$R_{д3}$	$R_{п1}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	$R_{с1}$
6. Регистрация расхода	R_{sa6}	$R_{д2}$	$R_{п1}$	$R_{р1}$		
7. Регулирование температуры и сигнализация	R_{sa7}	$R_{д4}$	$R_{п2} R_{п3}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	$R_{с1}$
8. Регистрация, индикация температуры	R_{sa8}	$R_{д4}$	$R_{п2} R_{п3}$	$R_{р1}$		
9. Регистрация давления	R_{sa9}	$R_{д3}$	$R_{п1}$	$R_{р1}$		
10. Регулирование давления	R_{sa10}	$R_{д3}$	$R_{п1}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	
11. Регулирование уровня	R_{sa11}	$R_{д1}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$		
12. Регулирование температуры	R_{sa12}	$R_{д4}$	$R_{п2} R_{п3}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	
13. Регулирование уровня и сигнализация	R_{sa13}	$R_{д1}$	$R_{р2}$	$R_{и2}$	$R_{с1}$	

Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Далее проведена оценка надежности технологической системы. В таблице 5 приведен алгоритм расчета для каждой системы автоматизации, а результаты – в таблице 6.

Таблица 4. Результаты расчетов безотказности блоков систем автоматизации

Наименование	Безот-ть	Произведение надежностей				
1. Регистрация и сигнализация уровня	0,8898	0,9331	1,0000	1,0000		
2. Регистрация уровня	0,9061	0,9331	1,0000			
3. Регулирование расхода	0,7766	0,9960	1,0000	1,0000	0,9964	
4. Отсекатель по уровню	0,7157	0,9331	1,0000	1,0000	0,9964	
5. ЭПК по давлению на подаче в олигомеризатор	0,6481	0,9740	1,0000	1,0000	0,9964	1,0000
6. Регистрация расхода	0,8393	0,9740	1,0000	1,0000		
7. Регулирование температуры и сигнализация	0,6799	0,9630	1,0000	1,0000	0,9964	1,0000
8. Регистрация, индикация температуры	0,8607	0,9630	1,0000	1,0000		
9. Регистрация давления	0,8205	0,9740	1,0000	1,0000		
10. Регулирование давления	0,6599	0,9740	1,0000	1,0000	0,9964	
11. Регулирование уровня	0,7288	0,9331	1,0000	1,0000		
12. Регулирование температуры	0,6923	0,9630	1,0000	1,0000	0,9964	
13. Регулирование уровня и сигнализация	0,7157	0,9331	1,0000	1,0000	0,9820	

Таблица 5. Безотказность блоков технологических системы

Блок	Безот-ть	Безотказность существующих блоков						
1. Поддачи промотора	R _{s1}	R _{sa1}	R _{sa2}					
2. Поддачи ацетона	R _{s2}	R _{sa1}	R _{sa2}					
3. Поддачи катализатора	R _{s3}	R _{sa4}	R _{sa1}	R _{sa3}	R _{sa1}			
4. Поддачи сырья	R _{s4}	R _{sa1}	R _{sa1}	R _{sa5}	R _{sa3}	R _{sa6}		
5. Олигомеризация I ст	R _{s5}	R _{sa7}	R _{sa7}	R _{sa8}	R _{sa9}	R _{sa5}		
6. Олигомеризация II ст	R _{s6}	R _{sa7}	R _{sa10}					
7. I ст дегазации	R _{s7}	R _{sa8}	R _{sa9}	R _{sa3}	R _{sa1}	R _{sa2}	R _{sa11}	R _{sa10}
		R _{sa13}	R _{sa2}	R _{sa10}	R _{sa7}	R _{sa3}	R _{sa3}	R _{sa1}
8. Дезактивации	R _{s8}	R _{sa8}	R _{sa3}	R _{sa8}	R _{sa11}			
9. II ст дегазации	R _{s9}	R _{sa12}	R _{sa10}	R _{sa8}	R _{sa3}	R _{sa9}	R _{sa13}	R _{sa13}
10. Линия освобождения аппаратов	R _{3s10}	R _{sa1}	R _{sa1}	R _{sa1}				

Таблица 6. Результаты расчетов безотказности блоков технологических систем

Блок	Безот-ть	Безотказность блоков до модернизации						
1. Поддачи промотора	0,81	0,8898	0,9061					
2. Поддачи ацетона	0,81	0,8898	0,9061					
3. Поддачи катализатора	0,441	0,7157	0,8898	0,7766	0,8899			
4. Поддачи сырья	0,331	0,8898	0,8898	0,6481	0,7766	0,8393		
5. Полтмеризатор I ст	0,46	0,8607	0,8205	0,6481				
6. Полтмеризатор II ст	0,45	0,6799	0,6599					
7. I ст дегазации	0,03	0,8607	0,8205	0,7766	0,8898	0,9061	0,7288	0,6599
		0,7157	0,9061	0,6599	0,6799	0,7766	0,7766	0,8898
8. Дезактивации	0,42	0,8607	0,7766	0,8607	0,7288			
9. II ст дегазации	0,13	0,6924	0,6599	0,8607	0,7766	0,8205	0,7157	0,7157
10. Линия освобождения аппаратов	0,70	0,8898	0,8898	0,8898				

Повышение надежности установки проводили путем замены приборов с неудовлетворительной надежностью и применением систем резервирования.

С целью повышения надежности были подобраны новые приборы автоматизации и контроля, представленные в таблице 7 и произведен расчет.

Таблица 7. Оценка надежности подобранных средств автоматизации и контроля

Наименование оборудования (тип, наименование аппарата, назначение)	Безотказность	
1. Контроллер	$R_{дн1}$	0,8963
2. Датчик уровня	$R_{дн2}$	0,9679
3. Датчик давления	$R_{дн3}$	0,9913
4. Датчик контроля потока	$R_{дн4}$	0,8963
5. Датчик температуры	$R_{дн5}$	0,9783
6. Регулирующий клапан	$R_{дн6}$	0,9855
7. Отсекающий клапан	$R_{дн7}$	0,9956

После установки резервного контроллера и датчика контроля потока (из за его низкой безотказности) их безотказность становится равной 0,999999, с учетом, что безотказность остальных элементов значительно меньше 1, можно принять равной 1.

В таблице 8 представлен результаты расчета надежности технологических блоков с применением Марковских моделей.

Таблица 8. Результаты расчетов безотказности технологических систем

Блок	Безотказность блоков после модернизации
1. Поддачи промотора	0,94
2. Поддачи ацетона	0,94
3. Поддачи катализатора	0,90
4. Поддачи сырья	0,91
5. Полимеризатор I ст.	0,92
6. Полимеризатор II ст.	0,96
7. I ст. дегазации	0,45
8. Дезактивации	0,81
9. II ст. дегазации	0,73
10. Линия освобождения аппаратов	0,91

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

В работе произведен анализ расчета надежности элементов с различной структурной компоновкой. Сделаны выводы о неудовлетворительной надежности существующей системы и предложены новые схемы компоновки оборудования и приборов автоматизированной системы управления технологическим процессом.

Большое количество приборов и оборудования снижает общую надежность отдельных блоков. Из таблицы 8 видно, что надежность системы автоматизации в системах I и II ступенях дегазации даже с применением Марковских моделей состояний и переходов имеет низкие показатели. Данная ситуация

объясняется большим числом вспомогательного оборудования обязанного приборами автоматизации и контроля. Выход из строя одного из них существенно не повлияет на ход основного процесса и не переводит процесс в состояние «Аварийная ситуация».

Список используемых источников:

1. Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.В. и др. Надежность технических систем: справочник / Под ред. И.А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1985. 608 с.
2. ГОСТ Р 51901.14-2005 Менеджмент риска. Метод структурной схемы надежности. М.: Стандартиформ. 28 с.
3. Острекровский В.А. Теория надежности. М.: Высш. шк., 2003. 463 с.
4. Глазунов Л.П., Грабовецкий В.П., Щербakov О.В. Основы теории надежности автоматизированных систем управления. Л.: Энергоатомиздат, 1984. 208 с.
5. Атовмян И.О., Вайрадян А.С., Хетагурова Я.А. Надежность автоматизированных систем управления. М.: Высш. Школа, 1979. 287 с.
6. Ястребенецкий М.А. Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами. М.: Энергоиздат, 1982. 232 с.
7. Федоров Ю.Н. Основы построения взрывоопасных производств. М.: СИНТЕГ, 2006. 720 с.
8. Кулаков П.А. Обеспечение безопасности технологической установки производства олигопипериленового синтетического каучука: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. 05.26.03: Казань, 2011. 121 с.
9. Попов Б.И., Шарафиев Р.Г., Ризванов Р.Г., Кулаков П.А. Анализ возможных опасностей при эксплуатации установки синтетического олигопипериленового каучука // Безопасность труда в промышленности. 2006. №12. С. 60-63.
10. Кулаков П.А., Шарафиев Р.Г., Ризванов Р.Г. Основные этапы анализа риска установки производства катионных нефтеполимерных смол и пути повышения безопасности // Безопасность жизнедеятельности. 2009. №5. С. 14-17.
11. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Кулакова А.Ф. Адаптивный алгоритм управления дозированием реагентов при производстве катионных нефтеполимерных смол // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: <http://www.science-education.ru/118-14172>
12. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Карасев Е.М. Управление функционированием объектов нефтехимии на основе менеджмента риска // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6. URL: <http://www.science-education.ru/120-16482>

References:

1. Reliability of technical systems: Handbook / Belyaev Y.K., Bogatyrev V.A., Bolotin V.V. M.: Radio and Communications, 1985. 608 p.
2. IEC 61078:2006 Analysis techniques for dependability – Reliability block diagram and boolean methods (MOD).
3. Ostrekovskij V.A. Reliability theory. M.: High school, 2003. 463 p.
4. Glazunov L.P., Graboveckij V.P., Shcherbakov O.V. Basic theory of reliability of automated control systems. L.: Energoatomizdat, 1984. 208 p.
5. Atovmian I.O., Vajradyan A.S., Hetagurova Y.A. The reliability of automated control systems. M.: High school, 1979. 287 p.
6. Yastrebenekij M.A. The reliability of technical means in automation of technological processes. M.: Energoatomizdat, 1982. 232 p.
7. Fedorov Y.N. Fundamentals of hazardous areas. M.: SINTEG, 2006. 720 p.
8. Kulakov P.A. Ensuring the safety of the process plant production oligopiperilenovogo synthetic rubber: Dis. for the degree of PhD. tehn. Sciences. Kazan, 2011. 121 p.
9. Popov B.I., Sharafiev R.G., Rizvanov R.G., Kulakov P.A. Analysis of the potential hazards in the operation of the installation of synthetic rubber oligopiperilenovogo. Safety in industry. 2006. №12. P. 60-63.
10. Kulakov P.A., Sharafiev P.G., Rizvanov P.G. The main stages of risk analysis setting production cationic petroleum resins and ways to improve safety. Health and Safety. 2009. №5. P. 14-17.

11. Kulakov P.A., Shishkina A.F., Kulakova A.F. *The adaptive control algorithm dispensing of reagents in the production of petroleum resins cationic. Modern problems of science and education. 2014. № 4.*
URL: <http://www.science-education.ru/118-14172>

12. Kulakov P.A., Shishkina A.F., Karasev E.M. *Manage the operation of petrochemical-based risk management. Modern problems of science and education. 2014. №6.* URL: <http://www.science-education.ru/120-16482>

© 2015, Кулаков П.А.

*Задача безотказной работы сложного
технологического объекта*

© 2015, Kulakov P.A.

*The task of trouble-free operation of complex
engineering*

DOI: 10.17117/nv.2015.04.077

Поступила (Received): 24.11.2015

info@ugntu-str.ru

Муллабаев И.З. Разработка системы регулирования температуры воды на основе нечеткого регулятора

Mullabaev I.Z. Development of water temperature control system based on fuzzy controller

Главное преимущество нечетких регуляторов возможность управления сложными объектами с плохо изученной динамикой на основе методов, базирующихся на знаниях. Идея нечеткого управления при этом сводится к моделированию поведения человека-эксперта, способного управлять объектом, не зная его математической модели. Эксперт формулирует свои действия по управлению в виде некоторых лингвистических правил, представляемых затем с помощью аппарата нечеткой логики. Однако сам переход от лингвистических правил к их количественному представлению является недостаточно формализованным и зависит, в частности, от произвольного выбора формы функций принадлежности. Поскольку качество нечеткого регулятора существенно зависит от изменения формы функций принадлежности, то необходима оптимизация (подстройка) параметров этих функций. Разработанный проект посвящен созданию автоматизированной системы управления температуры воды в емкости в среде Unity Pro XL на основе многомерного нечеткого регулятора с интервальной неопределенностью

Ключевые слова: контроллер, SCADA-система, датчик температуры

The main advantage of fuzzy controllers is the ability to control complex objects with poorly understood dynamics using the knowledge-based methods. The idea of fuzzy control thus amounts to the simulation of human expert behavior, able to manipulate the object without knowing its mathematical model. Expert formulates its control actions in the form of some linguistic rules, then submitted using fuzzy logic. However, the transition from the linguistic rules to their quantitative representation is not sufficiently formalized and depends, in particular, on the free choice of the membership functions shape. Since the fuzzy controller quality significantly depends on changes in the membership functions shape, the optimization (tuning) of these functions parameters is necessary. The developed project is dedicated to the water temperature automated control system creation in Unity Pro XL environment, based on multi-dimensional fuzzy controller with the precise terms

Key words: controller, SCADA-system, temperature sensor

Муллабаев Искандер Зинурович

Студент

Уфимский государственный нефтяной
технический университет (филиал)

г. Стерлитамак, пр. Октября, д. 2

Mullabaev Iskander Zinurovich

Student

Ufa State Petroleum Technological University
(branch)

Sterlitamak, Oktyabrya ave., 2

Введение (Introduction)

Главное преимущество нечетких регуляторов возможность управления сложными объектами с плохо изученной динамикой на основе методов,

базирующихся на знаниях. Идея нечеткого управления при этом сводится к моделированию поведения человека-эксперта, способного управлять объектом, не зная его математической модели. Эксперт формулирует свои действия по управлению в виде некоторых лингвистических правил, представляемых затем с помощью аппарата нечеткой логики. Однако сам переход от лингвистических правил к их количественному представлению является недостаточно формализованным и зависит, в частности, от произвольного выбора формы функций принадлежности. Поскольку качество нечеткого регулятора существенно зависит от изменения формы функций принадлежности, то необходима оптимизация (подстройка) параметров этих функций.

Разработанный проект посвящен созданию автоматизированной системы управления температурой воды в емкости в среде Unity Pro XL на основе многомерного нечеткого регулятора с четкими термами.

Регулирование температуры – важнейшая задача любого технологического процесса. Важно при этом регулировать температуру с заданной точностью и в заданном интервале. Использование нечеткого алгоритма позволяет справиться с этой задачей.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Краеугольным принципом использования многомерных нечетких регуляторов с четкими термами (МНРсЧТ) является интерпретация входных и выходных переменных, а также функций компенсации взаимовлияния контуров регулирования совокупностью четких термов, т. е. термов с прямоугольной формой функции принадлежности. На рисунке 1 представлена интерпретация регулируемого параметра *temp* совокупностью из 14 четких термов: $T_1, T_2, \dots, T_{14}$. Передний фронт этих термов описывается жестким, а задний – мягким неравенствами, например, $78^\circ\text{C} < T_{11} \leq 84^\circ\text{C}$ и т. д.

Рис. 1. Интерпретация регулируемого параметра *temp* четкими термами

Замена регулируемого параметра *temp* совокупностью четких термов позволяет построить следующую систему продукционных правил, например, при

любом заданном значении температуры, попадающем в интервал значений терма T_4 ($36\text{ }^{\circ}\text{C} < T_4 \leq 42\text{ }^{\circ}\text{C}$):

{ Если $temp = 20$, то $S = 1$;
 Если $temp = 21$, то $S = 1$;
 ...
 Если $temp = 37$, то $S = 1$;
 Если $temp = 38$, то $S = 1$;
 Если $temp = 39$, то $S = 1$;
 Если $temp = 40$, то $S = 0$;
 Если $temp = 41$, то $S = 0$;
 Если $temp = 42$, то $S = 0$;
 ...
 Если $temp = 100$, то $S = 0$,

где S – состояние нагревателя (1 – включен, 0 – выключен).

Ширина термов T_1 и T_{14} равна соответственно $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, ширина термов $T_2, T_3, \dots, T_{13}$ – $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В данном случае система продукционных правил реализует регулирование в диапазоне температур с интервалом $\pm 6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Общая схема разработанной установки представлена на рисунке 2.

