ISSN 2411-1872

DOI: 10.17117/nv.2015.03

<https://ukonf.com/doc/nv.2015.03.pdf>

Научный вестник

2015 · N 3(5)

Science bulletin

ISSN 2411-1872

9 772411 187205

<https://ukonf.com/nv>

DOI: 10.17117/nv.2015.03

ISSN 2411-1872
https://ukonf.com/doc/nv.2015.03.pdf

Научный вестник

2015 · N 3(5)

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 3(5)

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. 7,00. 112 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

Zaermyuk 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, Sovetskaya 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

Yazydzhani 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
Бувальцева В.И., Кононова С.А. Применение ССП для целей стратегического управления сельскохозяйственным предприятием	9
Комарова М.Е. Типология методологических подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала региона	16
Шаляпина И.П., Толстошеин К.В. Условия прогрессивного развития молочного скотоводства в долгосрочной перспективе	26
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	38
Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Алексеев Д.М. Реализация поиска слайдовых пар для алгоритма шифрования Магма с использованием технологии MPI	38
Кассов В.Д., Гавриш П.А., Бережная А.Д., Соболев-Бутовченко Е.А. Особенности сталемедных сварных швов перегружателя TAKRAF	50
Крюков О.В. Принципы релейной защиты и автоматики вдольтрассовых линий электропередач	56
Муратов В.С., Морозова Е.А. Особенности формирования температурных полей и ванны расплава при лазерной обработке поверхности титана	66
Перепелкин А.И., Калужский С.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. Алгоритмы определения формы стопы по ее изображению при выполнении оптической плантографии	77
Чугунова О.В., Крюкова Е.В. Агрономические свойства полбы, как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий	90
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	101
Сикачина А.А. Адсорбция фенолсульфидов на стали, действующих как ингибиторы коррозии в водно-солевых средах, имитирующих морскую воду	101
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	108
Глущенко А.Г., Глущенко Е.П. Влияние движения среды на интерференционную картину, формируемую двумя когерентными источниками	108

Contents

Buvalzteva V.I., Kononova S.A. Application of balanced scorecard for strategic management agricultural enterprise.....	9
Komarova M.E. The typology of methodological approaches to the assessment tourism potential.....	16
Shalyapina I.P., Tolstoshein K.V. Conditions of progressive development of dairy cattle breeding in the long term.....	26
Babenko L.K., Ischukova E.A., Alekseev D.M. Implementing of slide pairs' searching for encryption algorithm Magma with using MPI technology.....	38
Kassov V.D., Gavrish P.A., Berezhnaya A.D., Sobolev-Butovchenko A.E. Features steel and cooper of welded seams of a loading crane TAKRAF.....	50
Kryukov O.V. Principles of relay protection and automatic equipment of along-route power lines.....	56
Muratov V.S., Morozova E.A. Temperature patterns and molten pool forming peculiarities test in the laser treatment titanium surface	66
Perepelkin A.I., Kalugskii S.I., Krayushkin A.I., Atroschenko E.S. Algorithms of determination of the foot form in the according to the image at realization of optical plantografy.....	77
Chugunova O.V., Kryukova E.V. Agronomic properties of spelt as unconventional raw materials for production of flour confectionery products	90
Sikachina A.A. Adsorption of persulfide on steel that act as corrosion inhibitors in aqueous and salt environments, simulating sea water	101
Glushchenko A.G., Glushchenko E.P. The influence of the motion of the medium to an interference pattern formed by two coherent sources.....	108

DOI: 10.17117/nv.2015.03.009

Поступила (Received): 14.09.2015

kafedra_fin-kredit@mail.ru

Бувальцева В.И., Кононова С.А.
Применение ССП для целей стратегического управления
сельскохозяйственным предприятием

Buvalzteva V.I., Kononova S.A.
Application of balanced scorecard for strategic
management agricultural enterprise

Статья посвящена формированию сбалансированной системы показателей с целью обеспечения эффективного и результативного процесса реализации стратегии развития предприятия. Не смотря на положительные моменты применения, ССП требует конкретизации и выделения специфики для каждой отрасли экономики, объектом данного исследования выбрано сельское хозяйство. Автором изучены мнения экономистов, занимающихся данной проблематикой: рассмотрено внедрение ССП как части Системы менеджмента качества, описана взаимосвязь ССП с системой финансового планирования, указана специфика применения ССП в агрохолдингах, а также представлены показатели ССП для сельхозпредприятий, они как и в классической Системе делятся на четыре блока, а вот стратегические цели и как следствие контролируемые показатели актуальны именно для сельхозпредприятий. Сделан вывод, что при разработке и внедрении сбалансированной системы показателей на сельскохозяйственном предприятии любого профиля нельзя ограничиваться какой-либо одной областью деятельности, а необходим комплексный подход

Ключевые слова: система сбалансированных показателей

The article is devoted to the formation of a balanced scorecard to ensure the effective and efficient implementation of the development strategy of the company. Despite the positive aspects of the application, BSC requires a specification and allocation of the specifics of each sector of the economy, the subject of this study is selected agriculture. The author studied the views of economists dealing with this issue: reviewed the implementation of the MTP as part of the Quality Management System, described the relationship BSC with the system of financial planning, it contains the specifics of the application of the BSC in agricultural holdings, as well as provides performance BSC for agricultural, they are in classical systems are divided into four unit, but the strategic objectives and as a consequence of controlled parameters are relevant specifically for agricultural enterprises. It is concluded that the development and implementation of Balanced Scorecard at the agricultural enterprise of any type can not be confined to any one area of activity, and requires a comprehensive approach

Key words: balanced scorecard

Бувальцева Валентина Ивановна
Доктор экономических наук, профессор,
зав. кафедрой
Кемеровский государственный университет
Кемерово, ул. Красная, 6

Buvalzteva Valentina Ivanovna
Doctor of Economics, Professor, Head of Department
Kemerovo State University
Kemerovo, Krasnaya st., 6

Кононова Светлана Анатольевна
Старший преподаватель
Кемеровский государственный университет
Кемерово, ул. Красная, 6

Kononova Svetlana Anatolevna
Head Lecturer
Kemerovo State University
Kemerovo, Krasnaya st., 6

В современных экономических условиях хозяйствования Сбалансированная Система Показателей (ССП) все чаще используется для управления организациями, так как эффективное управление на основе только финансовых показателей становится невозможным. SSP позволяет объединить и варьировать финансовые и нефинансовые показатели эффективности. Эта система может отражать все основные бизнес-процессы и включать в себя внутренние показатели деятельности организации, через которые можно регулировать изменения рынка, степень удовлетворенности потребителей, а также оценить стратегию развития организации и ее реализацию в реальном масштабе времени.

Следует отметить, что, несмотря на положительные моменты применения SSP требует конкретизации и выделения специфики для каждой отрасли экономики. Объектом нашего исследования станет сельское хозяйство, как отрасль выделяющаяся сезонностью и высокими рисками, а значит, внедрение SSP требует особого алгоритма применения. Обзор литературы по данной теме позволил выделить специфику SSP в сельском хозяйстве.

Ракутин В.Г. в своем исследовании считает, что SSP представляет собой перспективную модель стратегического управления, которая переводит стратегию развития сельскохозяйственной организации в систему измеримых показателей и определяет последовательность действий по достижению их целевых значений [1, с.10]. Кроме того, автор отмечает, что формирование системы SSP является начальным этапом при создании на сельскохозяйственном предприятии системы менеджмента качества (СМК).

Внедрение SSP как основы создания СМК имеет каскадный вид, на первом этапе, определив цели, требования и критерии развития, разработав стратегию развития организации, а также выявив потенциал организации, разрабатывается SSP.

На втором этапе, учитывая счетный регламент организации, а также определив нормативные показатели деятельности создается методика бюджетирования.

И уже на заключительном этапе, определив все вышеуказанные показатели, составив SSP и бюджет возможно разработать интегрированную модель СМК.

Внедрение каждого этапа отдельно ведет к повышению эффективности системы управления. Реализовав этапы последовательно, формируется единый контур управления стратегическими решениями и текущей деятельности организации, что позволяет:

а) четко сформулировать стратегию сельскохозяйственной организации и оценить реалистичность ее выполнения;

б) согласовать цели и задачи деятельности структурных подразделений (ферм, комплексов, бригад и т. д.) и всех работников со стратегией сельскохозяйственной организации;

в) обеспечить взаимосвязь стратегии, бюджетирования и системы менеджмента качества;

г) получить своевременную информацию о результатах реализации стратегии сельскохозяйственной организации и принять корректирующие управленческие решения.

При этом в исследовании четко прослеживается связь разработки стратегии сельхоз предприятия с системой сбалансированных показателей. Разработка ССП ориентируется на стратегические цели. Также на схеме показано, что ССП является средством повышения эффективности деятельности предприятия.

Схема является алгоритмом, связывающим стратегическое управление, разработку ССП и переход к внедрению системы менеджмента качества на сельхоз предприятии.

В своей работе «Организация и методы управленческого учета и анализа в сельхозпредприятиях» Пошелюк Л.А. рассматривает внедрение ССП на сельскохозяйственном предприятии как часть управленческого учета [2].

Схематическое изображение стратегической карты для сельскохозяйственной организации представлено на рисунке 1.

На схеме прослеживается связь ССП с системой финансового планирования и учета.

Рис. 1. Формирование ССП в системе бюджетирования для управленческого учета в сельскохозяйственной организации [2]

Стратегическая карта сбалансированной системы показателей сельскохозяйственной организации – это схема описания стратегии как итеративного процесса, позволяющая специалисту организации формулировать, уточнять,

корректировать стратегические цели и их модификации при помощи внутрихозяйственных декомпозиционных методов.

Уделяя внимание внедрению ССП как системы оценки деятельности подразделений, Ю.И. Здоровец рассматривает ее на примере агрохолдинга [3].

Автор справедливо полагает, что ССП оказывает влияние на улучшение системы мотивации, поскольку сформулированные для сотрудников цели влияют на их поведение. При правильном определении целей сотрудники начинают понимать свой вклад в достижение стратегических целей компании, тем самым повышается вероятность реализации разработанной стратегии.

Система ключевых показателей эффективности - это инструмент информационного обеспечения процесса принятия управленческого решения, определение целей организации с учетом того, насколько достижение поставленной цели увеличивает стоимость компании, наличие информационной системы, являющейся источником данных и базой для определения ключевых показателей эффективности. При оценке эффективности работы структурных подразделений необходимо пересмотреть принципы стимулирования структурных подразделений, поскольку система оценки ключевых показателей эффективности замыкается на оценку деятельности каждого из них[3].

При этом показатели стимулирования будут зависеть от эффективности деятельности структурного подразделения и равны установленному проценту от прибыли к трансфертной цене плюс коэффициент от выполнения целевых показателей. Эффективность производственных подразделений сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий агрохолдинга оценивается по уровню маржинального дохода.

Структурные единицы агрохолдинга, занимающиеся производством зерна и др. растениеводческой продукции, должны ориентировать на уровень трансфертных цен на зерновую продукцию, используемую в дальнейшем для производства комбикорма. Менеджеры комбикормового завода должны контролировать маржинальный доход и уровень трансфертной цены на комбикорм, реализуемый в дальнейшем структурным единицам, занимающиеся переработкой мяса птицы.

Следует отметить, что предлагаемый механизм стимулирования структурных подразделений, целью которого является поощрение действий сотрудника в интересах компании, может иметь различную эффективность. Это зависит не только от правильного выбора базы начисления стимулирующей надбавки и ставки стимулирования. При определении размера стимулирующей надбавки каждого участника агрохолдинга, необходимо исходить из критерия его вклада в конечный финансовый результат, в этом случае имеет значение оценка продукции внутри холдингового оборота. Если перерабатывающее предприятие приобретает сырье у сельскохозяйственного предприятия по трансфертной цене, то отклонения от установленного уровня трансфертной цены окажут влияние на их финансовые результаты. Например, если перерабатывающее предприятие недовыполнило объем производства вследствие недопоставок сельскохозяйственного сырья, то ответственность должна возлагаться на руководителя сельскохозяйственного предприятия.

Двоеглазов А.В. рассматривает структуру внедрения ССП на перерабатывающем предприятии АПК [4].

Рекомендуемый автором состав стратегических целей и контролируемых показателей по проекциям применительно к перерабатывающим предприятиям АПК, представлен в табл. 1.

Данная таблица демонстрирует показатели, характерные именно для переработки, для предприятия, занятого производством овощей или выращиванием скота, состав показателей поменяется в перспективе внутренних бизнес-процессов, а возможно и в отношении других перспектив ССП.

Таблица 1. Рекомендуемый состав показателей ССП

Проекция	Стратегические цели	Контролируемые показатели
Финансы	Увеличение рентабельности	Рентабельность продукции, %
	Увеличение объемов реализации продукции как на освоенных, так и на новых рынках	Прирост выручки от реализации продукции, %
		Выручка на 1 тонну сырья, р./тонну
	Увеличение оборачиваемости запасов сырья и готовой продукции	Оборачиваемость сырья, обороты
	Увеличение чистой прибыли	Величина чистой прибыли, тыс.р.
		Прибыль на 1 тонну сырья, р./тонну
		Затраты на 1 р. товарной продукции, р./р.
		Затраты на переработку 1 тонны сырья, р./тонну
Клиенты	Снижение издержек	Расход сырья на 1 тонну готовой продукции, р./тонну
		Удельный вес положительных отзывов в общем количестве, %
	Удовлетворенность покупателей производимой продукцией	Доля рынка, %
	Увеличение доли рынка в целевых сегментах	Количество упоминаний продукции предприятия при анкетных опросах, в оборотах (в год), шт.
	Лояльность потребителей по отношению к производителю продукции	Доля расходов на маркетинг в общих затратах, %
Внутренние процессы	Увеличение маркетинговых исследований продовольственного рынка	Узнаваемость предприятия потребителями, %
	Имидж, бренд, торговая марка	Выход готовой продукции, %
		Коэффициент использования производственных мощностей, %
		Количество и частота поломок технологического оборудования, ед.
		Величина простоев, часы
	Показатели эффективности процесса производства переработки сельскохозяйственной продукции	Доля отходов переработки, используемых вторично, %
		Доля отходов переработки, используемых вторично, %
	Расширение ассортимента	Коэффициент обновления продукции с/х переработки, %
	Внедрение системы управления качеством	Удельный вес брака и его динамика, %

Проек-ция	Стратегические цели	Контролируемые показатели
	Создание системы экономического анализа и обоснования принятия решений по организации бизнес-процесса	Величина потерь от реализации неэффективных управленческих решений, тыс.р.
	Сокращение времени выполнения процесса	Время совершения операции, мин.
	Увеличение производительности труда	Объем товарной продукции на одного работника, тыс. р. на чел.
	Создание системы работы с потребителями (обратная связь)	Количество рекламаций, шт.
Инфраструктура / сотрудники	Квалифицированный и мотивированный персонал	Индекс удовлетворенности сотрудников, %
		Доля работников, прошедших профессиональное обучение в течение года, %
		Удельный вес работников, повысивших разряд, овладевших новыми специальностями, повысивших квалификацию в отчетном году, в общей численности персонала на конец года, %
		Коэффициент текучести персонала, %
	Повышение эффективности организационной структуры управления	Интегральный показатель оргструктуры, %
	Возможность получения оперативной информации для принятия управленческих решений	Время прохождения события до управления, ч.
	Повышение эффективности информационной системы	Затраты на управление, % от общих затрат
		Время обработки информации, мин.
	Создание корпоративной культуры предприятия, ориентированной на внешний рынок, гибкость и стабильность, командную работу	Затраты на формирование эффективной корпоративной культуры, % от общих затрат
		Расходы на содержание социальной инфраструктуры, р.

Процесс внедрения ССП, по мнению автора, заключается в последовательном выполнении трех следующих этапов:

1. Разработка целей, достижение которых будет способствовать реализации миссии и стратегии предприятия (сбалансированность);
2. Разработка показателей, с помощью которых измеряется уровень достижения каждой цели, и мероприятий, которые должны обеспечить желаемый уровень показателя (каскадирование);
3. Внедрение ССП в текущую деятельность предприятия.

Стратегические цели компании (карта стратегии) «декомпозируются» в набор стратегических показателей компании (счётную карту организации). Из счётной карты организации формируется «стратегический» набор показателей.

На основе изучения всех изложенных выше подходов, мы можем сделать выводы, что при разработке и внедрении ССП на сельскохозяйственном предприятии любого профиля нельзя ограничиваться какой-либо одной областью

деятельности (управленческий учет, персонал), необходим комплексный подход. В рамках комплексного подхода мнение авторов Ракутина В.Г. и Двоеглазова А.В. представляется более взвешенным.

В целом, при разработке ССП необходимо придерживаться как общего алгоритма разработки и внедрения, так и учитывать конкретные особенности сельхозпредприятия.

Список используемых источников:

1. Ракутин В.Г. Повышение эффективности системы управления в сельскохозяйственных организациях на основе контроллинга: автореферат дис. кандидата экономических наук по специальности 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством (специализация - агропромышленный комплекс: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами). Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 26 с.
2. Пошелюк Л.А. Организация и методы управленческого учета и анализа в сельхозпредприятиях. Автореферат дис. кандидата экономических наук по специальности 08.00.12 – бухгалтерский учет, статистика. Донской государственный аграрный университет, 2014. 31 с.
3. Здоровец Ю.А. ССП в оценке бизнес-единиц // Актуальные вопросы экономической науки и практики. Материалы международной научно - производственной конференции. Белгород, 20-21 ноября 2012 г. Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина. п. Майский: Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2012.
4. Двоеглазьев А.В. Экономико-организационные методы стратегического планирования на перерабатывающих предприятиях АПК : диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05. Йошкар-Ола, 2009. 186 с.

References:

1. Rakutin V.G. Improving the effectiveness of the management system in the agricultural organizations on the basis of controlling: dissertation candidate of economic Sciences, specialty 08.00.05. Economics and national economy management (specialization in agro industrial complex: economy, organization and management of enterprises, branches, complexes). Belarusian state agricultural Academy, 2014. 26 p.
2. Posheluk L.A. Organization and methods of management accounting and analysis in agricultural enterprises. The author's dissertation candidate of economic Sciences, specialty 08.00.12 – accounting, statistics. Don State Agrarian University, 2014. 31 p.
3. Zdorovets. U.A. SSP in the evaluation of business units. Topical issues of economic science and practice. Belgorod, 20-21 November 2012. Belgorod state agricultural Academy, 2012.
4. Dvoeglazev A.V. Economic and organizational methods of strategic planning in processing plants agribusiness : dissertation of candidate of economic Sciences: 08.00.05. Yoshkar-Ola, 2009. 186 p.