Рис. 2. Схема установки регулирования воды

Для измерения температуры использован термопреобразователь сопротивления марки NZPJ-230 с пределами измерений от 0 до 300 °С, выдающий унифицированный выходной сигнал 4-20 мА.

Для разработки системы управления в проекте выбран контроллер Modicon M340. Функциональные устройства контроллера конструктивно оформлены в виде модулей и блоков, оснащенных необходимым количеством разъемов и клемм для объединения в систему и подключения внешних устройств.

Стандартные и усовершенствованные процессорные модули платформы автоматизации Modicon M340 обеспечивают полноценное управление всем монтажным шасси ПЛК, оснащенным максимум 11 слотами под установку:

- модулей дискретного ввода/вывода;
- модулей аналогового ввода/вывода;
- специализированных модулей (счетного, связи по Ethernet TCP/IP и др.).

Четыре процессорных модуля отличаются друг от друга по объему памяти, скорости обработки данных, типу и количеству портов связи и максимальному количеству каналов ввода/вывода.

Кроме этого, в зависимости от модели, процессорный модуль может иметь:

- от 512 до 1024 каналов дискретного ввода/вывода;
- от 128 до 256 каналов аналогового ввода/вывода;
- от 20 до 36 счетных каналов;
- от 0 до 2 портов Ethernet TCP/IP (со встроенным портом и сетевым модулем или без них).

Модули дискретного ввода/вывода для платформы автоматизации Modicon M340 представляют собой стандартные модули, занимающие один слот и оснащенные одним из следующих разъемов:

- разъемом под винтовую или пружинную 20-контактную съемную клеммную колодку;
- одним или двумя 40-контактными соединительными разъемами.

Большое количество дискретных входов и выходов в состоянии удовлетворять любым требованиям с точки зрения:

- функций: входы/выходы переменного или постоянного тока, положительная или отрицательная логика;
- модульности – 8, 16, 32 или 64 каналов на модуль.

На входы модуля могут подаваться сигналы датчиков и при этом обеспечивается:

- сбор сигналов;
- адаптация уровней;
- электрическая развязка;
- фильтрация;
- защита от “паразитных” помех.

В состав модулей аналогового ввода/вывода входят:

Три изолированных модуля аналогового ввода:

- 4 высокоскоростных аналоговых канала (16 бит) напряжения/тока ВМХ АМІ 0410;

- 4 и 8 аналоговых каналов (15 бит + знак) для термопар и датчиков температуры Pt, Ni или Cu, ВМХ АТ 0414/0814.

– Один модуль аналогового ввода с 2 каналами напряжения/тока BMX АМО 0210;

– Один смешанный модуль (12 бит) с 4 аналоговыми входными каналами и 2 аналоговыми выходными неизолированными каналами напряжения/тока, BMX АММ 0600.

В модулях аналогового ввода/вывода предусмотрен разъем под 20-контактную съемную клеммную колодку, за исключением модулей аналогового ввода BMX ART 0414/0814 с термopарами/датчиками температуры, которые снабжены 40-контактным соединительным разъемом.

Программирование контроллера осуществляется с помощью персонального компьютера – в системе программирования Unity Pro XL 7.0.

Unity Pro – это программная среда, при помощи которой проводят программирование ПЛК. Unity Pro версии 7.0 поддерживает следующие аппаратные платформы: Modicon M340, Quantum, Premium, Atrium. Unity Pro содержит следующие ИЕС языки программирования: диаграмма функциональных блоков (FBD), схемы электроцепей (LD), диаграмма последовательного управления (SFC), список команд (IL) и структурированный текст (ST).

Результаты (Results)

Реализация нечеткого алгоритма осуществлена на языке ST. Фрагмент программы, реализующей данный алгоритм, представлен на рис. 3.

```
If temp_ust=39 and ((temp>=37 and temp<=39) or temp<37) then
ten:=1;
elsif temp_ust=39 and ((temp>=40 and temp <=42) or temp>=43) then
ten:=0;
end_if;

If temp_ust=40 and ((temp>=37 and temp<=39) or temp<37) then
ten:=1;
elsif temp_ust=40 and ((temp>=40 and temp <=42) or temp>=43) then
ten:=0;
end_if;

If temp_ust=41 and ((temp>=37 and temp<=39) or temp<37) then
ten:=1;
elsif temp_ust=41 and ((temp>=40 and temp <=42) or temp>=43) then
ten:=0;
end_if;

If temp_ust=42 and ((temp>=37 and temp<=39) or temp<37) then
ten:=1;
elsif temp_ust=42 and ((temp>=40 and temp <=42) or temp>=43) then
ten:=0;
end_if;

If temp_ust=43 and ((temp>=43 and temp<=45) or temp<43) then
ten:=1;
elsif temp_ust=43 and ((temp>=46 and temp <=48) or temp>48) then
ten:=0;
end if;
```

Рис. 3. Фрагмент листинга программы в среде Unity Pro на языке ST

Окно редактора переменных представлено на рисунке 4.

Name	Type	Address	Value	Comment
m_temp	INT	%MW2		
m_ten	EBOOL	%M6		
temp	INT	%IW0.3.1.0		
temp_ust	INT	%MW3	20	
ten	EBOOL	%Q0.2.21		

Рис. 4. Окно редактора переменных

В программе объявлены следующие переменные:

1. temp – переменная, в которую записывается значение температуры, приходящее с термопреобразователя;
2. temp_ust – задаваемое пороговое значение температуры;
3. ten – переменная, принимающая значение «0» или «1» после сравнения температуры, приходящей с термопреобразователя, с пороговым значением температуры;
4. m_temp – переменная для передачи данных в Vijeo Citect, хранящая значение температуры, приходящее с термопреобразователя;
5. m_ten – переменная для передачи данных в Vijeo Citect, хранящая данные о состоянии нагревательного тента (включен/выключен).

Опишем алгоритм работы программы управления установкой автоматической контроля и регулирования температуры.

Производится сравнение температур между термопреобразователем сопротивления NZPJ-230 (temp) и установленным значением (temp_ust). Если температура установки больше температуры установленного значения, то сигнал, подаваемый на реле, будет логический ноль. Если меньше, то будет подаваться логическая единица. Например, если установленное значение temp_ust=38 °C, ему соответствует значение терма T_4 . Если регулируемый параметр temp равен одному из термов T_1, T_2, T_3 , то значение переменной ten равно единице, и на реле идет сигнал логической единицы – нагреватель включен. Если регулируемый параметр temp равен одному из термов $T_5, T_6, \dots, T_{14}$, то значение переменной ten равно нулю, и на реле идет сигнал логического нуля – нагреватель выключен.

Каждый терм разделен на два интервала. Так, например, если установленное значение температуры соответствует терму T_4 , то, если значение переменной temp равно одному из первых трех значений 37, 38, 39 °C, нагреватель включен. Если же значение переменной temp равно одному из остальных трех значений 40, 41, 42 °C – нагреватель выключен.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) автоматизированной системы регулирования температуры воды разработано на базе интегрированной системы проектирования и управления Vijeo Citect.

В программе имеется главный экран, предоставляющий пользователю всю необходимую информацию для наблюдения изменения параметра технологического процесса и необходимые инструменты для управления им (рис. 5).

Рис. 5. Экран АРМ в среде Vijeo Citect

На экране отображены:

- шкала температуры, позволяющая с точностью до 1 °C устанавливать задание температуры;
- задание температуры – установленное значение температуры;
- текущее значение температуры.

Для удобства отображена мнемосхема установки регулирования температуры воды (рисунок 6), сообщающая о состоянии нагревателя (включен/выключен).

а)

б)

Рис. 6. Мнемосхема установки регулирования температуры воды

а) нагреватель выключен; б) нагреватель включен

Для контроля температуры на экране оператора есть возможность просмотра трендов температуры (рис. 7).

Рис. 7. Тренды в реальном времени

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

В результате разработки системы были внедрены новые технологии, как на программном уровне, так и на прикладном уровне. Это позволит обеспечить более гибкое управление процессом, комфортную и автоматическую работу системы по заданному алгоритму работы.

В качестве алгоритма управления системой автоматического регулирования был использован алгоритм нечеткого регулятора с интерпретацией четких термов. Это позволило регулировать температуру с заданной точностью в заданном интервале, что очень важно с точки зрения качества регулирования.

Список используемых источников:

1. Муравьева Е.А., Шарипов М.И., Каяшева Г.А., Григорьева Т.В., Боев Е.В., Афанасенко В.Г. Системы искусственного интеллекта. Часть 1. Уфа, 2015.
2. Сагдатуллин А.М., Муравьева Е.А., Емеев А.А. Классическая теория нечеткого управления в контексте методов дефаззификации // Современные проблемы науки и образования в техническом вузе. Уфа, 2015. С. 198-204.
3. Сагдатуллин А.М., Емеев А.А., Муравьева Е.А. Системно-интегративный подход к автоматизации процессов проектирования и контроля разработки нефтегазовых месторождений // Нефтяное хозяйство. 2015. № 3. С. 92-95.
4. Муравьева Е.А., Соловьев К.А., Султанов Р.Г., Соловьева О.И. Синтез нечеткого регулятора с заданной многомерной статической характеристикой // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2015. № 1. С. 245-260.
5. Соловьев К.А., Муравьева Е.А., Султанов Р.Г., Соловьева О.И. Синтез нечеткого регулятора для управления соотношением расходов «газ – воздух» на основе режимной карты // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2015. № 1. С. 275-291.
6. Sagdatullin A., Emekeev A., Muravyova E. Intellectual control of oil and gas transportation system by multidimensional fuzzy controllers with precise terms. Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 756. P. 633.

7. Муравьева Е.А., Сагдатуллин А.М. Система управления насосной станцией с интерпретацией компенсационной функции совокупностью четких термов // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2015. Т. XIII. № 1. С. 363-368.
8. Шарипов М.И., Муравьева Е.А., Каяшев А.И., Багров К.А. Нечеткие когнитивные модели с представлением характеристик концептов совокупностью аргументов двузначной логики // *Information Technologies for Intelligent Decision Making Support*. 2014. С. 18-21.
9. Емеев А.А., Сагдатуллин А.М., Муравьева Е.А. Интеллектуальное логическое управление электроприводом насосной станции // Современные технологии в нефтегазовом деле-2014. Уфа, 2014. С. 218-221.
10. Sagdatullin A., Muravyova E. Technological processes management by fuzzy controllers with multidimensional precise terms fuzzy regulator // Молодежь и современные информационные технологии. Томск, 2014. С. 305-306.
11. Каяшев А.И., Шарипов М.И., Муравьева Е.А., Багров К.А. Когнитивные карты с интерпретацией концептов и связей между ними совокупностью аргументов двузначной логики // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. 2014. С. 4126-4131.
12. Kayashev A., Muravyova E., Sharipov M., Emekeev A., Sagdatullin A. Verbally defined processes controlled by fuzzy controllers with input/output parameters represented by set of precise terms. // *Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems*, 2014. С. 698.
13. Соловьев К.А., Муравьева Е.А., Султанов Р.Г. Адаптация нечеткого регулятора // Нефтегазовое дело. 2014. № 12-3. С. 123-128.
14. Муравьева Е.А., Сагдатуллин А.М., Емеев А.А. Artificial intelligence in objects recognition // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2014. Т. 12. № 1. С. 226-230.
15. Муравьева Е.А., Сагдатуллин А.М., Емеев А.А. Моделирование систем автоматизированного электропривода // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2014. Т. 12. № 1. С. 250-258.
16. Муравьева Е.А., Сагдатуллин А.М., Емеев А.А. Artificial intelligence and artificial neural network in images recognition // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. 2014. Т. 1. № 2. С. 98-101.
17. Муравьева Е.А., Шарипов М.И., Маннанов Ф.Ф. Система автоматизации отопления при помощи инфракрасных обогревателей механического цеха на ОАО «Красный Пролетарий» // Научные труды SWorld. 2014. Т. 2. № 4. С. 64-66.
18. Муравьева Е.А. Автоматизированное управление промышленными технологическими установками на основе многомерных логических регуляторов. Автореферат. Уфа, 2013.
19. Муравьева Е.А. Автоматизированное управление технологическими установками на основе многомерных логических регуляторов (на примере процессов термообработки). Уфа, 2013.
20. Муравьева Е.А. Автоматизированное управление промышленными технологическими установками на основе многомерных логических регуляторов: на примере процессов термообработки. Диссертация. Уфа, 2013.
21. Муравьева Е.А. Методология автоматизированного управления многосвязными технологическими процессами, реализованная на многомерных четких логических регуляторах // Современные проблемы науки и образования в техническом вузе. Уфа, 2013. С. 102-107.
22. Сергушин Г.С., Варламов О.О., Чибирова М.О., Елисеев Д.В., Муравьева Е.А. Исследование возможностей информационного моделирования сложных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий // Автоматизация и управление в технических системах. 2013. № 2. С. 51-66.
23. Сергушин Г.С., Чибирова М.О., Варламов О.О., Муравьева Е.А., Елисеев Д.В. Математическое моделирование автоматизированных систем управления на основе миварных технологий // Информация и образование: границы коммуникаций. 2013. № 5 (13). С. 143-145.
24. Каяшев А.И., Муравьева Е.А., Габитов Р.Ф. Четкий логический регулятор для управления технологическими процессами. Патент на изобретение *RUS 2445669*, 15.02.2010.
25. Гузаиров М.Б., Муравьева Е.А. Управление технологическими процессами, реализованное на четких логических регуляторах. Москва: Машиностроение, 2012.
26. Муравьева Е.А., Варламов О.О. Об особенностях реализации миварной концепции в системах управления многосвязными технологическими процессами на основе четких логических регуляторов // Научная сессия НИЯУ МИФИ – 2012 АННОТАЦИИ ДОКЛАДОВ. 2012. С. 277.
27. Гузаиров М.Б., Муравьева Е.А., Соловьев К.А. Компьютерная модель функции выходной мощности паровой винтовой машины // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2012. Т. 16. № 1 (46). С. 106-111.

28. Каяшев А.И., Муравьева Е.А., Габитов Р.Ф. Оптимизация температурного режима прокалки катализаторов крекинга по экономическим показателям технологического процесса // Башкирский химический журнал. 2011. Т. 18. № 2. С. 106-110.
29. Guzairov M.B., Gabitov R.F., Kayashev A.I., Muravyova E.A. Autoregressive neural network for model predictive control of multivariable cracking catalyst calcinatory // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). 2011. Т. 20. № 3. С. 216-223.
30. Габитов Р.Ф., Каяшев А.И., Муравьева Е.А. Управление печью прокалки цеолитсодержащих катализаторов крекинга нефтепродуктов методом плавающего горизонта с использованием нейросетевой модели // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2010. № 12. С. 12-19.
31. Каяшев А.И., Муравьева Е.А., Габитов Р.Ф. SCADA-система на основе многомерного четкого логического регулятора для управления цементной печью // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2010. Т. 14. № 4 (39). С. 119-125.
32. Антипин А.Ф., Каяшев А.И., Муравьева Е.А. Система автоматического управления элементами дистилляции на базе многомерного логического регулятора // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2010. Т. 14. № 4 (39). С. 126-131.
33. Муравьева Е.А., Антипин А.Ф. Многомерный дискретно-логический регулятор расхода воздуха парового котла с минимизацией времени отклика // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2009. Т. 13. № 2. С. 83-87.
34. Муравьева Е.А. Интегрированные системы проектирования и управления // Автоматизация технологических процессов и производств. Уфа, 2008.
35. Каяшева Г.А., Муравьева Е.А., Байманов И.Ф. Дискретно-логическая система регулирования величины pH электролита в производстве хлора методом электролиза // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2008. № 1. С. 10.
36. Муравьева Е.А., Каяшева Г.А. Нечеткие регуляторы с ану-тайм алгоритмом минимизации времени фазификации параметров технологических процессов в совокупность четких термов // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2008. Т. 10. № 2. С. 53-57.
37. Муравьева Е.А., Каяшева Г.А. Нечеткий регулятор с лингвистической обратной связью для управления технологическими процессами. Патент на изобретение RUS 2309443 09.03.2006.
38. Муравьева Е.А. Управление химико-технологическими процессами с идентификацией отклонения терм-множеством лингвистических переменных // Башкирский химический журнал. 2006. Т. 13. № 3. С. 104-108.
39. Каяшев А.И., Муравьева Е.А. Синтез логических структур химико-технологических систем на основе последовательностных уравнений // Башкирский химический журнал. 2006. Т. 13. № 3. С. 97-100.

References:

1. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Kayasheva G.A., Grigoryeva T.V., Boev E.V., Afanasenko V.G. Artificial intelligence systems Textbook. Part 1. Ufa, 2015.
2. Sagdatullin A.M., Muravyova E.A., Emekeev A.A. The classical fuzzy control theory in the context of defuzzification methods. In proceedings: Modern problems of science and education in a technical university. Ufa, 2015. P. 198-204.
3. Sagdatullin A.M., Emekeev A.A., Muravyova E.A.. System-integrative approach to the design and control processes automation of oil and gas fields. Oil Industry. 2015. № 3. P. 92-95.
4. Muravyova E.A., Solovyov K.A., Sultanov R.G., Solovyov O.I. Synthesis of fuzzy controller with a preset multi-dimensional static characteristic. Electronic Scientific Journal Oil and Gas Business. 2015. № 1. P. 245-260.
5. Solovyov K.A., Muravyova E.A., Sultanov R.G., Solovyov O.I. Synthesis of fuzzy controller to control the flow rate ratio "gas – air" on the basis of the regime card. Electronic Scientific Journal Oil and Gas Business. 2015. № 1. P. 275-291.
6. Sagdatullin A., Emekeev A., Muravyova E. Intellectual control of oil and gas transportation system by multidimensional fuzzy controllers with precise terms. Applied Mechanics and Materials. T. 2015. Vol. 756 P. 633.
7. Muravyova E.A., Sagdatullin A.M. The pumping station control system with the interpretation of the compensation function by the precise terms set. Scientific notes of Almet'yevsk State Petroleum Institute. 2015. Vol. XIII. № 1. P. 363-368.

8. Sharipov M.I., Muravyova E.A., Kayashev A.I., Bagrov K.A. Fuzzy cognitive models with the presentation of concepts characteristics by the set of two-valued logic arguments. In proceedings: Information Technologies for Intelligent Decision Making Support. 2014. P. 18-21.
9. Emekeev A.A., Sagdatullin A.M., Muravyova E.A. Pumping station electric drive smart logic control. Modern technologies in the oil and gas business – 2014. Ufa, 2014. P. 218-221.
10. Sagdatullin A., Muravyova E. Technological processes management by fuzzy controllers with multidimensional precise terms fuzzy regulator. Youth and the modern information technologies. Proceedings of the XII International scientific and practical conference of students, post graduate students and young scientists. Tomsk, 2014. P. 305-306.
11. Kayashev A.I., Sharipov M.I., Muravyova E.A., Bagrov K.A. Cognitive maps with the interpretation of the concepts and links between by a set of two-valued logic arguments. XII All-Russian conference on control problems VSPU 2014. 2014. P. 4126-4131.
12. Kayashev A., Muravyova E., Sharipov M., Emekeev A., Sagdatullin A. Verbally defined processes controlled by fuzzy controllers with input/output parameters represented by set of precise terms. Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2014. 2014. P. 698.
13. Solovyev K.A., Muravyova E.A., Sultanov R.G. Fuzzy controller adaptation. Oil and gas business. 2014. V. 12. № 3. P. 123-128.
14. Muravyova E.A., Sagdatullin A.M., Emekeev A.A. Artificial intelligence in objects recognition. Scientific notes of Almet'yevsk State Petroleum Institute. 2014. V. 12. № 1. P. 226-230.
15. Muravyova E.A., Sagdatullin A.M., Emekeev A.A. Modelling of systems of automated electric. Scientific notes Almet'yevsk State Petroleum Institute. 2014. T. 12. № 1. P. 250-258.
16. Muravyova E.A., Sagdatullin A.M., Emekeev A.A. Artificial intelligence and artificial neural network in images recognition. Proceedings of the scientific session of Almet'yevsk State Petroleum Institute scientists. 2014. V. 1. № 2. P. 98-101.
17. Muravyova E.A., Sharipov M.I., Mannanov F.F. The heating automation system using infrared heaters in the machine shop of JSC "Red Proletarian". SWorld proceedings. 2014. V. 2. № 4. P. 64-66.
18. Muravyova E.A. Technological units automated control based on multi-dimensional logic controllers (the case of heat treatment processes). Abstract of dissertation. Ufa, 2013.
19. Muravyova E.A. Technological units automated control based on multi-dimensional logic controllers (the case of heat treatment processes). Ufa, 2013.
20. Muravyova E.A. Technological units automated control based on multi-dimensional logic controllers: the case of heat treatment processes. Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ufa, 2013.
21. Muravyova E.A. The methodology of multivariable process automated control implemented on multidimensional precise logic controllers. In proceedings: Modern problems of science and education in a technical university. Ufa, 2013. P. 102-107.
22. Sergushin G.S., Varlamov O.O., Chibirov M.O., Yeliseyev D.V., Muravyova E.A. Investigation of possibilities of complex process control systems information modeling based on mivar technology. Automation and control in technical systems. 2013. № 2. P. 51-66.
23. Sergushin G.S., Chibirov M.O., Varlamov O.O., Muravyova E.A., Eliseev D. Mathematical modeling of the automated control systems based on mivar technology. Information and education: border communications. 2013. № 5 (13). P. 143-145.
24. Kayashev A.I., Muravyova E.A., Gabitov R.F. The precise logic controller for process control. RUS patent 2445669, 15.02.2010.
25. Guzairov M.B., Muravyova E.A. Process Control implemented on precise logic controllers. Moscow: Masinostroenie, 2012.
26. Muravyova E.A., Varlamov O.O. Peculiarities of the mivar concept realization in technological processes multivariable control systems on the basis of precise logic controllers. In proceedings: Scientific session MEPhI – 2012 abstracts. 2012. P. 277.
27. Guzairov M.B., Muravyova E.A., Solovyov K.A. Output power function computer model of steam screw machine. Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University. 2012. T. 16. № 1 (46). P. 106-111.
28. Kayashev A.I., Muravyova E.A., Gabitov R.F. Temperature control optimization of catalysts calcination cracking using economic indicators of the process. Chemical Bashkirfn magazine. 2011. V. 18. № 2. P. 106-110.
29. Guzairov M.B., Gabitov R.F., Kayashev A.I., Muravyova E.A. Autoregressive neural network for model predictive control of multivariable cracking catalyst calcinatory. Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). 2011. V. 20. № 3. P. 216-223.

30. Gabitov R.F., Kayashev A.I., Muravyova E.A. Zeolite petroleum cracking catalysts calcination furnace control by means of floating horizon using the neural network model. *Automation, remote control and communication in the oil industry*. 2010. № 12. P. 12-19.
31. Kayashev A.I., Muravyova E.A., Gabitov R.F. SCADA-system based on multidimensional precise logic controller for cement kiln. 2010. V. 14. № 4 (39). P. 119-125.
32. Antipin A.F., Kayashev A.I., Muravyova E.A. The automatic control system of distillation elements on the basis of a multi-dimensional logic controller. *Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University*. 2010. V. 14. № 4 (39). P. 126-131.
33. Muravyova E.A., Antipin A.F. Boiler air flow multidimensional discrete-logic controller with minimum response time. *Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University*. 2009. V. 13. № 2. P. 83-87.
34. Muravyova E.A. Integrated design and control systems. *Automation of technological processes and productions*. Ufa, 2008.
35. Kayasheva G.A., Muravyova E.A., Baimanov I.F. Discrete-logic electrolyte ph value control system the in the electrolysis chlorine production. *Automation, remote control and communication in the oil industry*. 2008. № 1. P. 10.
36. Muravyova E.A., Kayasheva G.A. Fuzzy controllers with any-time algorithm minimization of process parameters time fuzzification into precise terms set. *Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University*. 2008. V. 10. № 2. P. 53-57.
37. Muravyova E.A., Kayasheva G.A. Fuzzy controller with a linguistic feedback for process control. Patent for the invention RUS 2309443 09.03.2006.
38. Muravyova E.A. Chemical processes control with deviations identifying using linguistic variables term set. *Bashkirian Chemical journal*. 2006. V. 13. №3. P. 104-108.
39. Kayashev A.I., Muravyova E.A. Chemical processes logical structures synthesis on the basis of multicycled equations. *Bashkirian Chemical journal*. 2006. V. 13. № 3. P. 97-100.

© 2015, Муллабаев И.З.

Разработка системы регулирования температуры воды на основе нечеткого регулятора

© 2015, Mullabaev I.Z.

Development of water temperature control system based on fuzzy controller

DOI: 10.17117/nv.2015.04.089

Поступила (Received): 24.11.2015

Пирумян Г.П., Симонян А.Г. Энтропийный подход к оценке экологического состояния реки Вохчи

Pirumyan G.P., Simonyan A.G.
Entropy approach to evaluating the ecological
state of the river Voghji

Впервые с помощью энтропийного индекса качества воды оценено качество воды р. Вохчи, Арцваник и Гехи. Энтропийный индекс качества воды характеризует гидроэкологические системы по соотношению порядка и хаоса, мерами которых являются геоэкологическая синтропия и энтропия Шенона. Показано, что от источника до устья рек наблюдается увеличения величины энтропийного индекса, что свидетельствует о снижении качества воды рек с 1 до 2 класса загрязнения. Причиной загрязненности является высокое содержание азотсодержащих соединений и металлов. Установлено, что энтропийный индекс качества воды имеет прямолинейную зависимость с индексом загрязненности воды и удельно-комбинаторным индексом качества воды и обратную зависимость с канадским индексом качества воды

Ключевые слова: индексы качества воды, индекс Шенона, энтропийный индекс

Симонян Арсен Геворгович

Аспирант

Ереванский государственный университет
Армения, Ереван, ул. Алека Манукяна, д. 1

Пирумян Геворг Петросович

Доктор технических наук, профессор

Ереванский государственный университет
Армения, Ереван, ул. Алека Манукяна, д. 1

For the first time using the entropy index of water quality the quality of water of the rivers Voghji Artsvanik and Geghi was evaluated. The entropy index of water quality characterizes hydroecological systems by order and chaos, measurements of which which are geo-ecological syntropy and entropy of Shannon. It was shown that from the source to the mouth of the river the values of entropy index increased, indicating the decline in the water quality of rivers from 1 to 2 class of pollution. The cause of contamination is the high content of nitrogen compounds and metals. It was established that the entropy index of water quality has a linear relationship with the water pollution index and unit-combinatorial index of water quality and has an inverse relationship with the Canadian Water Quality Index

Key words: water quality index, Shannon index, entropic index

Simonyan Arsen Gevorgjvich

Assistant

Yerevan State Universiti
Armenia, Yerevan, st. Alek Manukyan, 1

Pirumyan Gevorg Petrosovich

Doctor of Technical Science, professor

Yerevan State Universiti
Armenia, Yerevan, st. Alek Manukyan, 1

Введение (Introduction)

Изучение экологического состояния рек РА имеет важное значение как для оценки качества воды данных водных объектов, так и для дальнейшего рационального использования. Для оценки степени загрязненности воды используются комплексные показатели, которые позволяют количественно оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню показателей качества. В Армении для оценки качества поверхностных вод в роли комплексного показателя качества воды используются Индекс загрязнения воды (ИЗВ), Канадский индекс качества воды (КИКВ) и Удельно-комбинаторный индекс качества воды (УКИКВ) [1-3]. В последние годы для комплексной оценки качества поверхностных вод нами предлагается использовать энтропийный индекс качества воды – G [4], который получается из индекса Шеннона [5].

Целью данной работы является оценка качества воды реки Вохчи и ее притоков с помощью энтропийного индекса.

Методика расчета. В гидроэкологических системах могут идти процессы как с возрастанием, так и уменьшением энтропии. Понятие энтропии имеет множество трактовок в самых разнообразных областях человеческих знаний. Наряду с энтропией Клаузиуса появилась статистическая, информационная, математическая, лингвистическая, интеллектуальная и другие энтропии. Энтропия стала базисным понятием теории информации и стала выступать как мера неопределенности некоторой ситуации. Для характеристики меры сложности системы У.Эшби [6] впервые предложил использовать понятие энтропии. Система взаимодействует с внешним миром как единое целое. Открытые системы могут обмениваться с окружающей средой энергией, веществом и, что не менее важно, информацией. Чтобы система действовала и взаимодействовала со средой, она должна потреблять информацию из среды и сообщать информацию среде. Впервые понятия энтропия и информация связал Шеннон [5]. С его подачи энтропия – это количество информации, приходящейся на одно элементарное сообщение источника, вырабатывающего статистически независимые сообщения. Получение какого-либо количества информации равно потерянной энтропии. Информационная энтропия для независимых случайных событий x с N возможными состояниями рассчитывается по формуле

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$$

где: P_i – вероятность частоты встречаемости некоторого события.

Впервые для оценки степени структурированности биоценозов Мак-Артур в 1955 г. использовал общее уравнение энтропии Шеннона [7]. В 1957 г. Р. Маргалеф постулировал теоретическую концепцию, согласно которой разнообразие соответствует энтропии при случайном выборе видов из сообщества [8]. В результате этих работ большое распространение и повсеместное признание

получил индекс Шеннона H , иногда называемый информационным индексом разнообразия Шеннон [5].

$$H = -\sum n_i / N \log_2 (n_i / N).$$

Загрязненность водных систем можно представить как систему тех гидрохимических показателей (элементов), концентрация которых превышает предельно допустимые концентрации: (ПДК). Тогда в уравнении Шеннона p_i – вероятность числа превышения ПДК i -го вещества или показателя воды из общей суммы превышения ПДК – N , $P_i = n_i / N$.

$$H = \log_2 N - \sum n \log_2 n / N \frac{\sum m_i \log_2 m_i}{M}$$

$$H = \log_2 N - I$$

$$I = \sum n \log_2 n / N \frac{\sum m_i \log_2 m_i}{M}$$

$$G = H / I$$

G – функция, которая характеризует гидроэкологические системы по соотношению порядка и хаоса, мерами которых являются геоэкологическая синтропия – I [9] и энтропия Шеннона H . Значения G -функции говорят о том, что и в какой мере преобладает в структуре системы: хаос или порядок. Так, если $G < 1$, то в структуре системы преобладает порядок, в противном случае, когда $G > 1$ – хаос. При $G = 1$ хаос и порядок уравниваются друг друга, и структурная организация системы является равновесной.

Для расчета значений I , H и G пользуемся следующим вычислительным алгоритмом:

1. Определяются число превышения ПДК i -го вещества или показателя воды: n ,

2. Оценивается общая сумма превышений ПДК (N): $N = \sum n$,

3. Вычисляются: $\log_2 N$, $n \log_2 n$ и $\sum n \log_2 n$,

4. Рассчитывается геоэкологическая синтропия (I) и энтропия (H):

$$I = \sum n \log_2 n / N \frac{\sum m_i \log_2 m_i}{M} \text{ и } H = \log_2 N - I$$

5. После чего определяется индекс качества воды: $G = H / I$

Река Вохчи – левый приток Аракса. Берёт начало у города Каджаран на территории Армении от слияния рек Каджаранц и Капутджух р. Длина реки 85 км. На реке Вохчи расположены два створа (мониторинговые посты): № 91 – 1.7 км выше г. Каджарана, № 92 – 1.8 км ниже г. Каджарана, № 93 – 0.8 км выше г. Капана, № 94 – 0.8 км ниже г. Капана. Река Арцваник – левый приток Вохчи. Длина реки 17 км. На реке Арцваник расположены два створа: № 95 – 0.5 км выше хвостохранилища и № 96 – 3.0 км выше г. Капан. Река Гехи – левый приток Вохчи. На реке Гехи расположены два створа: № 97 – 0.5 км выше с. Аджабаджа и № 98 – устье реки.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

Установлено, что в воде р. Вохчи регулярно превышаются величины БПК₅ и концентрации нитритов и ионов аммония обусловлено загрязнением воды бытовыми сточными водами. Показано, что воды р. Вохчи загрязнены также некоторыми металлами. Так, в речной воде регулярно превышает ПДК меди, цинка, ванадия, алюминия, кобальта, марганца и селена. Например, в створе 92 р. Вохчи БПК₅, NO₂⁻, NH₄⁺, V, Cu, Al, Mn и Se превысили ПДК соответственно 6, 5, 9, 3, 12, 6, 5 и 9 раз. В данном случае сумма превышений ПДК – N = 55, $\sum n \log_2 n = 159,07$, $I = 159,07/55 = 2,892$, $H = \log_2 55 - 2,892 = 2,891$, $G = 2,891/2,892 = 1,0$ (см. табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что от источника до устья реки наблюдается снижение качества воды. После городов Каджаран и Капан энтропийный индекс качества (ЭИК) увеличивается, что свидетельствует о снижении качества воды р.Вохчи обусловленной загрязнением воды бытовыми сточными водами городов.