DOI: 10.17117/nv.2015.03.016

Поступила (Received): 07.09.2015

Info@bsu.edu.ru

Комарова М.Е.
Типология методологических подходов к оценке
туристско-рекреационного потенциала региона

Komarova M.E.
The typology of methodological approaches to
the assessment tourism potential

В современных условиях туризм и рекреация в отдельных регионах России приобретают все большее значение. Вместе с тем сложный комплекс вопросов, связанных с оценкой и развитием ресурсной базы туризма, пока не достаточно проработан и не нашел всестороннего и детального освещения. Данное противоречие порождает необходимость в совершенствовании механизма комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала региона. В статье изложены результаты исследования теоретических подходов к проблеме оценки туристско-рекреационного потенциала; рассматривается проблема сложности и неоднозначности экономической и кадастровой оценки туристских ресурсов, сделаны выводы о необходимости формирования единой комплексной модели туристско-рекреационного кадастра ресурсов рекреационных территорий. Анализ проблемы позволяет утверждать, что интегральная оценка туристско-рекреационного потенциала территории имеет высокую практическую направленность, что делает ее достаточно актуальной и требует совершенствования имеющихся и разработки новых подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала регионов России

Ключевые слова: туристско-рекреационный потенциал

In modern conditions, tourism and recreation in some regions of Russia is becoming increasingly important. However, the complex set of issues related to the evaluation and development of the resource base of tourism regions of Russia has not yet worked enough and have not found a comprehensive and detailed coverage. This contradiction creates a need to improve the mechanism of a comprehensive assessment of the tourism potential of the region. The article presents the results of a study of theoretical approaches to assess the tourism potential. The algorithm study based on the analysis of basic principles and methodological framework for assessing tourist and recreational resources of the Territories. The article also addresses the problem of complexity and ambiguity of the economic evaluation of tourist resources, findings of the formation of a single integrated model of tourist-recreational and economic inventory inventory resource estimate recreational areas. Analysis of the problem suggests that the cumulative assessment of tourism potential of the area has a high practical orientation, which makes it quite urgent and requires improvement of existing and development of new approaches to the assessment of the tourism potential of the regions

Key words: tourist and recreational potential

Комарова Марина Евгеньевна
Кандидат географических наук, доцент
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
г. Белгород, пр. Победы, 85

Komarova Marina Evgenyevna
Candidate of Geographic Sciences,
associate Professor
Belgorod State national Research University
Belgorod, Pobedy ave., 85

Введение (Introduction)

В современных условиях туризм и рекреация в отдельных регионах России приобретает все большее значение. Развитие внутреннего туризма является важной задачей государства. Несмотря на появление значительного количества научных публикаций, отражающих различные аспекты экономического развития регионального туризма, обращает на себя внимание факт недостаточной научной проработки теоретико-методологических вопросов оценки ресурсного потенциала. В связи с этим для эффективного управления ресурсной базой туризма ставятся задачи систематизации известных подходов к оценке туристских ресурсов, совершенствования методологии оценки [1, с.52].

В этих условиях важное значение приобретают научно-исследовательские работы, связанные с изучением совокупного влияния природных, социально-экономических и экологических факторов на формирование рекреационных районов и зон регионального уровня. Актуальным является также разработка механизма комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала региона в целях повышения эффективности его использования [2, с. 4].

В теоретическом плане большая часть исследований данной проблемы опирается на труды В.С. Преображенского, А.А. Минца, Ю.А. Веденина, Л.И. Мухиной, В.Б. Нефедовой, Н.Н. Мирошниченко, Б.Б. Родомана. По мнению В.И. Кружалина, несмотря на то, что данное научное направление развивается более сорока лет, применение оценочного подхода в отечественной науке сдерживается не достаточной проработанностью многих его теоретических и методологических проблем [4, с.74].

Алгоритм данного исследования строится на анализе и систематизации основных принципов и методических основ механизма комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала региона. Автором проведена покомпонентная и интегральная оценка туристско-рекреационного потенциала Белгородской области с использованием количественных и качественных методов, кластерного анализа, геоинформационных технологий.

Материалы и методы (Materials and Methods)

В настоящее время оценка туристско-рекреационного потенциала территории является одним из первых этапов проектирования и размещения туристско-рекреационных систем, определяя их развитие и ключевые функции на основе ценности отдельных ресурсов и их сочетаний. Многолетний интерес к проблеме оценки рекреационного потенциала закономерен, так как именно ресурсная обусловленность служит проявлением территориальных различий рекреационной деятельности.

Следует отметить, что оценка туристско-рекреационного потенциала это сложный исследовательский процесс, который требует междисциплинарного подхода. С учетом этого положения, основополагающим методологическим принципом его исследования должен стать системный анализ. Он дает возможность рассмотреть туристско-рекреационный потенциал региона как целостное образование, находящееся во взаимодействии с окружающей геоэкологиче-

ской и социокультурной средой; всесторонне оценить его состояние; представить туристско-рекреационный потенциал региона в качестве элемента образования более высокого порядка – эколого-туристско-рекреационной системы [3, с. 172].

В ходе проведенного исследования рассмотрены различные научные подходы и методы, которые используются при оценке туристско-рекреационного потенциала современными учеными. В результате были выделены ресурсный и системный подходы как основные научные подходы в оценке туристско-рекреационного потенциала территории.

Ресурсный подход рассматривает туристско-рекреационный потенциал как совокупность рекреационных ресурсов территории, их территориальных сочетаний и условий, активизирующих или лимитирующих развитие рекреации, способствующих удовлетворению потребностей населения в туристской и рекреационной деятельности.

В свою очередь, при системном подходе туристско-рекреационный потенциал рассматривается как совокупность частных потенциалов (природного, культурно-исторического, социально-экономического, информационного), а также других потенциалов, возникающих в результате хозяйственного освоения ресурсов территории и определяющих возможности и условия их туристско-рекреационного использования. По мнению автора, эффективная реализация потенциала территории возможна только при комплексном анализе его ресурсной составляющей, территориальном сочетании ресурсов и условий их реализации. Комплексная оценка туристско-рекреационного потенциала позволяет выявить потенциал возможностей и ограничений развития туризма, определить лимитирующие факторы, сдерживающие развитие туристско-рекреационной отрасли в регионе; проанализировать условия развития территориальных туристско-рекреационных систем; разработать меры по повышению эффективности использования туристских ресурсов [3, с. 172].

Как отмечает С.А. Севастьянова и ряд др. авторов, оценка туристского потенциала территории всегда осуществляется в нескольких аспектах или по нескольким блокам параметров. Эти параметры различны для основных видов рекреационной деятельности. Обычно ресурсы рекомендуется оценивать в функциональном, медико-биологическом, психолого-эстетическом, технико-экономическом и природоохранном аспектах. Указанные выше факторы обуславливают различие критериев оценки (степени благоприятности) ресурсов для рекреационного освоения на разных территориях [6, с.114-115].

Функционально-технологическая оценка определяет пригодность ресурсов для организации различных видов туризма и отдыха, возможность формирования территориально-рекреационных комплексов. С этой точки зрения ресурсы территории должны обладать необходимыми запасами и площадями, продолжительным с экономической точки зрения периодом эксплуатации.

При медико-биологических исследованиях выявляется степень комфортности природно-ландшафтной среды для организации отдыха. Предметом ис-

следования при данном типе оценки являются типы и комфортность погод, анализ и география распространения природно-очаговых заболеваний на определенной территории.

Психолого-эстетический тип оценки связан с определением эстетической ценности и привлекательности ландшафтов, критериями которой являются их уникальность, экзотичность, внешнее и внутреннее пейзажное разнообразие. Определение объективных показателей эстетической привлекательности ландшафтов (например, характера растительности) лежит в основе объект-центрированных методик. Субъект-центрированные методики при определении пейзажной выразительности строятся на экспертных оценках туристов.

На стадии разработки системы территориальной организации рекреационных ландшафтов необходима также экологическая оценка туристских ресурсов, которая включает мониторинг загрязнений окружающей среды: состояние водных, лесных и других природных туристских ресурсов; определение степени негативного влияния промышленных объектов, находящихся на территории и вблизи зон туристского обслуживания и угрозы экологической катастрофы, наличие несанкционированных свалок рядом с объектами туристского показа и вдоль авто- и железнодорожных магистралей и другие репеллентные отталкивающие факторы, негативно влияющие на туристские потоки и качество турпродукта. При этом экологические исследования туристско-рекреационного потенциала должны проводиться параллельно с ландшафтными и социально-экономическими исследованиями.

Очевидно, оценки в каждом из названных аспектов могут и должны основываться на различающихся принципах и критериях, наиболее адекватных каждому конкретному аспекту оценивания. В качестве критериев оценки обычно используют объединенные группы показателей, характеризующих частные ресурсные потенциалы территории: природный, культурно-исторический, социально-экономический, информационный. Так, критериями оценки для элементов природных и культурных ландшафтов, в первую очередь, должны служить их происхождение, история, уникальность, сохранность, аттрактивность и различные характеристики разнообразия, включая видовое богатство флоры и фауны.

При оценивании рекреационных ресурсов необходимо учитывать их качественные и количественные особенности, не забывая о функциональных и технологических признаках. В связи с этим, в проведенном исследовании по комплексной оценке туристско-рекреационного потенциала Белгородской области, автором использовалась методика оценки рекреационных ресурсов с помощью системы количественных и качественных показателей, предложенная Ю.А. Ведениным и Н.С. Мироненко, а также методика балльной оценки Л.И. Мухиной. В качестве объекта исследования выступили отдельные элементы геосистемы как составляющие туристско-рекреационного потенциала, предметом оценки – особенности пространственной дифференциации и интеграции туристско-рекреационного потенциала региона. В качестве территориальных объектов оценивания были взяты административные районы (муниципалитеты) Белгородской области.

Результаты (Results)

Проведенные покомпонентная и интегральная оценки ландшафтно-рекреационного и культурно-исторического потенциала позволили выделить территории с высоким, средним и низким туристско-рекреационным потенциалом. Величина природного и историко-культурного компонентов потенциала измерялась на основе объема и привлекательности имеющихся ресурсов территории. В качестве главного показателя количественной оценки объектов культурно-исторического наследия было выбрано число памятников истории, археологии, архитектуры и искусства, находящихся под государственной охраной. При подсчете культурно-исторического потенциала учитывалось не только количество памятников, но и значимость этих объектов (памятник федерального или местного значения). Для ранжирования каждого типа памятников были составлены оценочные шкалы (табл. 1).