Таблица 1.Энтропийный индекс качества воды р. Вохчи

Створ	91		92		93		94	
Показатель	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n
БПК ₅	0	0	6	15.51	0	0	0	0
NO ₂ ⁻	0	0	5	11.61	0	0	7	19.6
NH ₄ ⁺	0	0	9	28.5	0	0	7	19.6
SO ₄ ⁻²	0	0	0	0	0	0	7	19.6
Cu	11	38	12	43	12	43	12	43
V	1	0	3	4.77	0	33.2	5	11.61
Al	1	0	6	15.51	6	15.51	12	43
Co	0	0	0	0	0	0	1	0
Mn	1	0	5	11.61	4	8	12	43
Zn	0	0	0	0	0	0	12	43
Se	0	0	9	28.5	2	2	4	8
N	14		55		24		79	
$\sum n \log_2 n$	38		159.07		68.54		250.71	
I	2.714		2.892		2.858		3.173	
H	1.086		2.891		1.734		3.131	
G	0.4		1		0.607		0.987	

Таблица 2.Энтропийный индекс качества воды р. Арцваник и Гехи

Река	Арцваник				Гехи			
Створ	95		96		97		98	
Показатель	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n	n	nlog ₂ n
NO ₂ ⁻	0	0	10	33.2	0	0	0	0
SO ₄ ⁻²	0	0	12	43	0	0	0	0
Cu	0	0	12	43	4	8	7	19.6
V	6	15.51	12	43	0	0	0	0
Al	4	8	12	43	4	8	7	19.6
Cr	0	0	3	4.77	0	0		0
Mn	0	0	12	43	0	0	3	4.77
Zn	0	0	12	43	0	0	0	0
Se	1	0	10	33.2	0	0	0	0

N	11	95	8	17
$\sum n \log_2 n$	23.51	329.65	16	43.97
I	2.131	3.47	2.0	2.586
H	1.317	3.046	1.0	1.495
G	0.618	0.878	0.5	0.578

Качество вод р. Вохчи, Арцваник и Гехи комплексно оценено также с помощью других индексов качества воды: ИЗВ, КИКВ и УКИКВ (см.таблица 3)

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что ЭИК имеет прямолинейную зависимость с ИЗВ и УКИКВ и обратную зависимость с КИКВ.

$$\text{ЭИК} = (0.5627 \pm 0.0699) + (0.0324 \pm 0.0106) \cdot \text{ИЗВ}, R=0.77958, N=8$$

$$\text{ЭИК} = (0.1150 \pm 0.0870) + (0.2974 \pm 0.0421) \cdot \text{УКИКВ}, R=0.94485, N=8$$

$$\text{ЭИК} = (1.6553 \pm 0.1630) - (0.0130 \pm 0.0217) \cdot \text{КИКВ}, R=0.92602, N=8$$

Таблица 3. Индексы качества воды р. Вохчи, Арцваник и Гехи

Индекс	ЭИК	ИЗВ	КИКВ	УКИКВ
91	0.4	0.87	86.05	1.21
92	1	6.84	61.26	2.79
93	0.607	1.77	79.48	1.71
94	0.987	16.68	48.68	2.89
95	0.618	1.3	85.75	1.19
96	0.878	3.69	54.03	2.67
97	0.5	0.73	88.69	1.34
98	0.578	1	84.24	1.83

Заключение (Conclusion)

Таким образом впервые с помощью ЭИК оценено качество воды р. Вохчи, Арцваник и Гехи. Показано, что от источника до устья рек наблюдается увеличения величины энтропийного индекса, что свидетельствует о снижении качества воды рек с 1 до 2 класса загрязнения. Установлена корреляция между ЭИК с другими индексами качества воды.

Список используемых источников:

1. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества воды. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2005. 577 с.
2. Маргарян Л.А., Минасян С.Г., Пирумян Г.П. Сравнение канадского и удельно-комбинаторного индексов качества воды при оценке загрязненности р.Раздан. // Вода и экология: проблемы и решения. 2008. № 3. С. 57-64.
3. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. М.: Наука, 2005. 281 с.

4. Симонян А.Г., Пирумян Г.П. Энтропийный подход к оценке экологического состояния реки. Геология морей и океанов: Материалы XXI Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т.4. М.: ГЕОС, 2015. С. 196-199.
5. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: ИЛ, 1963. 830 с.
6. Эшби У. Введение в кибернетику. М., ИЛ, 1959. 432 с.
7. MacArthur R.M. Fluctuation of animal populations and measure of community stability // Ecology. 1955. Vol. 36. № 3. P. 533-536.
8. Margalef R. Information theory in ecology // Gen. Syst. 1958. Vol. 3. P. 36
9. Симонян Г.С. Оценка состояния гидроэкологических систем в свете синергической теории информации // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Экологическая безопасность и природопользование: наука, инновации, управление. Махачкала: АЛЕФ, 2013. С. 275-280.

References:

1. Nikanorov A.M. Scientific basis for water quality monitoring. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2005. 577 p.
2. Margaryan L.A., Minasyan S.G. Pirumyan G.P. Comparison of the Canadian and Specific Combinatorial indexes of water quality in the estimation of the river Razdan pollution density. Water and Ecology: Problems and resheniya. 2008. № 3. P. 57-64.
3. Shitikov V.K., Rosenberg G.S., Zinchenko T.D. Quantitative hydroecology: methods, criteria, decisions. M.: Nauka, 2005. 281 p.
4. Simonyan A.G., Pirumyan G.P. Entropy approach to evaluating the ecological state of the river. Geology of the oceans and seas: Proceedings of the XXI International scientific conference (School) on marine geology. Vol. 4. M.: GEOS, 2015. P. 196-199.
5. Shannon C. Works on information theory and cybernetics. M.: IL, 1963. 830 p.
6. Ashby W. Introduction to cybernetics. M.: IL, 1959. 432 p.
7. MacArthur R.M. Fluctuation of animal populations and measure of community stability. Ecology. 1955. Vol. 36. № 3. P. 533-536.
8. Margalef R. Information theory in ecology. Gen. Syst. 1958. Vol. 3. Pp. 36.
9. Simonyan G.S. Assessment of hydrogeological systems in the light of information theory synergistic. Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference. Environmental safety and Nature: Science, Innovation, upravlenie. Mahachkala: ALEPH, 2013. P. 275-280.

© 2015, Пирумян Г.П., Симонян А.Г.
Энтропийный подход к оценке экологического
состояния реки Вохчи

© 2015, Pirumyan G.P., Simonyan A.G.
Entropy approach to evaluating the ecological state of
the river Voghji

DOI: 10.17117/nv.2015.04.095

Поступила (Received): 06.12.2015

dubna@uni-dubna.ru

**Филин В.А., Дербасова Е.М., Муканов Р.В.,
Шевцова М.В., Олейникова М.А.
Анализ современных технологий
индивидуального домостроения**

**Filin V.A., Dergasova E.M., Mukanov R.V.,
Shevtsova M.V., Oleinikova M.A.
Analysis of modern technologies of individual housing**

В статье проанализирован отечественный и зарубежный опыт применения современных технологий индивидуального домостроения, их достоинства и недостатки. Представлена доля объектов малоэтажного строительства в общем Российском фонде жилых домов по состоянию на 2015 год. Показана возможность использования различных технологий и материалов для сельских жителей с ограниченным доходом. Приведена точка зрения ряда известных российских и зарубежных ученых, освещающих вопросы развития малоэтажного жилищного строительства, проектирования и оптимизации строительных конструкций, применения эффективных теплоизоляционных материалов, решения вопросов энергосбережения. Отмечено, что большая часть работ специалистов посвящена индустриальным методам возведения строительных конструкций, не учитываются специфические особенности возведения индивидуальных жилых домов в сельской местности, с использованием малой техники приобъектного базирования, не оценивается доступность такого жилища малообеспеченным слоям населения. В результате анализа научных работ был выявлен ряд проблем, одним из решений которых может стать технология ускоренного изготовления строительных конструкций на площадке возведения индивидуального дома с использованием формы приобъектного базирования (мини завод) для изготовления стеновых блоков. При реализации новой технологии, в дальнейшем, необходимо решить вопросы, связанные с особенностями реализации этапов тепловой обработки в специальных камерах (расход сырья и энергоресурсов, стоимость оборудования и т.д.)

Ключевые слова: индивидуальное домостроение, малый строительный блок

The article analyzes the domestic and foreign experience in the application of modern technologies of individual housing, their advantages and disadvantages. Shows the share of low-rise construction sites in the general fund of the Russian residential buildings as of 2015. The possibility of using a variety of technologies and materials for rural residents with limited income. Shows the point of view of a number of well-known Russian and foreign scientists, covering the development of low-rise housing construction, design and optimization of building structures, the use of efficient thermal insulation materials, addressing energy efficiency. It is noted that most of the work of specialists dedicated to industrial methods of construction of building structures, are not considered specific features of the construction of individual houses in rural areas, with the use of small technology-based on-site, not with the availability of such housing to low-income segments of the population. An analysis of scientific papers identified a number of problems, one of the solutions which can be accelerated manufacturing technology of building structures at the site of the construction of individual houses with on-site-based form (Minifactory) for the manufacture of building blocks. When implementing new technology in the future, it is necessary to solve the issues related to the peculiarities of the implementation stages of the heat treatment in special chambers (consumption of raw materials and energy, the cost of equipment, etc.)

Key words: individual housing construction, small building block

Филин Виктор Андреевич

Доктор технических наук, профессор
Международный университет природы, общества
и человека «Дубна»
г. Дубна, ул. Университетская, д. 19

Filin Viktor Andreevich

Doctor of Technical Sciences, Professor
International University of Nature, Society and
Man "Dubna"
Dubna, University st., 19

Дербасова Евгения Михайловна

Старший преподаватель
Астраханский инженерно-строительный
институт
г. Астрахань, ул. Татищева, д. 18

Dergasova Evgenia Mihailovna

Senior lecturer
Astrakhan Institute of Civil Engineering
Astrakhan, Tatishchev st., 18

Муканов Руслан Владимирович

Старший преподаватель
Астраханский инженерно-строительный
институт
г. Астрахань, ул. Татищева, д. 18

Mukanov Ruslan Vladimirovich

Senior lecturer
Astrakhan Institute of Civil Engineering
Astrakhan, Tatishchev st., 18

Шевцова Марина Викторовна

Магистрант
Астраханский инженерно-строительный
институт
г. Астрахань, ул. Татищева, д. 18

Shevtsova Marina Victorovna

Master
Astrakhan Institute of Civil Engineering
Astrakhan, Tatishchev st., 18

Олейникова Мария Андреевна

Магистрант
Астраханский инженерно-строительный
институт
г. Астрахань, ул. Татищева, д. 18

Oleinikova Maria Andreevna

Master
Astrakhan Institute of Civil Engineering
Astrakhan, Tatishchev st., 18

В настоящее время, помимо строительства жилья государственными и частными компаниями, широкое распространение получило индивидуальное домостроение, чаще всего оно распространено в пригородных и сельских местностях. Анализ зарубежного опыта малоэтажного индивидуального строительства показывает, что такие дома пользуются наибольшей популярностью у жителей северной и центральной части Европы и Америки. Так, в США, жилье эконом-класса по состоянию на 2015 составляло около 90% всего жилищного фонда страны, с ежегодным неослабевающим темпом его строительства (около 2 млн. жилых домов), при этом основное применение находят каркасно-панельное и модульное домостроение. Большинство объектов эконом-класса возводятся с использованием деревянных конструкций и изделий на их основе в заводских условиях. При средней заработной плате жителей США в 36,2 тыс. долларов, средняя стоимость 1 кв.м. составляет 1500 долларов, что говорит о его значительной дешевизне.

Такая же тенденция преобладающего малоэтажного жилья характерна и для других зарубежных стран Канады, Франции и др. Можно отметить ежегодно снижающиеся на 10% цены на такое жилье, а также тот факт, что стоимость строительства 1 кв.м малоэтажного жилья эконом-класса на одну семью на 10%-20% ниже, чем 1 кв.м многоэтажного многоквартирного жилья. Но не переменным условием возведения объектов малоэтажного строительства является их доступность для различных категорий населения, в том числе малообеспеченных.

В России, несмотря на ряд принятых программ по поддержке малоэтажного строительства, доля таких объектов в общем фонде жилых домов по состоянию на 2015 год составила 54%, ежегодно возводится около 65 млн.кв.м. При этом 3,5 млн кв.м (около 10%) из этого объема приходится на долю организованной малоэтажной застройки, а остальная застройка представлена индивидуальными домами.

Преобладающими регионами в сфере индивидуального жилищного строительства являются Южный и Центральный федеральные округа. В целом, для России характерны индустриальный и подрядный способы строительства малоэтажных жилых объектов, в последнее время популярность набирает хозяйственный способ возведения объектов (самострой) силами индивидуального домостроителя.

Вопросы строительства малоэтажного индивидуального жилья отражены в работах многих отечественных и зарубежных ученых, таких как А.Н. Асаул, Ю.Н. Казаков, Н.И. Пасяда, И.В. Денисова, А.И. Перич, Ю.М. Тихонов, В.А. Тихомиров, В.П. Покатаев, А.А. Токарев, О.М. Терентьев, С.М. Нанасова, А.А. Афанасьев, А.А. Плешивцев, Д.Д. Коротеев, В.М. Масютин, Г.Д. Макаридзе и другие специалисты [2-17].

Работы А. Н. Асаула, Ю. Н. Казакова, Н. И. Пасяда, И.В. Денисова [14] освещают вопросы развития малоэтажного жилищного строительства на территории России и за рубежом, проектирование отдельных жилых домов, в том числе в сельской местности, уделяя особое внимание проблемам энергосбережения в таких домах, достигающиеся, по их мнению, за счет оптимизации строительных конструкций здания и применению эффективных теплоизоляционных материалов. А.Н. Асаул в своих работах концентрируется на быстровозводимых и быстро разбираемых домах, используемых в зарубежной практике строительства малоэтажного жилья, а также рассматривает пути развития индивидуального жилищного строительства в сельских поселениях за счет использования залоговых кредитов. Однако, вопросы организации и технологии приобъектного изготовления строительных конструкций жилья эконом-класса для сельской местности ученые в своих работах не рассматривают.

Большое внимание в работах отечественных и зарубежных ученых уделяется методам проектирования и строительства малоэтажных жилых зданий с использованием индустриальных и неиндустриальных конструкций, современных конструктивных и отделочных материалов, рациональных технологий. Так исследованию вопросов возведения и проектирования жилых объектов с учетом природно-климатических условий посвящены работы В.П. Покатаева [13], а примеры архитектурных и объемно-планировочных решений, и особенности возведения фундаментов, стен, полов, крыш, перегородок индивидуального жилища подробно рассматривают Л.М. Агаянц, Н.В. Бочкарева, Ю.В. Рябченко, Л.П. Савина, С.М. Нанасова и Л.А. Мунчак [3,7,8]. При этом С.М. Нанасова, помимо основных конструктивных элементов здания, выделяет три типа малоэтажной застройки [8]:

– «городской» тип (таунхаусы) – высокоплотная застройка с минимальным придомовым земельным участком;

- «пригородный» (коттедж) – отдельно стоящий дом с участком до 0,15 Га;
- «сельский» – индивидуальный дом-усадебный с участком 0,3-1,5 Га и более.

Однако, следует отметить, что данные работы в большей степени посвящены индустриальным методам возведения строительных конструкций и не учитывают специфических особенностей возведения индивидуальных жилых домов в сельской местности, с использованием малой техники приобъектного базирования, не оценивается доступность такого жилища малообеспеченным слоям населения.

Авторы В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус [15] рассматривают вопросы возведения строительных конструкций различных зданий, подземных сооружений из материалов заводского изготовления. Авторами проанализированы способы монтажа зданий с кирпичными стенами, с применением деревянных конструкций, а также технологии возведения зданий из монолитного железобетона с использованием различных типов опалубок. В своих работах ученые не обходят вопросы энергосбережения и экологической направленности материалов, из которых изготавливаются строительные конструкции.

Вопросы уменьшения стоимости при возведении малоэтажного жилья, в том числе в сельских местностях, за счет внедрения альтернативных технологий отражены в работах А.И. Перича, Н.Н. Карасева, Ю.Н. Казакова и других ученых [9-12]. Так, предлагаемые А.И. Перичем конструктивные решения, за счет использования энергосберегающих ограждающих конструкций стен, а также эффективной планировки при застройке участка позволяют сократить расходы на монтаж дома на 20-30%, при этом стоимость 1 кв.м. составит 13-15 тыс.руб., однако подобная технология, ввиду своей сложности, также труднодоступна для сельских категорий жителей.

Ряд российских ученых с целью уменьшения стоимости индивидуального жилья рассматривают методы внезаводского изготовления строительных конструкций. Так Д.Д. Коротеев [5] доказывает, что производство строительных конструкций в полигонных условиях с применением альтернативных источников энергии, в частности солнечной, позволит достичь высокий процент энергосбережения. Ученым предложена модель оптимизации конструктивных параметров гелиотехнических устройств и временного режима производства железобетонных изделий, рассчитанная для возведения комплекса жилья на территории произошедших техногенных и природных катастроф. Еще один российский ученый, профессор Н.И. Подгорнов [12], предлагает изготавливать сборные железобетонные изделия путем комбинирования солнечной энергии и традиционных теплоносителей (пар, продукты сгорания газа, электроэнергия). Данная технология рассмотрена для условий сухого и жаркого климата при строительстве таких объектов, как аэродромные и дорожные покрытия, оросительные каналы, промышленные площадки, столбчатые фундаменты.

Совершенствование технологии и организации строительства быстровозводимых малоэтажных жилых зданий рассмотрены в работах А.А. Плешивцева и Г.Д. Макаридзе. Так, А.А. Плешивцев [11] в качестве основы разрабатываемой технологии применяет при строительстве наружных ограждающих конструкций здания сэндвич-панели и древесину, а Г.Д. Макаридзе [5] для тех же

целей предлагает использование многослойных стеновых конструкций на базе поризованного бетона. Однако данные виды материалов изготавливаются в условиях завода и предусматривают индустриальный метод сборки, который не под силу индивидуальному застройщику.

Традиционными для нашей страны технологиями возведения малоэтажных объектов являются каркасное домостроение (деревянное или металлическое), монолитное строительство из бетона или фибробетона и с использованием малых строительных блоков (пено-, газобетон, керамзитобетонные блоки, обыкновенный кирпич, камень).

В южных регионах нашей страны большая часть малоэтажных объектов возводилась с использованием камыша, который выступал в качестве заполнителя в пустотах ограждающих конструкций и перекрытий [2]. Данная технология подразумевает возведение объекта каркасным способом, с использованием натурального утеплителя из прессованных камышитовых блоков и ряда элементов, увеличивающих энергоэффективность малоэтажного жилья. Камышитовые блоки – один из популярных материалов среди сельских индивидуальных застройщиков, они легкие и экологически чистые, при намокании быстро высыхают и не теряет своих качеств.

Помимо вышеперечисленных традиционных технологий для сельского домостроения разрабатываются и совершенно новые, как например, компания «Талдом Профиль» совместно с ЦНИИПромзданий, ЦНИИПСК им. Мельникова, НИИ Строительной Физики, с учетом опыта иностранных строительных компаний, испытали и внедрили новую технологию строительства малоэтажных быстровозводимых зданий с использованием тонкостенных стальных профилей (технология ЛСТК – «Сталдом»). Разработанная технология включает в себя следующие системы: несущие стены с каркасом, внутренние перегородки, конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий, изготовленные из тонкостенного профиля и стропильные конструкции из оцинкованного профиля. Использование данной технологии имеет массу преимуществ, среди которых – снижение массы возводимых конструкций, сокращение потерь тепла через стены за счет удлинения пути холодного потока. К тому же сам процесс возведения объекта предусматривает меньшее количество отходов и сохраняется возможность разборки компонентов здания для их повторного использования.

Относительно новой для отечественной практики возведения малоэтажного жилья является технология производства самофиксирующихся стеновых строительных блоков. С помощью данной технологии можно возводить жилые дома в один-два этажа в сельских территориях, она не требует больших затрат, специальной подготовки и поэтому легкодоступна для малообеспеченной группы населения. Предлагаемая технология предусматривает строительство всех построек на усадебном участке. В зависимости от их назначения варьируется и конструкция блока для возведения стен: теплый применяется для жилого дома; полутеплый – для строений в которых содержится скот; холодный – для гаража или сарая.

Вопросам рационального использования современных строительных материалов и конструкций, а также методам производства строительных работ в

сельском индивидуальном домостроении уделял внимание автор многих книг и публикаций в области строительства В.М. Масютин [6]. Автор убежден, что индивидуальная постройка дома своими силами позволит не только сэкономить, но и оказаться более качественной. Им предложены основные типы и объемно-планировочные решения сельских усадебных домов, их внутренняя и наружная планировка, способы отделки. Однако, все мероприятия по обустройству и возведению индивидуального жилого дома, рассмотренные ученым, носят лишь рекомендательный характер, информация представлена на уровне сельского умельца. В работе не рассматривается метод организации работы и планировка дворового участка под строительную площадку при приобъектном базировании малого строительного оборудования для индивидуальной постройки малоэтажного жилого дома, не оценивается стоимость изготовления стеновых конструкций, а монтаж объекта осуществляется с применением технологий и материалов заводского изготовления.

Анализ вышеуказанной литературы показал, что решены многие важные задачи при проектировании и строительстве малоэтажных жилых объектов, таких как разработка и внедрение новых рациональных технологий и современных отечественных и зарубежных строительных материалов, что позволяет существенно снизить стоимость самого жилья, внедрить при строительстве различные энергоэффективные решения с использованием нетрадиционных источников энергии.

Однако несмотря на все положительные моменты остается ряд важнейших проблем, требующих своего решения. К ним относятся, в первую очередь:

- сохраняющаяся высокая стоимость малоэтажного индивидуального жилья и его труднодоступность малоимущим категориям населения, более всего сельским жителям с небольшим доходом.

- крайняя ограниченность информации о приобъектном изготовлении строительных конструкций с применением малой техники, об инженерно-техническом и методическом обеспечении организации строительных работ при возведении индивидуального дома;

- высокая сложность существующих технологий возведения малоэтажного жилья, требующая наличия квалифицированных кадров, соответственно их высокая оплата труда;

- высокая стоимость строительных материалов и установок для возведения жилых объектов, а также сложность их доставки на площадку возведения объекта.

В последнее время, для решения вопросов непосредственного изготовления строительных конструкций на площадке возведения индивидуального дома, многие предприятия стройиндустрии переходят на выпуск техники малой производительности и в то же время мобильного характера действия – так называемых мини-заводов. Отсутствие методических разработок по самостоятельному возведению жилых объектов, компенсируется разработкой производителями этой техники инструкций, паспортов и рекомендаций по использованию их оборудования (вибропрессов, бетономешалок, транспортеров, установок по производству строительных блоков и т.д.). В этих документах даются рекомендации по технологии производства работ на строительных площадках,

состав производственных и хозяйственных помещений, информация о производительности, составе строительных смесей и выпускаемой продукции.

При возведении стеновых конструкций индивидуального жилого дома застройщику необходимо решить вопросы, связанные с подбором наиболее эффективного режима изготовления стеновых изделий с использованием малой строительной техники, так как расходы на эту операцию составляют около 30-40% от всех затрат на строительство дома. От правильного выбора режима изготовления строительных блоков будет зависеть стоимость оборудования (малой техники), расход сырья и энергоресурсов, а соответственно и продолжительность самого строительства.

Выполненный анализ технологий малоэтажного жилищного строительства позволяет сделать обобщающий вывод, что задача разработки новой энерго-ресурсосберегающей технологии приобъектного изготовления малых стеновых конструкций с целью снижения стоимости и повышения доступности малоэтажных жилых объектов для малообеспеченной группы населения по-прежнему остается актуальной. Все более широко распространяющаяся практика использования малых строительных блоков при возведении малоэтажного жилья в совокупности с применением формы для приобъектного их изготовления, ставит вопрос осуществления технологии ускоренного твердения строительных изделий, по прочности, достаточной для возведения стеновых конструкций [1]. В этом случае необходимо отказаться от используемой в настоящее время технологии набора прочности в естественных условиях (при температуре окружающей среды), которая применяется в существующих моделях минизаводов и перейти на заводскую технологию тепловой обработки блоков в специальных камерах. Однако использование формы приобъектного базирования минизавода по изготовлению стеновых блоков накладывает определенные особенности реализации этапов тепловой обработки, которые требуют тщательной дальнейшей проработки.

Список используемых источников:

1. Ануфриев Д.П. Новые строительные материалы и изделия. Региональные особенности производства: монография. М.: Издательство АСВ, 2014. 200 с.
2. Дербасова Е.М., Муканов Р.В., Олейникова М.А. Энергоэффективные одноэтажные каркасные дома с теплоизоляцией из камышитовых блоков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2014. № 3 (9). 25-29 с.
3. Агаянц Л.М. Жилой дом для индивидуального застройщика. М.: Стройиздат. Москва, 1991. 208 с.
4. Коротеев Д.Д. Организационно-технологическое обеспечение производства железобетонных изделий в полигонных условиях с использованием солнечной энергии: автореферат диссертации. Москва, 2011. 22 с.
5. Макаридзе Г.Д. Совершенствование технологий возведения малоэтажных домов из сборно-монолитных конструкций с несъемной опалубкой. СПб.: СПбГАСУ, 2012. 314 с.
6. Масютин В.М. Современный усадебный дом. Пособие для индивидуального застройщика. М.: Росагропромиздат, 1990. 255 с.
7. Мунчак Л.А. Конструкции малоэтажных зданий. М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 464 с.
8. Нанасова С.М. Конструкции малоэтажных жилых домов. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. 126 с.
9. Перич А.И. Экономичные фундаменты малоэтажных зданий и усадебных домов. М.: ГУП ЦПП, 2002. 148 с.
10. Перич А.И. О проблеме строительства мобильных зданий из легких конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2006. №1. С.45-46.

11. Плешивец А.А. Организация ресурсосберегающего экологичного производства быстровозводимых малоэтажных жилых зданий: автореферат диссертации. Москва, 2012. 23 с.
12. Подгорнов Н.И. Методы термообработки сборного и монолитного железобетона с использованием солнечной энергии: автореферат диссертации. Москва, 2005. 48 с.
13. Покатаев В.П. Конструкция малоэтажных зданий (индивидуальных домов, коттеджей, дач). М.: Феникс, 2004. 224 с.
14. Асаул А.Н. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России: монография. СПб.: Гуманистика, 2005. 563 с.
15. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений. Москва: Высшая школа, 2002. 319 с.
16. Афанасьев А.А. Технология строительных процессов. М.: Высшая школа, 2000. 161 с.
17. Тихомиров В.А., Ласточкин С.Я. Малоэтажное здание из мелкоэлементных конструкций. СПб., 1996. 45 с.
18. Тихонов Ю.М., Коломеец И.В., Платонова Н.М. Концепция формирования поровой структуры аэрированных легких бетонов с использованием пористых заполнителей // Строительные материалы. СПб, 2000. С. 63-70.

References:

1. Anoufrieve D.P. New building materials and products. Regional features of the production: the monograph. M.: Publishing DIA, 2014. 200 p.
2. Derbasova E.M., Mukanov R.V., Oleynikov M.A. Energy efficient one-story frame houses with thermal insulation of reed blocks. Civil Engineering Herald Caspian: Scientific-technical magazine. Astrakhan Institute of Civil Engineering, 2014. № 3 (9). 25-29 p.
3. Agayants L.M. Residential building for individual developers M.: Stroyizdat, 1991. 208 p.
4. Koroteev D.D. Organizational and technological support for the production of concrete products in the field conditions using solar energy: abstract dissertation. Moscow, 2011. 22 p.
5. Makaridze G.D. Perfection of technologies of construction of low-rise buildings prefabricated monolithic structures with permanent shuttering. St. Petersburg.: Civil Engineering, 2012. 314 p.
6. Masyutin V.M. Modern manor house. The benefit for the individual developer. M.: Rosagropromizdat, 1990. 255 p.
7. Munchak L.A. Construction of low-rise buildings. M.: Course, SIC INFRA-M, 2016. 464 p.
8. Nanasova S.M. Construction of low-rise residential buildings. Moscow, 2005. 126 p.
9. Perich A.I. Economical foundations of low-rise buildings and manor houses. M.: SUE LAC, 2002. 148 p.
10. Perich A.I. On the problem of the construction of mobile buildings of lightweight construction. Industrial and civil construction. 2006. №1. P. 45-46.
11. Pleshivtsev A.A. Organization of production of resource-saving, environmentally friendly prefabricated low-rise residential buildings: abstract dissertation. Moscow, 2012. 23 p.
12. Podgorny N.I. Methods for the heat treatment of precast reinforced concrete and using solar energy: abstract dissertation. Moscow, 2005. 48 p.
13. Pokataev V.P. The construction of low-rise buildings (individual houses, cottages). M.: Phoenix, 2004. 224 p.
14. Asaul A.N. Theory and practice of low-rise housing construction in Russia: monograph. St. Petersburg.: "Gumanistika", 2005. 563 p.
15. Telichenko V.I. The technology of construction of buildings and structures: textbook for university students enrolled in the direction of preparing graduates "Construction". Moscow: Higher School, 2002. 319 p.
16. Afanasiev A.A. The technology of building processes. M.: Higher School, 2000. 161 p.
17. Tikhomirov V.A., Lastochkin S.J. Low-rise building with small elements designs. St. Petersburg., 1996. 45 p.
18. Tikhonov Y.M., Kolomeets, I.V., Platonov, N.M. The concept of the formation of the pore structure of the aerated lightweight concrete with porous aggregates. Building materials. St. Petersburg: Civil Engineering, 2000. P. 63-70.

DOI: 10.17117/nv.2015.04.103

Поступила (Received): 20.12.2015

sfedu@sfedu.ru

Червяков Г.Г., Осадчий Е.Н.
Шумовые параметры и модели HEMT
в микроволновых смесителях

Cherviakov G.G., Osadchiy E.N.
Noise parameters and models HEMT
in microwave mixers

Рассмотрены шумовые параметры смесителей на HEMT, работающих в активной области, которые можно разделить на три типа в зависимости от того, какой из элементов эквивалентной схемы вносит наибольший вклад в нелинейность преобразования. При работе HEMT вблизи напряжения отсечки (gate mixer) и основными нелинейными элементами являются крутизна g_m и емкость затвор-исток СЗИ. В случае работы HEMT вблизи точки перегиба ВАХ (drain mixer), основными нелинейностями являются сопротивление канала $R_{си}$ и емкости СЗС. И третий случай, когда преобразование частоты реализуется на нелинейности стоковой характеристики. Представлены результаты моделирования шумов в смесителях СВЧ на транзисторах с высокой подвижностью электронов (HEMT – High electron mobility transistor) при трех различных режимах работы: работе HEMT вблизи напряжения отсечки, в случае работы HEMT вблизи точки перегиба вольтамперной характеристики (ВАХ) и когда преобразование частоты реализуется на нелинейности стоковой характеристики. Получены эквивалентные шумовые схемы для каждого из режимов. Проведен сопоставительный анализ трех возможных режимов работы смесителя СВЧ на HEMT

Ключевые слова: моделирование шумов, микроволновый смеситель

Considered noise parameters for HEMT mixer, operating in an active region, which can be divided into three types depending on which of the equivalent circuit elements contributes most to the nonlinearity of conversion. When the HEMT near cut-off voltage (gate mixer) and major non-linear elements are transconductance G_m and the gate-source capacitance C_{gs} . In the case of HEMT near the inflection point of the CVC (drain mixer), the main non-linearities are channel resistance R_{ds} and capacity of C_{gd} . And the third case, when frequency conversion is realized in the non-linearity of the drain characteristics. Results of modeling of noise in microwave mixer on transistors with high electrons mobility of electrons (HEMT – High electron mobility transistor) are pre-sented at three various operating modes: to work HEMT near to pressure of cut-off, in case of work HEMT near to a point of an excess VAC (volt ampere characteristic) and when frequency transformation is realized on nonlinearity drain characteristics. Equivalent noise schemes for each of modes are received. The comparative analysis of three possible operating modes of the microwave mixer on HEMT is carried out

Key words: modeling of noise, microwave mixer

Червяков Георгий Георгиевич
Доктор технических наук, профессор
Южный федеральный университет
г. Таганрог, ул. Шевченко, 2

Cherviakov Georgy Georgievich
Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean
Southern Federal University
Taganrog, Shevchenko st., 2

Осадчий Евгений Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
Южный федеральный университет
г. Таганрог, ул. Шевченко, 2

Osadchiy Evgeny Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Southern Federal University
Taganrog, Shevchenko st., 2

Считается, что в НЕМТ транзисторах кроме источников теплового шума, создаваемых омическими сопротивлениями областей затвора, истока и стока, следует учитывать два источника шумового тока: в цепи затвора $\bar{i}_3^2$ и в цепи стока $\bar{i}_c^2$ [1]. Источник шума $\bar{i}_3^2$ обусловлен дробовыми шумами обратносмещенного перехода затвора НЕМТ транзистора. Источник $\bar{i}_c^2$ обусловлен тепловым шумом канала и зависит от проводимости канала и шум-фактора НЕМТ, учитывающего переменное сечение канала и частичную корреляцию шумов затвора и стока.