Таблица 1. Ранжирование показателей оценки культурно-исторического потенциала Белгородской области

Интегральная количественная оценка в баллах	Качественная оценка в баллах
2,6 – 3,3	Высокий культурно-исторический потенциал
1,8 – 2,5	Средний культурно-исторический потенциал
1,0– 1,7	Низкий культурно-исторический потенциал

Многие, но далеко не все компоненты потенциала удалось оценить количественно, поэтому, для получения итоговой, суммарной оценки все количественные оценки были переведены в качественные критерии.

Таблица 2. Шкала оценки климатического компонента территории

Длительность благоприятного летнего рекреационного периода		
Длительность благоприятного летнего рекреационного периода	Оценка в баллах	Качественная оценка
Менее 70 дней	1	Относительно благоприятная
70-80 дней	2	Благоприятная
Более 80 дней	3	Наиболее благоприятная
Высота снежного покрова		
Высота снежного покрова	Оценка в баллах	Качественная оценка
Менее 25 см	1	Относительно благоприятная
Более 25 см	2	Благоприятная
Сумма температур воздуха выше 10° С		
Сумма температур воздуха выше 10° С	Оценка в баллах	Качественная оценка
Менее 2400	1	Относительно благоприятная
2400-2500	2	Благоприятная
Более 2500	3	Наиболее благоприятная

Методика качественной оценки туристско-рекреационного потенциала территории основывалась на классификации/типологии оцениваемых объектов по признаку величины их потенциала или отдельных составляющих, а результаты оценки имели качественное выражение. Так, при оценке компонентов природно-рекреационного потенциала использовались такие критерии как «относительно благоприятный», «благоприятный», «наиболее благоприятный». В ходе рекреационного оценивания климатического компонента территории Белгородской области была использована методика, учитывающая три основных параметра: длительность благоприятного летнего рекреационного периода в днях, высоту снежного покрова, сумму температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. Шкала оценки климатического компонента территории представлена в таблице 2.

Результаты оценки природно-рекреационного и культурно-исторического потенциала территории учитывались при проведении комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала Белгородской области и зонировании ее территории.

При оценке социально-экономического блока потенциала проводился анализ социально-экономической среды и состояния туристской инфраструктуры. На основе полученных данных определены перспективы развития региональной туристско-рекреационной системы, базирующиеся на имеющемся потенциале.

Таким образом, говоря о типологии оценки туристско-рекреационного потенциала, можно выделить количественный и качественный методы оценки.

Группа количественных методов оценки туристских ресурсов включает картографический и математический методы. Картографическая информация обычно используется для интерпретации результатов оценки туристских ресурсов. Математический метод оценки туристских ресурсов основан на обработке статистических сведений об объектах и ресурсах. Результаты расчетов представляются в виде системы количественных характеристик, которые используются для оценки и сравнительного анализа туристских ресурсов.

К качественным методам относят медико-биологическую, эстетическую, экономическую, экологическую оценки, а также, методику внесения объектов в перечень природного и культурного наследия ЮНЕСКО. Медико-биологическая и эстетическая оценки уже были упомянуты выше. Экономическая оценка позволяет определять эффективность различных мероприятий, направленных на более полное и рациональное использование туристских ресурсов, она является наиболее важной, поскольку позволяет оценить эффективность использования туристских ресурсов и эффективность освоения новых туристских территорий.

В научной литературе существует множество подходов к экономической оценке рекреационных ресурсов. Анализ исследований ряда авторов [1, 2, 4, 8] позволяет сделать вывод о том, что основная проблема заключается в сложности и несовершенстве методов оценки. К настоящему времени, как отмечалось выше, в основном разработаны подходы к оценке рассматриваемых ресурсов на основе балльных методов. Однако балльные методы достаточно субъективны и не дают расчетных показателей, поддающихся экономическому анализу. В то же

время многие характеристики природных ресурсов могут измеряться лишь относительными величинами, например, познавательной ценностью какого-либо ландшафта. Поэтому там, где использование количественных методов пока невозможно или они пока не разработаны, использование балльных методов может быть оправдано.

Экономическая оценка является наиболее важной, поскольку она позволяет оценить эффективность использования туристских ресурсов и эффективность освоения новых туристских территорий. Существует несколько подходов к экономической оценке рекреационных ресурсов и ТРП территории.

1. Затратный подход основывается на определении величины понесенных или необходимых затрат общественного труда на освоение, воспроизводство/восстановление или замещение туристско-рекреационных ресурсов. Данный подход применим лишь к небольшому ряду туристско-рекреационных ресурсов, кроме того он не учитывает эффективности их использования.

2. Доходный подход заключается в определении стоимости объекта оценки исходя из ожидаемых от него размеров доходов, времени их поступления и рисков. Для оценки необходимо определение чистого операционного дохода от объекта оценки и коэффициента капитализации или дисконтирования, соотношение которых и позволяет оценить объект.

3. Сравнительный подход базируется на сравнении оцениваемого объекта с аналогичными по полезности объектами с внесением поправок, учитывающих различия между ними.

4. Рентный подход к оценке туристско-рекреационных ресурсов и потенциала территории основывается на дифференциальной ренте. Туристская рента рассматривается как реальный источник поступления дополнительных финансовых средств в бюджет страны. Механизм определения ренты заключается в установлении платежей за природопользование, которые зависят от интенсивности использования туристских ресурсов. Рентная оценка позволяет определить дополнительные затраты, которые могут возникнуть в связи с выбытием определенного ресурса из эксплуатации (например, замены рекреационного использования леса эксплуатационным). Методика определения рентной оценки еще окончательно не разработана.

5. Внерыночные подходы к оценке заключаются в определении суммы, которую общество, социум или человек готовы потратить на сохранение объекта оценки и/или пользование им [7].

Следует отметить, что проведение экономической оценки туристских ресурсов предполагает также анализ показателей эффективности использования туристских ресурсов в регионе, отражающих количественный объем реализации туристских услуг и их качественную сторону. Экономическая оценка туристско-рекреационных ресурсов и потенциала территории имеет важное хозяйственное значение в функционировании и развитии географических подсистем ТТРС и поэтому нуждается в своем дальнейшем развитии. При этом особое место должно быть отведено формированию и развитию туристско-рекреационного кадастра и экономической туристско-рекреационной кадастровой оценке ресурсов [5, с.68].

Система оценки рекреационных ресурсов представлена на рис. 1.

Рис.1 Система оценки рекреационных ресурсов

Кадастровые оценки ресурсного потенциала применяются на региональном и народнохозяйственном уровнях. Анализ отечественного и зарубежного опыта в области создания кадастров показывает, что кадастровая система оценки лежит в основе управления многими природными ресурсами, а именно: земельными, водными, лесными, минеральными [8, с.123]. В целом кадастр должен содержать не только данные о состоянии ресурса, но и эксплуатационную оценочную характеристику. При разработке кадастра туристских ресурсов должны использоваться не только результаты интегральных, дифференциальных рентных оценок, но и экспертных оценок привлекательности туристских ресурсов, которые получают путем опросов и социально-экономического мониторинга. На основе анализа ресурсных возможностей туристской территории формируется структурная таблица кадастра туристских ресурсов.

Кадастровому учету подлежат основные группы туристских ресурсов:

- 1) ресурсы, формирующие туристский интерес, которые являются одним из важнейших элементов, составляющих туристский продукт;
- 2) инфраструктурные ресурсы;
- 3) природно-рекреационные ресурсы.

Кадастр разрабатывается на основе анализа, систематизации и обобщения географической, геологической, технологической и экономической информации о состоянии природных ресурсов. При этом экономическая оценка природно-рекреационных ресурсов методически и практически разработана слабо и является наиболее трудным этапом кадастровой оценки. Экономическая оценка возможна только для тех рекреационных ресурсов, народно-хозяйственный эффект от которых можно измерить (для минеральных вод, лечебных грязей, леса, поверхностных вод, природных национальных парков) [10, с.50].

Наибольшие трудности связаны с определением состава показателей кадастра, выбором и расчетом технических и экономических параметров, определением оцениваемого критерия. При этом оцениваемые данные должны быть сопоставимы и должны обеспечивать возможность туристско-рекреационного районирования.

Создание единой комплексной модели кадастра туристских ресурсов является необходимым для комплексного планирования развития туризма в том или ином регионе, для разработки целевых программ и концепций развития туризма. Кадастровая оценка туристских ресурсов позволяет выявить сильные и слабые стороны территории, как с точки зрения специалистов, так и с точки зрения туристов. Для Белгородской области кадастровая оценка рекреационных земель была проведена Королевой И.С. (2009).

На основе комплексной оценки туристско-рекреационного потенциала Белгородской области, проведенной автором, и кадастровой оценки рекреационных земель, удалось разделить рекреационное пространство региона на эколого-туристско-рекреационные зоны и районы с различной степенью природоохранной, научной и рекреационной ценности.

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Обобщая вышесказанное можно утверждать, что при спорности и неоднозначности подходов, комплексная оценка туристско-рекреационных ресурсов и потенциала территории имеет важное хозяйственное значение и поэтому нуждается в своем дальнейшем развитии.

Результаты проведенного анализа показали, что оценка туристско-рекреационного потенциала территории должна проводиться с учетом нескольких аспектов: функционального, санитарно-гигиенического, психолого-эстетического, технико-экономического и природоохранного, так как комплексный характер рекреационных ресурсов требует сочетания всех типов оценки для определения их интегральной ценности и форм рекреационного освоения территории. Основой для проведения экономической оценки рекреационных ресурсов должен стать кадастровый учет, который на основании оценочных показателей географического, экономического и экологического характера позволит решить задачу рационального природопользования в сочетании с удовлетворением рекреационных возможностей населения. Результаты оценки ресурсного потенциала должны служить основанием для научного обоснования долгосрочных целевых программ развития туризма. Они позволяют повысить эффективность реализации этих программ, улучшить экономические показатели не только туристской отрасли, но и региональной экономики в целом.

Анализ проблемы позволяет утверждать, что интегральная оценка туристско-рекреационного потенциала территории имеет высокую практическую направленность, что делает ее достаточно актуальной и требует совершенствования имеющихся и разработки новых подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала регионов.

Список используемых источников:

1. Гаврилов А. И. Развитие ресурсного потенциала туризма на региональном уровне: социально-экономические факторы // Проблемы теории и практики управления. 2011. № 11. С. 50-55.
2. Комарова М.Е. Методологические подходы к оценке туристско-рекреационного потенциала: региональный аспект // Монография. Белгород.: ИПК НИУ «БелГУ», 2011. 144 с.
3. Комарова М.Е. Туристско-рекреационный потенциал региона: понятие, структура и уровни исследования // Актуальные проблемы экономики, менеджмента, маркетинга: сб. материалов Международной научно-практической конференции. Белгород.: ИПК НИУ «БелГУ», 2009. С. 170-173.
4. Кружалин В.И., Мироненко Н.С., Зигерн-Корн Н.В., Шабалина Н.В. География туризма. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 336 с.
5. Робинсон Б.В., Ушакова Е.О. Вопросы повышения эффективности управления региональными ресурсами развития туризма // Вестник СГГА. 2013. Вып. 4. 24. С. 63-72.
6. Севастьянова С.А. Экологический менеджмент в туризме. СПб. : СПбГИЭУ, 2004. С. 114-115.
7. Саранча М.А. Потенциал и организация туристско-рекреационной деятельности в Удмуртской Республике. URL: <http://dlib.rsl.ru/01005091118>
8. Ушакова Е. О. Кадастр природных ресурсов как основа модели комплексной оценки туристских ресурсов региона // Сервисные технологии. Теория и практика: сб. науч. трудов. Новосибирск.: НГТУ, 2011. Вып. 3. С. 121-125.
9. Ушакова Е. О. Методический подход к комплексной оценке ресурсов развития туризма региона // Региональная экономика: теория и практика. 2013. № 48. С. 42-49
10. Ушакова Е.О., Золотарев И.И., Вдовин С.А. Методологические основы оценки ресурсов развития туризма региона: монография. Новосибирск: СГГА, 2014. 194 с.

References:

1. Gavrilov A.I. Development of resource potential of tourism at the regional level: socio-economic factors. Problems of the theory and practice of management. 2011. No. 11. P. 50-55.
2. Komarova M.E. Methodological approaches to an assessment of tourist and recreational potential: regional aspect: monograph. Belgorod: IPK NIU "BELGU", 2011. 144 p.
3. Komarova M.E. Tourist and recreational capacity of the region: concept, structure and levels of research. Actual problems of economy, management, marketing. Belgorod: IPK NIU "BELGU", 2009. P. 170-173.
4. Kruzhalin V.I., Mironenko N.S., Zigern-Korn N.V., Shabalin N.V. Tourism geography. M.: Federal Tourism Agency, 2014. 336 p.
5. Robinson B.V., Ushakova E.O. Questions of increase of effective management of regional resources of development of tourism. SGGA Bulletin. 2013. Vol. 4. P. 63-72.
6. Sevastyanova S.A. Ekologichesky management in tourism. SPb., 2004. P. 114-115.
7. Sarancha M.A. Potentsial and the organization of tourist and recreational activity in the Udmurt Republic. URL: <http://dlib.rsl.ru/01005091118>
8. Ushakova E.O. Inventory of natural resources as basis of model of a complex assessment of tourist resources of the region. Service technologies. Theory and practice: сб. науч. works. Novosibirsk.: NGTU, 2011. Vol. 3. P. 121-125.
9. Ushakova E.O. Metodichesky approach to a complex assessment of resources of development of tourism of the region. Regional economy: theory and practice. 2013. No. 48. P. 42-49
10. Ushakova E.O., Zolotarev I.I., Vdovin S.A. Methodological bases of an assessment of resources of development of tourism of the region: monograph. Novosibirsk: SGGA, 2014. 194 p.

© 2015, Комарова М.Е.

Типология методологических подходов к оценке туристско-рекреационного потенциала региона

© 2015, Komarova M.E.

The typology of methodological approaches to the assessment tourism potential

DOI: 10.17117/nv.2015.03.026

Поступила (Received): 21.09.2015

ship@mgau.ru

Шаляпина И.П., Толстошеин К.В.
Условия прогрессивного развития молочного
скотоводства в долгосрочной перспективе

Shalyapina I.P., Tolstoshein K.V.
Conditions of progressive development
of dairy cattle breeding in the long term

В статье рассмотрены теоретические основы воспроизводства молочного скотоводства как главного условия увеличения предложения на потребительском рынке, а также потенциала реализации экономических интересов товаропроизводителей. Выявленные особенности воспроизводства в отрасли в разрезе фаз процесса включают высокую зависимость от биологических процессов в организме крупного рогатого скота, что требует высокой квалификации персонала, задействованного на обслуживании животных и в отрасли кормопроизводства; многовариантность распределения производственных ресурсов по критериям размещения и формирования; необходимость структуризации затрат на производство молока, учитывающую применение оптимальных схем расхода производственных факторов по половозрастным группам животных. Они накладывают ограничения на воспроизводственный контур молочного скотоводства, который представляет собой пропорциональное сочетание инструментов товарно-денежного обращения, позволяющее сохранять равновесие совокупности хозяйствующих субъектов (в том числе государства), ориентирующих свою деятельность на производство и переработку однородной группы товаров, в динамике между фазами воспроизводственного процесса.

Воспроизводственный контур молочного скотоводства является основой возникновения ряда условий, соблюдение которых (или сбалансированное с экономическими возможностями хозяйствующего субъекта противодействие им) будет носить объективный характер

Ключевые слова: молочное скотоводство, воспроизводство

In article theoretical basics of reproduction of dairy cattle breeding as main condition of increase in the offer in the consumer market, and also the potential of realization of economic interests of producers are covered. The revealed features of reproduction in a section of phases of process include high dependence on biological processes in an organism of cattle that demands high qualification of the personnel involved on service of animals and in branch of a forage production in branches; diversity of distribution of production resources by criteria of placement and formation; the need of structurization of costs of production of milk considering application of optimum schemes of an expense of production factors on gender and age groups of animals. They impose restrictions on a reproduction contour of dairy cattle breeding which represents the proportional combination of tools of the commodity-money address allowing to keep balance of set of the economic entities (including the states) focusing the activity on production and processing of uniform group of goods in dynamics between phases of reproduction process. The reproduction contour of dairy cattle breeding is a basis of emergence of a number of conditions which observance (or the counteraction balanced with economic opportunities of an economic entity to them) will have objective character

Key words: dairy cattle breeding, reproduction

Шалыпина Ираида Павловна

Доктор экономических наук, зав. кафедрой
Мичуринский государственный аграрный
университет

г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101

Shalyapina Iraida Pavlovna

Doctor of Economic Sciences, head of Department
Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Internatsionalnaya st., 101

Толстошеин Константин Валерьевич

Аспирант

Мичуринский государственный аграрный
университет

г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101

Tolstoshein Konstantin Valerievich

Graduate student

Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Internatsionalnaya st., 101

В отношении сельского хозяйства как основополагающей отрасли народного хозяйства страны должны быть созданы благоприятные условия для достижения стратегических ориентиров развития отрасли, и, прежде всего, это должно касаться оптимизации сочетания возможностей реализации экономических интересов сельскохозяйственных товаропроизводителей и общественных потребностей, как материального, так и духовного планов. Экономические интересы - это объективные побудительные мотивы субъектов хозяйственной деятельности, связанные с удовлетворением возрастающих потребностей. Их носителями являются работники, коллективы, организации, собственники (акционеры, совладельцы и др.), государство. С одной стороны, их интересы в экономическом поле однонаправлены, поскольку имеют цель получения максимального дохода от бизнеса, но, с другой, входят в противоречие в рамках распределительных отношений по поводу пропорций разделения конечной стоимости продукта между субъектами с предоставлением каждому из них определенной части. Если в рамках отношений между работником и юридическим лицом по поводу оплаты труда, конкретных организаций и собственников по поводу распределения прибыли от хозяйственной деятельности порядок взаимодействия регламентирован гражданским законодательством, а между хозяйствующими субъектами и государством - экономической целесообразностью и общественной справедливостью, то на уровне межотраслевых взаимосвязей в большинстве случаев механизм распределения основан на рыночных принципах соотношения спроса и предложения, а ценообразования - свободных цен. Особенно остро это проявляется в капиталоемких отраслях сельского хозяйства, в частности в молочном скотоводстве. Сельскохозяйственные товаропроизводители, специализирующиеся на производстве продукции этой отрасли, с одной стороны, ограничены уровнем платежеспособного спроса населения (доходы которого имеют тенденцию к снижению в 2014-2015 годах), а, с другой, несмотря на применение льготных тарифов, испытывают жесткое давление роста цен на используемые ресурсы. Таким образом, межотраслевые отношения становятся "узким местом" воспроизводственного процесса в целом лишаящим аграриев части потенциального дохода.