В смесителях на НЕМТ транзисторах обычно реализуются три принципиально разных режима работы [2]. Для анализа шумовых свойств НЕМТ транзистора используем физическую эквивалентную схему, изображенную на рис. 1 [2], где $C_{3и}$, $C_{3с}$, $C_{си}$ – электродинамические межэлектродные емкости транзисторной структуры; G_k – проводимость канала; $S\dot{U}_3$ – управляемый источник, моделирующий процесс переноса носителей тока от истока к стоку; r_c , r_u – сопротивления необедняемых частей канала со стороны стока и истока; r_3 – сопротивление металлизации затвора; L_3 , L_c , L_H – индуктивности выводов затвора, стока и истока.

Рис. 1. Физическая эквивалентная схема НЕМТ транзистора

Схема рис. 1 не учитывает емкостей корпуса НЕМТ. В последующих расчетах не будем учитывать также внутренние обратные связи в схеме транзистора через проходную емкость структуры $C_{3с}$ и через индуктивность общего вывода L_H . Будем также предполагать, что с помощью внешних подстроечных элементов во входной цепи созданы параллельные контуры, настроенные на частоты ω_1 и ω_2 , а в выходной цепи контур, настроенный на частоту ω_H .

Так как в первом режиме смеситель на НЕМТ эквивалентен каскадному включению диодного смесителя на барьере Шотки и усилительного каскада на полевом транзисторе, эквивалентная шумовая схема имеет вид, показанный на рис. 2.

Рис.2. Эквивалентная шумовая схема для первого режима работы НЕМТ транзистора

На рис. 2 обведенная пунктиром часть схемы, полностью соответствует случаю диодного смесителя дополнена элементами:

– g_n – резонансная проводимость контура в цепи затвора, настроенного на промежуточную частоту (ПЧ), обусловленная сопротивлениями r_3 и r_n эквивалентной схемы НЕМТ;

$-g_{HT}$ – проводимость нагрузки в цепи стока;

– $\sqrt{\dot{I}_{\text{ш}}^2}$ – источник теплового шума, создаваемого сопротивлениями r , и $r_{\text{и}}$:

- U - суммарное напряжение шумов смесителя на затворе НЕМТ;

- SU - шумовой источник тока на выходе НЕМТ, моделирующий процесс усиления шумов в транзисторе;

– $\sqrt{i_c^2}$ – источник шума на выходе транзистора, отображающий тепловой шум канала;

– $\sqrt{i_H^2}$ – источник теплового шума, создаваемого нагрузкой g_{HT} на выходе НЕМТ.

Если шумы канала и нагрузки пересчитать к затвору транзистора эквивалентная шумовая схема рис.2 приобретает вид (рис. 3) где:

$\overline{i_{\text{ш}}^2}$ – тепловые шумы, создаваемые проводимостью канала, нагрузкой и сопротивлениями $r_3, r_{\text{и}}$, пересчитанные к затвору транзистора.

Рис.3. Эквивалентная шумовая схема HEMT транзистора при пересчете шумов канала и нагрузки

Коэффициент шума при этом определяется выражением

$$F = 1 + n_1 \{ g_{CH} + (1 + m + g_{CH})^2 m^{-2} [1 - m^2 (1 + 2g_{CH})(1 + g_{CH})^{-2} + g_0^{-1} (g_n + (F_s G_K + g_{HT}) M_u^{-2}) \}, \quad (1)$$

которое отличается от случая диодных смесителей дополнительным членом $g_0^{-1}(g_n + (F_s G_k + g_{HT})M_u^{-2})$, характеризующим шумы сопротивлений потерь контуров ПЧ в цепях затвора и стока и шумы канала транзистора.

Анализируя (1) видно, что при учете потерь в выходном контуре смесителя и проводимости нагрузки коэффициент шума смесителя на НЕМТ будет меньше коэффициента шума диодного смесителя, использующего переход затвора, если выполняется условие $G_{нд} > (G_k + g_{HT}) / M_u^2$, где $g_{нд}$ – проводимость нагрузки диодного смесителя [3]. Последнее условие может выполняться в смесителе на НЕМТ даже при $g_{нд} \ll g_{HT}$. Из этого следует, что в смесителе на НЕМТ возможно некоторое увеличение отношения сигнал/шум (с/ш) за счет уменьшения влияния шумов нагрузки в цепи стока в общем фоне шумов.

В смесителе на НЕМТ с преобразованием частоты в канале транзистора (второй режим работы) процесс преобразования становится невзаимным. В этом режиме переход затвора работает в режиме прямого детектирования с выделением огибающей МП. При этом на затворе действует малое напряжение с частотой ω_1 и большое напряжение с частотой гетеродина ω_2 .

Эквивалентная шумовая схема смесителя с преобразованием частоты в канале имеет вид рис. 3 и коэффициент шума определяется формулой:

$$F = 1 + 2I_s / I_{01} + 2\varphi_T / I_{01} \left[g_c (F_s G_k + g_n + g_n)^3 / S_1^2 \right]. \quad (2)$$

Рис.3. Эквивалентная шумовая схема смесителя с преобразованием частоты в канале

Из (2) следует, что коэффициент шума уменьшается с ростом постоянной составляющей тока затвора I_{01} (за счет возрастания доли дробовых шумов генерации носителей тока в переходе затвора в общем шуме смесителя) и крутизны преобразования S_i . Для уменьшения коэффициента шума необходимо также уменьшать потери в контурах сигнала g_c и промежуточной частоты g_n .

Смеситель с преобразованием частоты на нелинейности стоковой характеристики НЕМТ (третий режим работы), когда напряжение гетеродина подается в цепь стока (в отличие от первых двух режимов, когда оно подавалось в цепь затвора), эквивалентен каскадному включению прямого детектора на транзисторе, выделяющего и усиливающего полезный сигнал и смесителя на двухполюсной нелинейной проводимости [4].

Специфика проводимости канала, при этом режиме, состоит в том, что при отсутствии постоянного напряжения на стоке ($U_0 = 0$) амплитуды всех нечетных гармоник равны нулю, т.е. преобразование частоты происходит на четных гармониках гетеродина.

Эквивалентная схема такого преобразователя для сигнала имеет вид рис. 4.

Рис. 4. Эквивалентная шумовая схема смесителя с преобразованием частоты на нелинейности стоковой характеристики НЕМТ

Эквивалентная шумовая схема смесителя при пересчете шумов из цепи затвора в цепь стока показана на рис. 5, где $i_{T2} = 4kTg_0\Delta f$ – тепловой шум проводимости канала, усредненный по периоду гетеродина [80].

Рис. 5. Эквивалентная шумовая схема смесителя при пересчете шумов из цепи затвора в цепь стока

Коэффициент шума смесителя при этом определяется выражением

$$F = \bar{i}_{шкз}^2 / \bar{i}_{usc}^2 = 1 + 2I_s / I_{01} + 2\varphi_m g_0 / I_{01} \left\{ g_{cu} + g_{cu} \left[g_{nn} + (1 + m_2)^2 (1 - m_2^2) / m_2^2 \right] / S_n^2 \right\}. \quad (3).$$

Из анализа формулы (3) следует, что для уменьшения коэффициента шума смесителя необходимо уменьшать потери в контурах g_{cu} и g_{nn} (включая уменьшение проводимости нагрузки по промежуточной частоте) и стремиться к выполнению условий $m_2 \rightarrow 1$ и $I_{01} \gg I_s$. Влияние шумов преобразователя и нагрузки в этом смесителе ослаблено за счет внутреннего усиления НЕМТ, возрастающего с ростом крутизны (S).

Список используемых источников:

1. Ван-дер-Зил А. Шум. Описание, источники, измерение. М., Связь, 1973.
2. Червяков Г.Г. Избирательный фотоприем. Элементы, параметры, характеристики. Монография. Таганрог: ТРТУ, 1999, 186 с.
3. Шварц Н.З. Усилители СВЧ на полевых транзисторах. М.: Радио и связь, 1987, 200 с.
4. Rattay B., Hubner M., Teyssier J.P., Quere P. Accurate HEMT modeling for non-linear simulation. Proc. 22 EuMC. 1992. P. 1201-1205.

References:

1. Van der Zyl A. *Noise. Description, sources of measurement*. M., Communication, 1973.
2. Chervyakov G.G. *Electoral photodetectors. Elements, parameters, characteristics*. Monograph. Taganrog, TRTU, 1999, 186 p.
3. Schwarz N.Z. *Microwave Amplifiers FET*. M.: Radio and Communications, 1987. 200 p.
4. Rattay B., Hubner M., Teyssier J.P., Quere P. *Accurate HEMT modeling for non-linear simulation*. Proc. 22 EuMC. 1992. P. 1201-1205.

© 2015, Червяков Г.Г., Осадчий Е.Н.
Шумовые параметры и модели HEMT в
микроволновых смесителях

© 2015, Cherviakov G.G., Osadchiy E.N.
Noise parameters and models HEMT in microwave
mixers

DOI: 10.17117/nv.2015.04.109

Поступила (Received): 21.11.2015

igil@hydro.ru

Ахметов Д.Г., Ахметов Т.Д. Закрученное течение в вихревой камере

Akhmetov D.G., Akhmetov T.D.
Swirl flow in vortex chamber

Экспериментально исследовано поле скорости течения в вихревой камере путем измерений движения взвешенных в жидкости частиц. Показано, что закрученное течение в камере является вращательно симметричным. По измерениям осевой компоненты скорости впервые построена полная картина линий тока этого течения в осевом сечении камеры. Показано, что при входе в камеру поток жидкости закручивается и распространяется в осевом направлении вдоль стенки камеры в виде тонких кольцевых струй в обе стороны от входного канала. Эти струи вблизи торцевых крышек камеры преобразуются в торцевые пограничные слои, вдоль которых практически весь поток жидкости притекает к оси камеры. Из торцевого пограничного слоя на закрытой крышке камеры образуется твердоотельно вращающаяся осевая струя, вытекающая из камеры через центральное отверстие на другой крышке камеры. Показано, что осевая струя, которую можно назвать завихренным ядром течения, на основной длине камеры не смешивается с окружающим потоком. Установлено, что между кольцевыми пристенными струями и осевой струей существует широкая зона, где течение жидкости противоположно направлению течения в пристенных струях

Ключевые слова: вихревая камера, поле скорости, структура течения

Ахметов Дарвин Газизович

Доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева
Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15

Velocity field of the flow in a vortex chamber was experimentally studied by measuring the motion of fluidborne tracer particles. It is shown that the swirled flow in the chamber is axially symmetric. From the measured axial component of the flow velocity a full structure of flow stream-lines of this flow in the axial cross-section of the chamber was constructed for the first time. It is shown that the flow of the fluid entering the chamber swirls and propagates in the axial direction along the chamber wall in the form of thin annular jets to both sides from the entrance channel. Near the end walls of the chamber these jets transform into the end boundary layers along which almost all fluid flows to the chamber axis. From the boundary layer at the closed end plate a solid-body rotating axial jet is formed which flows out of the chamber through a central hole in the opposite end-plate. It is shown that the axial jet, which can be called a swirled core of the flow, is not mixing with the ambient flow on the main length of the chamber. It is found that between the near-wall jets and the axial jet there is a broad zone where the fluid flow is opposite to the flow direction in the near-wall jets

Key words: vortex chamber, velocity field, flow structure

Akhmetov Darvin Gazizovich

Doctor of Physico-mathematical Sciences,
senior Researcher

Lavrentyev institute of hydrodynamics
Novosibirsk, Lavrentyev ave., 15

Ахметов Тимур Дарвинович

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, пр. Лаврентьева, 11

Akhmetov Timur Darvinovich

Candidate of Physico-mathematical Sciences,
senior Researcher
Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian
Branch Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Lavrentyev ave., 11

Введение (Introduction)

Вихревая камера представляет собой отрезок трубы, один конец которой закрыт, а другой заканчивается крышкой с отверстием на оси трубы. В камеру жидкость подается по касательной к поперечному сечению камеры через тонкий щелевой канал на боковой поверхности трубы и при входе в трубу закручивается вокруг ее оси и вытекает через центральное отверстие на крышке камеры. Стационарное вращательно симметричное течение в вихревой камере обычно рассматривается в цилиндрической системе координат с тремя компонентами скорости азимутальной, осевой и радиальной. Закрученное течение в вихревой камере имеет множество технических приложений, в частности, используется для сепарации жидких сред, например, для удаления воды при нефтедобыче, для очистки воздуха от пылевидных примесей, а вытекающая из вихревой камеры в воздушную среду закрученная струя является основным средством распыления топлива в камерах сгорания турбореактивных и ракетных двигателей. В связи с этим исследованию течения в вихревой камере посвящено большое число теоретических и экспериментальных работ, важнейшие результаты этих работ изложены в ряде монографий [1–4]. Теоретическое моделирование течения во всем объеме вихревой камеры затруднено из-за его сложной структуры, поэтому для определения картины течения в вихревой камере пользуются преимущественно экспериментальными измерениями поля скорости. Однако закрученность потока осложняет и экспериментальные измерения поля скорости течения. Возможности применения зондовых методов измерения скорости в закрученных потоках ограничены из-за искажения течения вводимыми в него датчиками даже миниатюрных размеров. Поэтому для определения картины течения закрученных потоков пользуются преимущественно оптическими методами измерения скорости, основанными на измерении смещений взвешенных в потоке микроскопических маркерных частиц в течение определенного времени (например, лазерной доплеровской анемометрией или PIV (particle image velocimetry) способом по изображениям частиц). В результате предшествующих исследований достаточно подробно изучено вращательное движение жидкости в вихревой камере и установлено, что в основном объеме вихревой камеры азимутальная компонента скорости в основном объеме вихревой камеры вращательное движение является доминирующим, а две другие проекции скорости – осевая и радиальная малы. Измерения доминирующей азимутальной компоненты скорости особых проблем не вызывает. Однако определение на фоне доминирующей азимутальной компоненты скорости малых компонент скорости, которыми в сущности и определяется картина течения в осевой плоскости камеры, является более сложной задачей, так как смещения частиц по радиусу и вдоль оси камеры оказываются недостаточными,

чтобы их можно было корректно измерить за время движения частиц в направлении доминирующей проекции скорости через достаточно малую области измерений. Поэтому в настоящее время существуют лишь результаты измерений распределения осевой проекции скорости в приосевой зоне вихревой камеры, где ее величина достаточно велика, существуют также результаты измерений распределения радиальной проекции скорости вблизи торцевых крышек камеры, где из-за трения вращательная скорость уменьшается до нуля, а радиальный градиент давления вызывает интенсивное течение, направленное к оси в виде тонких торцевых пограничных слоев [5–8]. Эти фрагментарные данные измерений малых проекций скорости лишь в отдельных зонах камеры или в случайно выбранных сечениях камеры пока не дают достаточно полного и ясного представления о структуре течения во всем объеме вихревой камеры.

Материалы и методы (Materials and Methods)

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования течения в вихревой камере по измерениям распределений азимутальной и осевой проекций скорости практически во всем объеме камеры. Проекция скорости течения в вихревой камере определялись по фотографиям треков взвешенных в потоке маркерных частиц. Треки частиц регистрировались в виде прерывистых линий, получаемых при периодическом освещении течения. Принцип определения скорости частиц таким способом очевиден, разновидность этого способа ранее использована, в частности, для определения поля скорости в вязком подслое турбулентного пограничного слоя [9].

Рис. 1. Экспериментальная установка

В настоящей работе треки частиц фотографировались в течение времени, необходимого для углового перемещения частиц вокруг оси камеры приблизительно на 180° . За это время частицы успевают переместиться в осевом направлении на вполне измеримое расстояние, по которому можно определить осевую проекцию скорости. Исследования проводились с помощью экспериментальной установки, схема которой показана на рис. 1 в двух проекциях.