Исходя из вышесказанного, вытекает, что экономической основой реализации интересов сельскохозяйственных товаропроизводителей является воспроизводство. Многие ученые-экономисты определяют его как бесконечный процесс создания, распределения, обмена и потребления материальных благ. Но на каждой фазе воспроизводственного процесса должна создаваться прибавочная стоимость [7], то есть доход участников единой цепи движения продукта, прирост величины которого не будет формироваться за счет прибыли, которая могла бы быть получена на предыдущей

стадии. Именно это позволит организовать одинаковый тип воспроизводства капитала и труда в сферах производства, переработки и торговли.

В современной экономической теории выделяют три типа воспроизводства, критерием оценки которых является объем производства (реализации) аграрного продукта в следующем цикле:

1) простое предполагает неизменное по количеству и качеству производство и потребление.

2) суженное допускает сокращение конечного продукта на потребительском рынке (от заявленного круга сельскохозяйственных товаропроизводителей).

3) расширенное предусматривает увеличение производства аграрного продукта за счет более интенсивного использования производственного, ресурсного, организационного и других видов потенциалов, имеющих в распоряжении сельскохозяйственных товаропроизводителей.

В настоящее время особо остро стоит вопрос обеспечения расширенного воспроизводства молочного скотоводства, которое может быть достигнуто при одновременном использовании возможностей:

1) сочетания отраслей растениеводства и животноводства;

2) использования животных пород адаптированных к территориальным природно-климатическим условиям, что позволит более полно использовать потенциал их продуктивности;

3) внедрения интенсивных технологий производства молока, в том числе ресурсосберегающих;

4) использования более производительной сельскохозяйственной техники;

5) повышения экологической защиты окружающей среды путем своевременной утилизации навоза и навозной жижи;

6) внедрения системы непрерывного обучения персонала, в том числе на рабочем месте.

В молочном скотоводстве воспроизводство отрасли как процесс обладает рядом особенностей (табл. 1). В рамках стратегического развития необходимость организации расширенного воспроизводства отрасли, в том числе молочного скотоводства является начальной точкой формирования цепи побудительных сил развития (рис. 1).

Материальной формой воплощения воспроизводства является воспроизводственный контур. Он представляет собой пропорциональное сочетание инструментов товарно-денежного обращения, позволяющее сохранить равновесие совокупности хозяйствующих субъектов, ориентирующих свою деятельность на производство и переработку однородной группы товаров, в динамике между фазами воспроизводственного процесса (производство, распределение, обмен и потребление). Некоторые авторы подчеркивают закрытый характер воспроизводственного контура экономики [9], но современные подходы к организации взаимодействия между товаропроизводителями, продавцами и потребителями в условиях глобализации делают невозможным и невыгодным получение только отдачи от инвестиционных вложений в разные сферы общественного устройства, а предполагают приобретение резервов дальнейшего повышения эффективности функционирования и развития (главным образом за счет внедрения достижений научно-технического прогресса). Основоположник теории

технико- экономического развития С.Ю. Глазьев [1] фундаментальное положение в эволюции технологических укладов отводит технологическому ядру, то есть в приоритет всегда должен принадлежать реальному производственному сектору экономики.

**Таблица 1. Особенности воспроизводства отрасли
молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях**

Фазы воспроизводственного процесса	Производственные факторы		
	Земельные ресурсы	Материально технические ресурсы	Трудовые ресурсы
Производство	1. Организация кормовых севооборотов на научно обоснованных принципах 2. Включение кормовых культур в полевые севообороты 3. Проведение почвозащитных мероприятий	1. Стационарность 2. Скорость оборота капитала зависит от скорости биологических процессов 3. Высокая специализированность оборудования 4. Главное средство производства - с/х животные	1. Отсутствие сезонности. 2. Высокая квалификация персонала. 3. Высокая зависимость результатов труда от здоровья животных.
Распределение	1. По хозяйствам различных категорий 2. По размеру. 3. По территориальному размещению.	В зависимости от: 1) производственного направления агробизнеса; 2) длительности сроков использования фондов и средств; 3) источника финансирования; 4) каналов использования молока	По признаку: возрастного состава; уровня квалификации. функционального наполнения
Обмен	налогообложение	формирование статей затрат "Корма", "Содержание основных средств"	формирование статьи затрат "Оплата труда с отчислениями"
Потребление	Осуществляется в рамках производственных процессов		

Именно он определяет возможности роста производительности труда, а следовательно, возвышающихся объемов потребления конечного продукта в итоге. В отношении молочного скотоводства следует отметить, что эта отрасль сельского хозяйства к настоящему моменту может быть отнесена к четвертому технологическому укладу, предполагающему полную механизацию производственных процессов. Однако, следует отметить, что сочетание возможностей их автоматизации и компьютеризации (система "Меркурий", "1С: сельскохозяйственное предприятие", "1С: селекция в животноводстве. КРС" и др.) при сохранении определенной доли ручного труда (массаж вымени, прикрепление доильного оборудования и др.) в рамках универсальной классификации фактически занимает промежуточное положение 4+.

Рис. 1. Схема стратегического развития хозяйствующего субъекта (совокупности хозяйствующих субъектов)

Но, как указывает Голубев А.В. [2], сельское хозяйство в силу своей специфики, развиваясь по собственной траектории на протяжении всей истории человечества, сочетает многообразие технологических укладов: интенсивно-технократический, естественно-инновационный и натуральный. Каждый из них характерен конкретной категории хозяйств (соответственно сельскохозяйственным организациям, крестьянским (фермерским) хозяйствам, личным подсобным хозяйствам населения). Непреложным является факт, что подобное разграничение продиктовано разным масштабом воспроизводства, возможностями привлечения капитала, земли, трудовых ресурсов. Но необходимо отметить, что исследования профессора А.В. Голубева носят черты исключительно горизонтального среза и динамику изменения технологических укладов характеризовать не могут. Для оценки временных тенденций отклика молочного скотоводства на инновационные решения, предложенные наукой и практикой, важным представляется сформировать эволюционное представление о смене

технологических укладов в молочном скотоводстве и критическом значении инструментов воспроизводственного контура в ней (таблица 2). Это во многом позволит сформировать понимание экономического фундамента для стратегического развития отрасли на основе ретроспективного анализа.

Следует отметить, что молочное скотоводство являлось одной из самых динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства на протяжении XX века. Так, темпы роста продуктивности коров за этот период составили практически 400%, урожайности зерна - только 320%. Кроме того, отрасль "прошла" четыре технологических уклада - от натурального хозяйства со 100%-ным применением ручного труда до применения промышленных методов ведения отрасли с использованием поточно-цеховой технологии производства молока. В разные периоды акцент был сделан на разные инструменты воспроизводственного контура. Во-первых, масштабы их действия зависели от типа экономической системы. Например, рыночные отношения в начале XX века и в 90-е годы определили в качестве критического инструмента ценообразование. Но если первоначально оно имело стимулирующий характер и низкие темпы развития отрасли определялись неадекватной системой налогообложения, то в конце столетия - имело сдерживающее значение и при отсутствии нивелирующей его государственной поддержки воспроизводственный процесс, как таковой, был нарушен. Именно эта причина легла в основу "отброса" молочного скотоводства к уровню 40-50-х годов XX века. Так, в 2000 году по отношению к 1990 году (точка прерывания индустриального технологического уклада) поголовье крупного рогатого скота сократилось на 47,9%, коров - на 39%, валовой надой молока - на 52%. К сожалению, к настоящему времени ситуация, несмотря на расширение воспроизводственного контура (за счет субсидирования), кардинально не изменена, поскольку принципиально не изменены условия функционирования.

В целом, воспроизводственный контур экономической системы является основой возникновения ряда условий, соблюдение которых (или сбалансированное с экономическими возможностями хозяйствующего субъекта противодействие им) будет носить объективный характер.

В семантическом разрезе слово "условие" обозначает: "1) соглашение между несколькими сторонами; 2) статью договора, определяющую обязательство или требование договаривающейся стороны; 3) обстоятельство от которого что-либо зависит; 4) правило, установление которого обеспечивает нормальное функционирование; 5) обстановка, в которой что-либо происходит; 6) предпосылка чего-либо". В контексте экономики "условие развития" можно определить как совокупность обстоятельств, формирующих силу воздействия (побуждающую или сдерживающую) на экономическое поведение сельскохозяйственных товаропроизводителей, имеющего черты рационального или иррационального характера, а также позволяющее изменить устойчивость их функционирования.

Следует выделять условия экономического роста и развития (рисунок 2). Эти категории взаимосвязаны, но не являются тождественными. Это вывел Й. Шумпетер в работе "Теория экономического развития" [12]. Экономический рост представляет собой процесс количественного наполнения товарной

массой экономического пространства за счет мотивирующего, стимулирующего действия рычагов экономического механизма, а также сдерживающих мер декомпенсации совокупных спроса и предложения.

Таблица 2. Эволюция технологических укладов в молочном скотоводстве России

Технологический уклад	Период	Доля ручного труда в общих трудозатратах, %	Надой в расчете на 1 фуражную корову, кг/год	Система/способ содержания	Критические инструменты воспроизводственного контура [4]	
					стимулирующие	сдерживающие
1. Доиндустриальный	1880-1920	100	800-900	Стойловая, стойлово-пастбищная/беспривязное	Ценообразование	Налогообложение
2. Коллективный хозяйствование с механизацией земледелия	1920-1970	40	1100-1200	Стойлово-пастбищная/беспривязное	"	Ограниченность ресурсов
3. Индустриальный	1970-1990	12-15	2600	Стойлово-лазерная, боксовое/беспривязное, привязное	Инвестирование	"
4. Интенсивно-технократический	2000-2020	10	3450	"	Инвестирование, субсидирование	Ценообразование
5. Биотехнологический	2020 и далее	10	6000	"	Ценообразование	Ограниченность ресурсов

Он выступает основой экономического развития, отличие которого состоит в качественной природе. Й. Шумпетер писал: " Поставьте в ряд столько почтовых карет, сколько пожелаете — железной дороги у вас при этом не получится"[12]. Аналогию можно привести и в отношении молочного скотоводства - увеличив поголовье коров без улучшения племенных качеств животных обеспечить рост производительности труда невозможно.