Вихревая камера 1 представляет собой тонкостенный (с толщиной стенки 1 мм) круговой цилиндр с внутренним радиусом $R = 25$ мм и длиной $L = 138$ мм, изготовленный из органического стекла. Нижний торец цилиндра закрыт сплошной прозрачной крышкой, а верхний торец закрыт крышкой с центральным отверстием радиуса 7 мм и длиной 22 мм для выхода жидкости из камеры. Опыты проводились в воде. Закрученное течение в камере возникает при подаче жидкости (воды) в камеру из бака 2 через входной щелевой канал 3 прямоугольного сечения по касательной к поперечному сечению камеры. Щелевой канал толщиной 3 мм в радиальном направлении и шириной 20 мм в осевом направлении расположен на участке от 18 до 38 мм от нижнего торца камеры. Жидкость (вода) вытекает из камеры в расширительную емкость 4 и удаляется из бака по трубке 5. Расход жидкости q через камеру определяется по объему жидкости, вытекающей за определенное время, и во всех опытах был равен $q = 62,5 \pm 3,0$ см³/с. По расходу q и площади поперечного сечения входного щелевого канала, равной 0,6 см², определялась скорость V входа жидкости в камеру $V \approx 1,04$ м/с. Параметрами, определяющими течение, являются число Рейнольдса втекающего в камеру потока $Re = VR/\nu \approx 2,6 \cdot 10^6$ и безразмерная длина камеры $\lambda = L/R = 5,5$, где ν – кинематический коэффициент вязкости. В качестве маркерных частиц для определения поля скорости течения использовались сферические частицы полистирола с диаметрами от 0,2 до 0,5 мм, плотность которых не отличалась от плотности воды более чем на 5%. Можно ожидать, частицы с плотностью, равной плотности жидкости, будут двигаться со скоростью потока в окрестности частиц, и скорости частиц можно принять за скорость потока. Небольшие порции водной суспензии частиц вводились во втекающий в камеру поток медицинским шприцем через отверстие 6 на рис. 1. Треки частиц фотографировались через боковую стенку камеры. Чтобы исключить искажения изображений треков частиц, обусловленные цилиндрической формой камеры вихревая камера установлена внутри заполненного водой призматического сосуда 7 с прозрачными плоскими стенками. Внутренний объем камеры освещался через ее нижнюю прозрачную крышку параллельным пучком света, формируемым точечной лампой 8, линзой 9 и зеркалом 10. Этот пучок света периодически прерывался вращающимся дисковым obtюратором 11 с фиксированной частотой в диапазоне 260 ÷ 325 Гц, благодаря чему треки частиц регистрировались в виде прерывистых линий (при экспозиции $\sim 0,4$ с.) фотокамерой 12 (Sony «α 100», фотоматрица 3872×2592 пикселей). Чтобы исключить возможность наложения изображений треков частиц из-за вращения частиц вокруг оси камеры, световой пучок освещал лишь ближнюю к фотоаппарату половину объема камеры, благодаря чему треки частиц регистрировались только во время их азимутального движения в ближайшей к фотокамере половине

вихревой камеры. По трекам частиц определялись их осевые и азимутальные перемещения. Для определения радиальных координат частиц применялась дополнительная система освещения. Осевая плоскость раздела освещенной и затемненной половин вихревой камеры выделялась плоским лучом 13 толщиной ~ 1 мм зеленого цвета, получаемым с помощью лазера 14 и цилиндрической линзы 15 (см. рис. 1). При каждом обороте вокруг оси камеры частицы дважды пересекают плоскость лазерного луча, поэтому точки пересечения регистрируются на фотоснимке в виде хорошо выделяющихся зеленых точек, что позволяет определить радиальные координаты точки входа частицы в освещенную половину камеры и точки выхода из этой половины. Один из фотоснимков с треками частиц показан на рис. 2.

Рис. 2. Фото треков частиц.

Видно, что за время движения в освещенной прерывистым светом половине камеры частицы смещаются в осевом направлении на вполне измеримые расстояния, что позволяет определить осевую компоненту скорости. Принцип определения координат и скорости одной из частиц по ее треку пояснен на рис. 3, где двойные стрелки указывают направление движения частицы, буква R – радиус камеры.

Рис. 3. Принцип обработки трека

Неосвещенная половина поперечного сечения камеры заштрихована, частицы из этой половины камеры не регистрируются на фотоснимке. Точка входа частицы в освещенную зону камеры с радиусом r_1 и точка выхода частицы из этой зоны с радиусом r_2 отмечены на рис. 3 кружочками. Полученные фотографии вводились в компьютер и обрабатывались с помощью программы «Corel Draw». При обработке (измерении координат) трека частицы по фотографиям выделялась наиболее прямая средняя часть прерывистого трека частицы, и измерялись начальная и конечная координаты z_1 и z_2 этой части в осевом направлении, координаты x_1 и x_2 , а также число периодов штрихов n между этими точками. Штриховой характер треков частиц, обусловленный периодичностью освещения области течения, позволяет определить время движения частицы t на выделенном участке ее траектории по частоте вращения обтюратора 11 на рис.1. По этим данным определяются средние значения координат частицы $\tilde{z} = (z_1 + z_2)/2$, $\tilde{r} = (r_1 + r_2)/2$ и осевая компонента скорости $w = (z_2 - z_1)/t$. Принцип определения азимутального перемещения частицы по измеренным значениям x_1 , x_2 , $\tilde{r}$ также показан на рис. 3. Сначала определяются углы $\varphi_1 = \arcsin|x_1/\tilde{r}|$ и $\varphi_2 = \arcsin|x_2/\tilde{r}|$, и длины дуг $s_1 = \tilde{r}\varphi_1$ и $s_2 = \tilde{r}\varphi_2$ траектории частицы на участках углов φ_1 и φ_2 . По этим данным определяется азимутальная компонента скорости $u = (s_1 + s_2)/t$. Согласно представленной методике точность измерения проекций скорости каждой частицы определяется в основном погрешностью измерения координат треков частиц, так как ошибки измерения частоты прерывания света f пренебрежимо малы. При определении координат треков частиц с точностью $\pm 0,2$ мм ошибки определения скорости отдельной частицы составляют $\pm 0,05$ м/с. Радиальная компонента скорости по данной схеме измерений не определяется.

Из описания методики измерений следует, что на фотоснимках регистрируются треки частиц, появляющихся в случайных точках камеры. Поэтому для определения поля скорости течения требуется анализ треков весьма большого числа частиц, достаточно равномерно и плотно распределенных в исследуемом течении. В данной работе проанализированы треки порядка тысячи частиц. Чтобы построить радиальные распределения проекций скорости при фиксированных значениях осевой координаты вся исследуемая осевая плоскость разбивалась с шагом 2 мм на перпендикулярные оси слои толщиной 4 мм, и осевые координаты всех точек, попавших в каждый слой, принимались равными осевой координате этого слоя. По этим данным построены распределения проекций скорости по радиальной координате при фиксированных значениях осевой координаты z , изменяющейся с шагом 2 мм от 4 до 134 мм, т.е. практически на всей плоскости осевого сечения камеры.

Результаты (Results)

Результаты измерений азимутальной компоненты скорости u , полученные при всех указанных выше значениях осевой координаты z , отстоящих на

расстоянии 2-мм от торцевых крышек камеры, представлены на рис. 4 в зависимости от радиальной координаты r . Как видно, экспериментальные точки располагаются, в основном, в виде единой не расслаивающейся кривой, откуда следует, что азимутальная компонента скорости в основном объеме вихревой камеры практически не зависит от осевой координаты. Такой результат согласуется с данными работы [7], полученными по измерениям окружной проекции скорости с помощью лазерного доплеровского анемометра. Причина выбросов экспериментальных точек вблизи стенки камеры при $20 \leq r \leq 24$ не выяснена. Экспериментальная кривая на рис. 4, продолжена штриховой линией до оси вращения $r = 0$, где окружная компонента скорости равна нулю.

Рис. 4. Распределение азимутальной компоненты скорости

На этом линейном участке зависимости окружной скорости u от радиальной координаты жидкость вращается практически как твердое тело. Из рис. 4 следует, что завихренность в вихревой камере сосредоточена в тонкой приосевой области, которая называется ядром вихря, а с удалением от ядра завихренность быстро убывает. Положение максимума окружной скорости можно принять за радиус ядра вихря. Течения такого рода, в которых завихренность локализована в тонких трубкообразных областях пространства, называются концентрированными вихрями. Наиболее яркими примерами концентрированных вихрей являются интенсивные атмосферные вихри. Таким образом, течение в вихревой камере можно рассматривать как простейшую экспериментальную модель атмосферных вихрей.

Основное внимание в работе уделено измерению осевой компоненты скорости w , поскольку по полю осевой компоненты скорости вращательно симметричного течения можно определить функцию тока ψ и построить картину линий тока в осевой плоскости течения. Характер зависимости осевой компоненты скорости w от радиальной координаты r в двух разных сечениях камеры – выше и ниже входного щелевого канала показан на рис 5.

Рис. 5. Распределение осевой компоненты скорости

Разброс точек на рисунке возможно связан с тем, что распределения скорости построены, как указано выше, не по измерениям скорости при одном фиксированном значении осевой координаты, а по совокупности измерений в слое толщиной 4 мм в осевом направлении. Распределение осевой компоненты скорости вращательно симметричного течения позволяет ввести функцию тока и построить картину линий тока течения. При этом необходимо убедиться, что вращательная компонента скорости исследуемого течения не зависит от азимутальной координаты. С этой целью построены зависимости азимутальной координаты нескольких частиц в разных частях камеры от времени и установлено, азимутальное движение частиц линейно зависит от времени. Следовательно, азимутальная компонента скорости, не зависит от времени и от азимутальной координаты. Таким образом, течение в вихревой камере является вращательно симметричным, несмотря на то, что жидкость втекает в вихревую камеру через один единственный щелевой канал. Таким образом, усложнение экспериментальных установок путем ввода жидкости в вихревую камеру через множество тангенциальных каналов, равномерно расположенных по поперечному сечению камеры, с целью добиться вращательной симметрии течения можно считать излишним. Уравнение неразрывности для вращательно симметричного течения записывается в виде $\partial(rv)/\partial r + \partial(rw)/\partial z = 0$, и можно ввести функцию тока ψ , связанную с осевой w и радиальной v компонентами скорости соотношениями $rw = \partial\psi/\partial r$, $rv = \partial\psi/\partial z$. В данном случае распределение функции тока рассчитывалась по измеренному полю осевой компоненты скорости w интегрированием $\psi(z, r) = \int_0^r w(z, r) r dr$.

Картина линий тока течения в вихревой камере, представляющая собой линии равного уровня ψ , представлена на рис. 6.

Рис. 6. Картина линий тока

Геометрические размеры на рис.6 даны в миллиметрах. На стенке камеры справа (при $r = R$, $18 \leq z \leq 38$ мм) обозначено положение щелевого канала, через который жидкость втекает в камеру. На верхней торцевой крышке камеры (при $z = 138$ мм) показано также осевое отверстие для выхода жидкости. Линии тока построены с шагом $\Delta\psi = 0,1 \cdot q/2\pi$, где q – расход жидкости через вихревую камеру, то есть промежутки между соседними линиями тока соответствуют десятой части полного расхода жидкости через камеру. Следовательно, по числу линий тока можно оценить расход жидкости в той или иной зоне вихревой камеры. Жирными линиями на рис. 6 соединены точки, в которых осевая компонента скорости равна нулю. Стрелками указаны направления течения жидкости.

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Из картины линий тока следует, что часть втекающей в камеру жидкости сразу после входа в камеру устремляется, растекаясь тонким кольцевым слоем по стенке камеры, вниз к ее закрытому торцу. Этот поток, достигнув дна камеры, направляется в виде пограничного слоя на торцевой поверхности камеры к оси камеры, где преобразуется в твердотельно вращающуюся осевую струю, текущую в ядре вихря вверх к выходному отверстию. Другая часть втекающей жидкости после входа в камеру течет более широкой кольцевой струей вдоль

стенки камеры к верхнему торцу камеры и затем также направляется к выходному отверстию камеры. По числу линий тока можно оценить, что примерно половина расхода жидкости входит в осевую струю через торцевой пограничный слой на нижней крышке камеры, а вторая половина расхода – из пристенной струи над входной щелью вдоль верхней крышки камеры. Эти выводы согласуются с результатами работ [7,8]. В работе [7] измерениями профиля радиальной компоненты скорости в торцевом пограничном слое показано, что до 45% общего расхода жидкости через вихревую камеру составляет расход через пограничный слой на торцевой крышке с отверстием.

Из рис. 6 следует, что линии тока в осевой струе (то есть в ядре вихря) практически прямолинейны и параллельны оси камеры. Это означает, что в ядре вихря нет заметных радиальных движений и перемешивания жидкости. Отсутствие перемешивания жидкости в ядре с окружающим потоком может быть объяснено действием сил Кориолиса. Как показано Праудменом [10, стр. 682], во вращающейся как твердое тело жидкости медленные установившиеся движения должны быть двумерными, не зависящими от осевой координаты. Об этом свидетельствует и представленная на рис. 7 визуализированная картина ядра вихря.

Рис. 7. Визуализация вихревого ядра

Течение визуализировалось обезжиренным молоком, вводимым в камеру через тонкое отверстие 6 на рис. 1. Поперечные затемнения на рисунке – проявление следов механической обработки прозрачной стенки вихревой камеры. Как видно по рис. 7 окрашенное ядро вихря имеет резкие границы, что свидетельствует об отсутствии заметной конвективной диффузии жидкости из ядра. Следовательно, ядро вихря представляет собой твердотельно вращающуюся осевую струю, практически не смешивающуюся с окружающей жидкостью. Отсутствие конвективной диффузии вещества из ядер концентрированных вихрей можно считать универсальным эффектом. В работах [11,12] экспериментально показано, что красящие вещества, вводимые для визуализации течения

в ядра различных концентрированных вихрей, сохраняются в ядре без заметной диффузии в течение длительного времени, в то время как из внешней не завихренной области потока краска быстро вымывается течением. Такое явление названо авторами [11,12] подавлением турбулентности в ядрах концентрированных вихрей.

Из картины линий тока следует также, что выше входного щелевого канала (при $z > 38$ мм) между ядром вихря и пристенной кольцевой струей существует широкая область (при $0,3 \leq r/R \leq 0,7$), где жидкость течет в обратном направлении к закрытому торцу камеры. Обратное течение неоднородно, на извилистой вертикальной границе этой области с пристенной струей наблюдается вытянутая в осевом направлении цепочка замкнутых линий тока. Ясно, что области с замкнутыми линиями тока представляют собой поперечные сечения тороидальных вихрей, охватывающих ось камеры. Малая плотность линий тока в зоне обратного течения и в поперечных сечениях тороидальных вихрей означает, что скорость обратного течения и интенсивности вихрей не очень велики. Однако тороидальные вихри играют основную роль в формировании обратного осевого течения. Как видно, жидкость притекает в область обратного течения вдоль замкнутых линий тока из пристенной струи, а затем снова возвращается в пристенный поток, то есть механизмом возникновения обратного течения между пристенной струей и ядром вихря является перекачка жидкости из пристенной струи системой тороидальных вихрей. А причиной возникновения цепочки тороидальных вихрей можно считать распад внутренней свободной поверхности кольцевой пристенной струи на отдельные тороидальные вихри вследствие сдвиговой неустойчивости. Аналогичная картина наблюдается и ниже входного щелевого канала. Здесь втекающий поток распространяется в виде тонкой пристенной струи вниз к закрытому торцу камеры, и внутренняя поверхность этой струи также состоит из системы замкнутых линий тока, то есть тороидальных вихрей. Однако направление вращения этих вихрей противоположное, как и должно быть по описанному выше механизму для кольцевой струи, текущей в противоположном направлении. В соответствии с этим и течение между ядром вихря и нижней кольцевой пристенной струей в этом случае имеет противоположное с пристенной струей направление.

Впервые определена и представлена полная структура течения в вихревой камере. Показано, что основными структурными элементами течения в вихревой камере являются твердотельно вращающаяся осевая струя; пристенные кольцевые струи, направленные в осевом направлении в разные стороны от входного щелевого канала, и промежуточные между этими струйными потоками кольцевые области, где осевое движение жидкости противоположно направлению течения в пристенных струях. Показано, что внутренняя свободная поверхность каждой из кольцевых пристенных струй представляет собой систему тороидальных вихрей, циркуляция жидкости в которых является причиной возникновения кольцевых зон обратного течения между ядром вихря и пристенными струями. Важными элементами течения в вихревой камере являются торцевые пограничные слои, вдоль которых притекает к оси камеры практически весь расход жидкости.

Авторы выражают благодарность В.И. Якушеву за помощь при проведении экспериментов.