Можно выделить следующие виды условий экономического роста и развития:

1) общеэкономические условия носят универсальный характер для всех сфер экономики, формируются в рамках принятого типа экономической системы (например, паритетность обмена в отраслях и народном хозяйстве в целом, межотраслевая сбалансированность и пропорциональность и другие);

2) специфические условия представляют собой условия функционирования конкретного сектора экономики;

3) отраслевые условия - это совокупность условий, создающих возможности воспроизводства в отдельных подотраслях. Например, инвестиционные субсидии в молочном скотоводстве дополняются средствами на поддержку товарного производства молока.

Рис. 2. Условия экономического роста и развития

Фактически условия находят свое выражение в действии факторов, имеющих свойства, определяемых природой исходных сил. Их сочетание и суммарное влияние диктуют правила экономического поведения хозяйствующих субъектов с целью либо максимизировать собственный доход и увеличить потенциал, либо сократить издержки и снизить риски деятельности.

С точки зрения толкования слова "фактор" С.И. Ожегов [8] определяет его как существенное обстоятельство, Т.Ф. Ефремова [3] - как движущую силу, причину какого-либо процесса, явления, определяющая его характер, а в Энциклопедическом словаре уточнено, что он определяет предельные границы развития. В.И. Ленин [5] подчеркивал, что от соотношения всех действующих сил зависит форма развития (эволюционная, революционная).

Рис. 3. Факторы, влияющие на эффективность молочного производства [10]

Следует отметить, что указанная причинно-следственная связь, хотя и существует, но упускает промежуточную категорию - эффективность. Совокупность влияющих на реальный сектор экономики сил в первую очередь оказывает воздействие на возможности хозяйствующих субъектов обеспечить

достаточную результативность своей деятельности, а динамичный прирост экономического потенциала в дальнейшем обеспечивает "ресурсами" тот или иной тип развития.

Рассматривая современное состояние и тенденции развития молочного скотоводства России, В.М. Пизенгольц [10] выявил и классифицировал по качественному признаку факторы, влияющие на эффективность функционирования отрасли (рисунок 3). В связи с тем, что перед автором не стояла задача систематизировать причины развития отрасли по характеру воздействия (например, угрозы, возможности, сильные стороны, слабые стороны), а также возможности влияния (внешние, внутренние), целесообразно обозначить факторы, относящиеся к внешней среде функционирования сельскохозяйственных организаций, развивающих скотоводство молочного направления. К ним можно отнести: состояние рынка кормовых белковых добавок, доступность отраслевых достижений НТП, экономическую политику государства и другие. Необходимость адекватной оценки внешней среды молочного скотоводства породила применение целого ряда методических подходов, предложенных в рамках как общей методологии стратегического управления, так и с учетом отраслевых особенностей аграрного производства в целом.

В таблице 3 представлен анализ методик SWOT, PEST, STEEP- анализов внешней среды хозяйствующей единицы (или их совокупности), авторских предложений Дж.Барни, Д.К. Лимонина, К.В. Толстошеина, который показал, что оценку такого свойства внешней среды такой как сложность не предусматривает ни одна из включенных в круг исследования методик, свойство изменчивости - частично рассматривается либо может рассматриваться в динамическом анализе при использовании существующего инструментария изучения, и только три последних методических подхода предполагают алгоритмы оценки неопределенности внешней среды через применение вероятностных величин проявления к значениям влияния конкретных факторов.

Таблица 3. Методические подходы к оценке внешней среды

Методика анализа внешней среды	Количественная оценка влияния внешней среды	Количество групп однородных факторов	Оценка неопределенности внешней среды	Связь анализов внешней и внутренней сред	Оценка изменений внешней среды
SWOT-анализ	-	4	-	+	±
PEST- анализ	-	4	-	-	±
STEER-анализ	-	4	-	-	±
"5 сил" (авт. М.Портер)	-	5	-	±	±
Методика Дж. Барни	+	5	+	+	+
Методика Д.К. Лимонина [6]	+	4	+	-	±
Комплексная методика (автор.) [11]	+	5	+	+	±

Условные обозначения:

-- не предусматривает

+ - предусматривает

± - частично предусматривает

Но ему может предшествовать экономический анализ динамики влияния всех факторов, формирующих однородные (по вектору воздействия) группы. Это позволит формулировать адекватную стратегию достижения желаемого состояния отрасли или организации в условиях динамично меняющейся внешней среды и рассматривать наиболее эффективные пути развития, в том числе и во временном ключе.

В целом, необходим системный подход к формированию воспроизводственного процесса в экономике страны в целом и отдельных отраслей народного хозяйства. Это будет способствовать более эффективному управлению развитием через регламентирование условий хозяйствования на разных иерархических уровнях, а также регулированию направленности влияния и силе воздействия комплекса факторов, возникающих как следствие. Молочное скотоводство может получить дополнительный импульс к качественным преобразованиям на основе инноваций, что будет способствовать ускорению воспроизводства и увеличению его производственного потенциала. В связи с тем, что в условиях рыночных отношений решающее значение имеет своевременная, а зачастую превентивная реакция на динамично меняющуюся внешнюю среду, объективную необходимость приобретает выбор методики комплексной оценки влияния внешних факторов.

Список используемых источников:

1. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар, 1993.
2. Голубев А.В. Многообразие технологических укладов как условие эффективного сельского хозяйства. URL.: <http://www.docme.ru/doc/1025045/17.mnogoobrazie-tehnologicheskikh-ukladovkak-uslovie-e-ffekt...>
3. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный словарь. М.: Дрофа, Русский язык, 2000. 1233 с.
4. История скотоводства URL.: <http://biofile.ru/bio/35638.html>
5. Ленин В. Полное собр. сочинений. М.: Издательство политической литературы, 1958. 36520 с.
6. Лимонин Д.К. Стратегия развития молочного скотоводства на основе инноваций (на примере Саратовской области). Дисс. на соиск...канд. экон. наук. 2014. 179 с.
7. Маркс К. Капитал. С-Пб.: ИГ Лениздат, 2013. 512 с.
8. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка. М.: Оникс-ЛИТ, Мир и образование, 2012. 1376 с.
9. Пермякова Г.Ф. Теоретическая методология изучения сущности свободной экономической зоны // Новый университет. 2011. №7. С. 47-54.
10. Пизенгольц В.М. Развитие молочного скотоводства в регионе. Автореф. на соиск... канд.экон. наук, 2012. 36 с.
11. Толстошеин К.В. Влияние внешней среды на формирование стратегического потенциала молочного скотоводства Тамбовской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. №6.
12. Шумпетер Й. Теория экономического развития. М.: Директмедиа Паблишинг, 2008. 433 с.

References:

1. Glazyev S.Yu. Theory of long-term technical and economic development. M.: Vladar. 1993.
2. Golubev A.V. Mnogoobrazie of technological ways as condition of effective agriculture. URL.: <http://www.docme.ru/doc/1025045/17.mnogoobrazie-tehnologicheskikh-ukladovkak-uslovie-e-ffekt...>
3. Efremova T.F. New dictionary of Russian. Sensible and word-formation dictionary. M.: Bustard, Russian, 2000. 1233 p.
4. Cattle breeding history. URL: <http://biofile.ru/bio/35638.html>
5. Lenin V. Polnoye sobr. compositions: in 55 volumes. M.: Publishing house of political literature, 1958. 36520 p.

6. Limonin D.K. *Strategy of development of dairy cattle breeding on the basis of innovations (on the example of the Saratov region)*. Dissert.... Candidate of Economic Sciences. 2014. 179 p.
7. Marx K. *Capital*. S-Pb.: IS Lenizdat, 2013. 512 p.
8. Ojegov S.I. *Explanatory dictionary of Russian*. M.: Onyx LITAS, World and education, 2012. 1376 pages.
9. Permyakova G.F. *Teoretichesky methodology of studying of essence of free economic zone* // New university. 2011. No. 7. P. 47-54.
10. Pizengolts V.M. *Development of dairy cattle breeding in the region*. Avtoref. on Doctor of Economic Sciences, 2012. 36 p.
11. Tolstoshein K.V. *Influence of environment on formation of strategic potential of dairy cattle breeding of the Tambov region*//Bulletin of Michurinsk state agricultural university. 2015. No. 6.
12. Shumpeter Y. *The theory of economic development*. M.: Direktmedia of Publishing, 2008. 433 p.

© 2015, Шаляпина И.П., Толстошеин К.В.

Условия прогрессивного развития молочного скотоводства в долгосрочной перспективе

© 2015, Shalyapina I.P., Tolstoshein K.V.