Список используемых источников:

1. Гупта А., Лилли Д., Сайред Р. Закрученные потоки. М.: Мир, 1987. 590 с.
2. Гольдштик М.А. Вихревые потоки. Новосибирск: Наука, 1981. 366 с.
3. Кутателадзе С.С., Волчков Э. П., Терехов В. И. Аэродинамика и тепломассообмен в ограниченных вихревых потоках. Новосибирск, 1987. 282 с.
4. Смутьский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. Новосибирск: Наука, 1992. 301 с.
5. Wormley D.N. An analytical model for the incompressible flow in short vortex chambers. Trans. ASME, ser. D, 1969. V. 91. №2. P. 264-276.
6. Kotas T.J. An experimental study of the three dimensional boundary layer on the end wall of a vortex chamber. Proc. R. Soc. Lond. A. 1976. Vol. 352. P. 169-187.
7. Багрянцев В.И., Волчков Э.П., Терехов В.И., Титков В.И., Томсон Я.Я. Исследование течения в вихревой камере лазерным доплеровским измерителем скорости. Новосибирск, 1980. (Препр. СО АН СССР. Ин-т теплофизики. № 55-80).
8. Волчков Э.П., Семенов В.И., Терехов В.И. Аэродинамика торцевого пограничного слоя в вихревой камере // ПМТФ. 1986. № 5. С. 117-126.
9. Орлов В.В., Хабахпашева Е.М., Перепелица Б.В., Михайлова Е.С. Исследование пристенной турбулентности методом стробоскопической визуализации. Новосибирск. 1968. (Препр. СО АН СССР. Ин-т. теплофизики).
10. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. М.: Мир, 1973.
11. Владимиров В.А., Тарасов В.Ф. Структура турбулентности вблизи ядра кольцевого вихря // ДАН СССР. Т. 245. № 6. 1979. С. 1325-1328.
12. Владимиров В.А., Луговцов Б.А., Тарасов В.Ф. Подавление турбулентности в ядрах концентрированных вихрей // ПМТФ. 1980. № 5. С. 69-76.

References:

1. Gupta A.K., Lilley D.G., Syred N. Swirl flows. Abacus Press. Tunbridge Wells, Kent. 1984. 475 p.
2. Goldshtik M.A. Vortex flows. Nauka, Novosibirsk. 1980. 366 p.
3. Kutateladze S.S., Volchkov E.P., Terekhov V.I. Aerodynamics, heat and mass transfer in confined vortex flows. Institute of Thermophysics, Novosibirsk. 1987. 272 p.
4. Smulsky I.I. The aerodynamics and processes in vortex chambers. Nauka, Novosibirsk. 1992. 301 p.
5. Wormley D.N. An analytical model for the incompressible flow in short vortex chambers. Trans. ASME, ser. D, 1969. V. 91. №2. P. 264-276.
6. Kotas T.J. An experimental study of the three dimensional boundary layer on the end wall of a vortex chamber. Proc. R. Soc. Lond. A. 1976. Vol. 352. P. 169-187.
7. Bagryantsev V.I., Volchkov E.P., Terekhov V.I., Titkov V.I., Tomsons Ya.Ya. Investigation of a flow in a vortex chamber by a Laser Doppler Velocimeter. Novosibirsk. 1980. Preprint of the Institute of Thermophysics, Sib. Br. USSR Acad. Sci., No.55-80.
8. Volchkov E.P., Semenov S.V., Terekhov V.I. Aerodynamics of end-wall boundary layer in a vortex chamber. J. Appl. Mech. Tech. Phys. 1986. V. 27(5). P. 740-748.
9. Orlov V.V., Khabakhpasheva E.M., Perepelitsa B.V., Mikhailova E.S. Investigation of near-wall turbulence using stroboscopic visualization. Novosibirsk. 1968. Preprint of the Institute of Thermophysics, Sib. Br. USSR Acad. Sci.
10. Batchelor G.K. An introduction to fluid mechanics. Cambridge University Press, Cambridge. 2000. 631 p.
11. Vladimirov V.A., Tarasov V.F. Structure of turbulence near the core of a vortex ring. Sov. Phys. Dokl. 1979. V. 24. P. 254-256.
12. Vladimirov V.A., Lugovtsov B.A., Tarasov V.F. Suppression of turbulence in the cores of concentrated vortices. J. Appl. Mech. Tech. Phys. 1980. V. 21(5). P. 632-637.

DOI: 10.17117/nv.2015.04.121

Поступила (Received): 12.12.2015

uaa@nnn.tstu.ru

Протасов Д.Н.
Анализ использования кредитно-инвестиционных
ресурсов промышленного предприятия при
различных условиях кредитования

Protasov D.N.
Analysis at using industrial enterprise credit and investment
resources in different crediting conditions

В статье рассматривается теория анализа и оценки модели, описывающей основные закономерности развития динамики, тенденции и стратегии развития предприятия. Многие теоретические проблемы моделирования динамики предприятия, экспресс-анализа их эффективности и целесообразности их реорганизации адекватно условиям быстро изменяющейся внешней турбулентной среды являются нерешёнными и нуждаются в углублённой проработке. Данное исследование направлено на решение проблемы оптимизации развития промышленных предприятий, функционирующих в стационарных условиях рыночной экономики. Исследуются экономико-математические модели, позволяющие рассмотреть динамику развития промышленного предприятия в зависимости от выбранной инвестиционной стратегии. Детально рассмотрены модели и методы инструментов анализа деятельности предприятий для исследования динамических характеристик изучаемых объектов и оценки темпов их развития в зависимости от объёмов и условий финансирования при различных схемах, а также воздействий внешней среды. Для достижения указанной цели в работе были решены задачи построения дифференциальной модели предприятия, учитывающего различные условия предоставления и использования кредитно-инвестиционных ресурсов. Выявление системы показателей деятельности предприятий, отражающих особенности их кредитно-инвестиционной деятельности

Ключевые слова: динамика развития, финансовые инструменты

The paper studies the theory of model analysis and evaluation describing the basic laws of dynamics evolution, trends and strategies of enterprise. Many theoretical problems of modeling the enterprise dynamics, rapid analysis of their effectiveness and appropriateness of their reorganization equal to the conditions of rapidly changing external turbulent environment are unsolved and require advance elaboration. This study aimed at solving the problem of the optimization of industrial enterprises operating in stationary conditions of market economy. Economic and mathematical models making it possible to examine the dynamics of industrial enterprise development depending on chosen investment strategy are considered. Models and methods of the analysis of tools for the investigation of enterprises dynamic characteristics of studying objects and development rate evaluation, depending on the volume and conditions of financing under different schemes, as well as environmental influences are considered in detail. To achieve this goal we solved the tasks of developing a differential model of enterprise taking into account different conditions of credit and investment resources extension and use. The rating system of enterprises activity, reflecting the peculiarities of their credit and investment activities is identified

Key words: growth dynamics, financial instruments

Протасов Дмитрий Николаевич

Кандидат экономических наук, доцент
Тамбовский государственный технический
университет
г. Тамбов, ул. Советская, д. 106

Protasov Dmitry Nikolaevich

Candidate of Economic Sciences, associate Professor
Tambov State Technical University
Tambov, Sovetskaya, 106

Рассматриваются различные типовые схемы кредитования в моделях $M_1 - M_3$ [1], комбинации которых позволяют достаточно полно представить множество условий предоставления кредитов предприятиям различной формы собственности в реальной экономической практике.

При реализации инвестиционных проектов, а также в условиях привлечения кредитных ресурсов и разных схем их погашения может возникнуть необходимость накопления средств для выполнения определенных обязательств по погашению кредитной задолженности. В этом случае часть чистой прибыли в размере $(1 - \chi)(1 - \xi)M(t)$ идет на потребление, а другая – в размере $\chi(1 - \xi)M(t)$, где $0 \leq \chi \leq 1$, идет на «внешние» вложения с использованием имеющихся в распоряжении промышленного предприятия финансовых инструментов. Целесообразность подобной процедуры возникает лишь в том случае, когда доходность от используемых финансовых инструментов выше внутренней инвестиционной доходности предприятия.

В данной модели считается, что промышленное предприятие может одновременно использовать четыре различных финансово-инвестиционных источника для своего развития: а) собственные средства (часть реинвестируемой прибыли); б) кредиты; в) государственная инвестиционная поддержка (предполагается в виде государственного субсидирования кредитов – между величиной кредитов и государственными инвестициями соблюдается известная пропорциональность на всем рассматриваемом промежутке времени); г) доход от внешних инвестиций промышленного предприятия (за счет части свободной прибыли). В моделях, рассмотренных ранее $M_1 - M_3$ [1], учитывается либо один, либо два из перечисленных выше источников финансирования.

Отличительной особенностью данной модели являются также условия предоставления и погашения кредита. В данной модели рассматриваются льготные условия кредитования, характерные именно для среднего и малого бизнеса: погашение кредита осуществляется из двух источников: проценты включаются в себестоимость, основной долг компенсируется за счет внешнего инвестирования. Таким образом, внутренняя инвестиционная программа предприятия $\xi M(t)$ сохраняется неизменной. Кроме того, в отличие от моделей $M_1 - M_3$ [1], в уравнении динамики фондов учитывается процесс их выбытия, связанный с моральным и физическим износом. Данная проблема актуальна для всех современных российских предприятий ввиду значительной изношенности их основных фондов.

Предлагаемая адаптированная модель является в указанном смысле обобщенной и более полно отображает факторы, влияющие на развитие промышленного предприятия. В обобщенной модели промышленного предприятия ис-

пользуются гипотезы 1-5 модели M_1 . Кроме того, добавлены следующие гипотезы: 6 – часть свободной прибыли предприятия размещается в доходные финансовые инструменты; 7 – заемные средства привлекаются в виде кредитной линии; 8 – основной долг погашается за счет доходов от внешнего инвестирования; 9 – учитывается процесс выбытия основных фондов.

С учетом сделанных предположений [2], система соотношений промышленного предприятия для обобщенной адаптированной модели может быть записана следующим образом:

$$P(t) = fA(t); \quad (1)$$

$$M^{об}(t) = (1 - c)P(t) - \hat{s}(t);$$

$$M(t) = M^{об}(t) - N(t); \quad (2)$$

$$N(t) = \tau_1 P(t) + \tau_2 K_A(1 - \xi)M(t); \quad (3)$$

$$I(t) = \lambda K(t); \quad (4)$$

$$dAdt = \xi(M(t) - \hat{S}) + (1 + \lambda)K(t) - \mu A(t) + \alpha \delta(t);$$

$$t \in [0, T], \quad t_0 \in [0, T], \quad \delta(t) = \theta'(t), \quad \theta(t) = \begin{cases} 1 & \text{нпу } t - t_0 \geq 0, \\ 0 & \text{нпу } t - t_0 < 0. \end{cases}$$

В данной модели используются величины $\hat{S}(t)$ и $\hat{s}(t)$ – процентные платежи и размер погашения основного долга соответственно, являются функциями времени и зависят от принятой схемы кредитования; $K_A \in (0, 1]$ – коэффициент, характеризующий соотношение чистой и общей прибыли предприятия; функция ξ – доля чистой прибыли, отчисляемой на рефинансирование и принимающая значение $\xi \in (0, 1]$; λ – коэффициент соотношения государственного финансирования $I(t)$ и объемов кредитования $K(t)$, т.е. предполагаем, что государственная поддержка (инвестирование) пропорциональна кредитам $I(t) = \lambda K(t)$, τ_1, τ_2 – ставка налогообложения на объем выпуска и прибыль $\mu > 0$ – коэффициент выбытия основных фондов, T – горизонт моделирования, α – величина внешних возмущений [3].

Использование гипотезы 8 позволило в значительной мере вывести процесс погашения основного долга за рамки главного направления производственно-финансовой деятельности промышленного предприятия и в максимальной степени сохранить структуру базовой модели M_1 . Остальные переменные соответствуют ранее введенным обозначениям.

Запишем основное уравнение динамики рассматриваемого объекта, проводя необходимые преобразования. Из соотношений (2) и (3) получим выражение для показателя чистой прибыли предприятия $M(t)$.

Так как $[1 + \tau_2 K_A(1 - \xi)]M(t) = (1 - c - \tau_1)P(t) - s(t)$, то

$$M(t) = \frac{(1 - c - \tau_1)P(t) - s(t)}{1 + \tau_2 K_A(1 - \xi)}.$$

Вводя обозначения $a = \frac{(1 - c - \tau_1)f}{1 + \tau_2 K_A(1 - \xi)}$ и $b = \frac{1}{1 + \tau_2 K_A(1 - \xi)}$, получаем следующую

линейную зависимость $M(t)$ от переменных $A(t)$ и $s(t)$:

$$M(t) = aA(t) - bs(t).$$

Подставив (4) в (1) и обозначив $\gamma = \xi a - \mu$ – параметр, определяющий эффективность предприятия и темп его роста, получаем:

$$dAdt = \gamma A(t) + (1 + \lambda)K(t) - \xi(b\hat{s}(t) + \hat{S}(t)) + \alpha\delta(t). \quad (5)$$

Решение линейного дифференциального уравнения (5) зависит от вида функций $K(t)$, $\hat{S}(t)$ и $\hat{s}(t)$, определяемых условиями кредитования.

Особенности условий погашения долговых обязательств отображаются различными функциями $D(t)$, характеризующими суммы накопленных выплат долга.

Если ввести переменную ежегодных выплат долговых обязательств $d(t)$ как сумму долговой части и процентов, то можно записать:

$$d(t) = \hat{s}(t) + \bar{S}(t), \quad D(t) = \int_0^t d(\tau) d\tau.$$

Таким образом, вид функции возмещения долговых обязательств $D(t)$ определяются условиями ежегодных выплат $d(t)$, которые, в свою очередь, заданы конкретными схемами погашения долга.

Вводится функция накопленного кредитного финансирования $\Phi_K(t)$ и общей кредитной задолженности предприятия $\bar{\Phi}^K(t)$, которые в условиях кредитной линии будут монотонно возрастающими, а их вид будет определяться способом задания функции $K(t)$ и величиной процента кредитования r :

$$\Phi^K(t) = \int_0^t K(\tau) d\tau, \\ \bar{\Phi}^K(t) = \int_0^t e^{r(T-\tau)} K(\tau) d\tau.$$

Остаток долговых обязательств (текущая ссудная задолженность промышленного предприятия перед банком) описывается функцией $O(t)$, динамика которой зависит от соотношения функций $D(t)$ и $\bar{\Phi}^K(t)$:

$$O(t) = \bar{\Phi}^K(t) - D(t).$$

Рассмотрим процесс формирования «кредитной линии», то есть найдем величину потока кредитов $K(t)$ для конкретного вида функции. Будем считать $K(t)$ убывающей линейной функцией времени, заданной на интервале $[0, T]$ и описывающей на этом интервале процесс равномерного распределения инвестиций объема $\bar{K}$. Данный вид зависимости является типичным, так как затраты начальных этапов большинства инвестиционных проектов обычно бывают наиболее капиталоемкими.

В соответствии с выбором зависимости имеем $K(t) = 2\bar{K}(1 - t/T)T$.

Исследуется процесс формирования кредитной задолженности D на периоде $[0, T]$, которая определяется величиной начисленных процентов с непрерывными темпами роста r для кредитного потока $K(t)$.

$$D = \int_0^T e^{r(T-t)} K(t) dt = \frac{2\bar{K}}{T} \int_0^T (1 - t/T) e^{r(T-t)} dt = \frac{2\bar{K}}{r^2 T^2} (rTe^{rT} - e^{rT} + 1).$$

Список используемых источников:

1. Протасов Д.Н. Развитие модели кредитно инвестиционных ресурсов промышленного предприятия // *Вопр. современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского*. 2009. № 1. С. 231-238.
2. Хачатрян С.Р., Пинегина М.В., Буянов В.П. *Методы и модели решения экономических задач*. М.: Экзамен, 2005. 384 с.
3. Филиппов А.Ф. *Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью*. М.: Наука, 1985. 225 с.

References:

1. Protasov D.N. The development model of credit and investment resources of industrial enterprise. *Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University*. 2009. № 1. P. 231-238.
2. Chatsatpian C.R. Pinegina M.V., Byanov V.P. *The models and methods of solving economic tasks*. M.: Examen, 2005. 384 p.
3. Filippov A.F. *Differential equations with discontinuous right-hand side*. M.: Nauka, 1985. 225 p.

© 2015, Протасов Д.Н.

Анализ использования кредитно-инвестиционных ресурсов промышленного предприятия при различных условиях кредитования

© 2015, Protasov D.N.

Analysis at using industrial enterprise credit and investment resources in different crediting conditions