Conditions of progressive development of dairy cattle breeding in the long term

DOI: 10.17117/nv.2015.03.038

Поступила (Received): 24.09.2015

info@sfedu.ru

Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Алексеев Д.М. Реализация поиска слайдовых пар для алгоритма шифрования Магма с использованием технологии MPI

**Babenko L.K., Ischukova E.A., Alekseev D.M.
Implementing of slide pairs' searching for encryption
algorithm Magma with using MPI technology**

В статье рассмотрены основные механизмы применения слайдовой атаки к симметричным блочным шифрам. Рассмотрена возможность применения слайдовой атаки для оценки стойкости алгоритма шифрования данных Магма в случае использования слабых ключей шифрования. Приведен пример слайдовой пары для рассматриваемой схемы анализа применительно к шифру Магма. Основной задачей при слайдовой атаке является поиск слайдовых пар. Для сокращения времени анализа разработан и реализован параллельный алгоритм, осуществляющий непересекающийся полный перебор правой части парного текста для поиска слайдовой пары с использованием технологии MPI. На основе готовой реализации получены обширные экспериментальные данные, отражающие скорость поиска слайдовой пары в зависимости от параметров исследуемого шифра, а также конфигурации вычислительной сети. По полученным практическим данным построены и проанализированы графики временных зависимостей. В заключении статьи дана оценка эффективности самого подхода к поиску слайдовых пар, сделаны предположения о дальнейших направлениях развития данного метода анализа
Ключевые слова: криптография, блочный шифр

The article describes the basic mechanisms of the application of the slide attack to symmetric block ciphers. In the article there is described the possibility of using a slide attack for assessing the stability of the algorithm encryption Magma in the case of weak encryption keys. There is given an example of a slide pair for the scheme of analysis in relation to the code of Magma. The main objective of the slide attack is searching for slide pairs. To reduce the time of analysis we developed and implemented a parallel algorithm that performs disjoint exhaustive search of the right side of a pair of text to search for a pair of slide technology with MPI. On the basis of the final implementation was received the extensive experimental data that reflect the search of the speed slide pair depending on the parameters of the test code number, and configuration of the computer network. The graphs of time dependences are constructed and analyzed on the derived test data. In conclusion of the article there is given the appraisal of effectiveness of the approach to the search for slide pairs, the assumptions about the future directions of development of this method of the analysis are made

Key words: cryptography, block cipher

Бабенко Людмила Климентьевна
Доктор технических наук, профессор
Южный федеральный университет
г. Таганрог, ул. Чехова, 2

Babenko Ludmila Klimentievna
Doctor of Technical Sciences, Professor
Southern Federal University
Taganrog, Chehov st., 2

Ищукова Евгения Александровна
Кандидат технических наук, профессор
Южный федеральный университет
г. Таганрог, ул. Чехова, 2

Ischukova Evgeniya Alexandrovna
Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Southern Federal University
Taganrog, Chehov st., 2

Алексеев Дмитрий Михайлович
Студент
Южный федеральный университет
г. Таганрог, ул. Чехова, 2

Alekseev Dmitry Mihaylovich
Student
Southern Federal University
Taganrog, Chehov st., 2

*Работа выполнена при поддержке гранта
РФФИ № 15-37-20007-мол-а-вед.*

Введение (Introduction)

С 1 января 2016 года в России в силу вступит новый криптографический стандарт ГОСТ Р 34.12-2015 "Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры"[1, с.2]. В его состав войдут два алгоритма шифрования: ныне действующий стандарт шифрования ГОСТ 28147-89 и новый блочный алгоритм шифрования Кузнечик. В составе нового стандарта действующий алгоритм шифрования ГОСТ 28147-89 именуется как Магма.

Магма представляет собой симметричный блочный алгоритм шифрования с размером блока входных данных 64 бита, секретным ключом 256 бит и 32 раундами шифрования. Подробнее ознакомиться с работой алгоритма шифрования данных Магма можно в [1, с. 9].

Исходя из того, что ныне действующий стандарт шифрования ГОСТ 28147-89 вошел и в состав нового стандарта шифрования (как шифр «Магма»), его анализ является весьма актуальной задачей. Дело в том, что современный мир криптоанализа предлагает достаточно большой объем исследований в области таких популярных методов атак на алгоритм ГОСТ 28147-89 как дифференциальный и линейный криптоанализ[2, с. 80 – 84; 3, 34 – 61; 4, 132 – 140], в то время как слайдовая атака применительно к данному шифру рассмотрена не так основательно. В связи с этим актуальность рассмотрения именно слайдовой атаки применительно к шифру «Магма» наиболее целесообразна.

Метод слайдовой атаки впервые был предложен А. Бирюковым и Д. Вагнером[2, с. 245; 3, с. 589]. Рассмотрим подробнее основные механизмы слайдовой атаки.

На рис. 1 показан процесс зашифрования n -битового открытого текста X_0 , в результате которого получается шифр-текст X_r . Здесь X_j обозначает промежуточное значение данных после j -го раунда зашифрования, так что

$$X_j = F_j(X_{j-1}, k_j),$$

где $j = 1, 2, 3 \dots r$.

Рис. 1. Схема обычного блочного алгоритма шифрования

Функция F называется слабой в том случае, если при известных двух равенствах $F(x_1, k) = y_1$ и $F(x_2, k) = y_2$ ключ k легко определяется. На рис. 2 показано,

как может быть применена слайдовая атака к алгоритмам шифрования такого типа [4, с. 192; 5, с. 102].

Рис. 2. Схема обычной слайдовой атаки

Идея заключается в том, что можно сопоставить один процесс зашифрования с другим таким образом, что один из процессов будет «отставать» от другого на один раунд. Пусть, X_0 и X_0' обозначают исходные открытые тексты, $X_j = F_j(X_{j-1})$ и $X_j' = F_j(X_{j-1}')$, где $j = 1, 2, 3 \dots r$. Идея заключается в том, что если мы имеем такую пару значений, что $X_1 = X_0'$, то мы также будем иметь соответствующую им пару значений, такую что $X_r = X_{r-1}'$. Предположим, что $X_j = X_{j-1}'$, тогда мы можем сказать, что $X_{j+1} = F(X_j) = F(X_{j-1}') = X_j'$. Пара открытых текстов и соответствующих им шифр-текстов (P, C) , (P', C') называется слайдовой парой в том случае, если $F(P) = P'$ и $F(C) = C'$ [4, с. 192; 5, с. 102].

Слайдовая атака проходит следующим образом. Мы получаем $2^{n/2}$ пар открытый – закрытый текст (P_i, C_i) , и ищем среди них слайдовые пары. Согласно парадоксу дней рождений, мы ожидаем найти хотя бы одну пару индексов i, i' , такую, что $F(P_i) = P_{i'}$ и $F(C_i) = C_{i'}$ одновременно выполняются для некоторого ключа. После того, как слайдовая пара найдена, мы можем найти некоторые биты подключа. В том случае, если раундовая функция слабая, мы можем найти весь подключ данного раунда. Для нахождения оставшихся битов секретного ключа необходимо определить следующую слайдовую пару, и с ее помощью провести анализ. Таким образом, достаточно найти всего несколько слайдовых пар для полного определения битов секретного ключа, что и является задачей, стоящей перед криптоаналитиком. Подробнее о применении слайдовой атаки можно прочесть в работе [2, с. 245-259; 3, с. 589-606; 6, с. 43].

Таким образом, целью нашей работы является разработка параллельного алгоритма (с использованием технологии MPI) поиска слайдовых пар применительно к алгоритму шифрования «Магма», а также оценка временных характеристик как процесса шифрования, так и самого поиска слайдовых пар.

Решение данных задач предполагает выполнение следующих этапов исследования:

1. Реализация алгоритма шифрования данных «Магма»;
2. Реализация параллельного алгоритма шифрования данных;
3. Разработка и реализация параллельного алгоритма поиска слайдовых пар.

Предполагается, что параллельность алгоритма позволит повысить скорость его работы, увеличивая число процессов.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Помимо актуальности и современности слайдовой атаки, есть и практический аспект ее применения к шифру «Магма». В связи с тем, что для данного алгоритма шифрования отсутствует функция выработки подключей, существует возможность использования однотипных подключей.

В данной работе нами была рассмотрена задача поиска слайдовой пары для случая, когда в алгоритме шифрования Магма используется один и тот же раундовый подключ, который используется в каждом из 32 раундов шифрования. Это теоретически возможно в 2^{32} случаях из 2^{256} , так как в Магме отсутствует функция выработки раундовых подключей. Поиск слайдовой пары путем полного перебора правой части парного текста представлен на рис. 3. Сначала необходимо зафиксировать один текст (входную 64-х битную последовательность) и левую часть парного текста, равную правой (исходной) части фиксированного текста. Правая часть парного текста определяется путем полного перебора. Затем обе входные последовательности для каждой перебираемой правой части парного текста шифруются с помощью блочного алгоритма шифрования Магма. После чего проверяется критерий правильности правой части (что позволяет определить, является ли исходная пара текстов слайдовой парой), а именно: левая часть шифр-текста, полученная для фиксированного текста, должна быть равна правой части шифр-текста, полученной для парного текста, в котором перебирается правая часть.

В результате был разработан и реализован алгоритм, состоящий из следующих шагов:

1. Зафиксировать один текст (входную 64-х битную последовательность) и левую часть парного текста, равную правой (исходной) части фиксированного текста.
2. Определить правую часть путем полного перебора ее возможных значений (от 0x00000000 до 0xffffffff).
3. Зашифровать фиксированный текст, а также парный текст (с перебираемой на текущем этапе правой частью).
4. Проверить критерий отбора слайдовых пар: левая часть шифр-текста, полученная для фиксированного текста, должна быть равна правой части шифр-текста, полученной для парного текста, в котором перебирается правая часть. Перейти к шагу 2.
5. После полного перебора правой части парного текста сформировать результат о поиске слайдовых пар.

Рассмотрим пример слайдовой пары.

Пусть, исходный открытый фиксированный текст представляет собой следующую 64-х битовую последовательность: 0xfedcba9876543210, где 0xfedcba98 – левая часть, а 0x76543210 – правая часть фиксированного текста. При ключе шифрования

$K = 0xffeedddccffeedddccffeedddccffeedddccffeedddccffeedddccffeedddcc$

слайдовой парой к данному фиксированному тексту будет являться следующая 64-х битовая последовательность: 0x7654321028da3b14. Проверим, так ли это. Зашифруем исходный фиксированный текст. Результат зашифрования

представляет собой: 0xef04eacbbad969b9. Теперь зашифруем парный текст. Результат зашифрования представляет собой: 0xeb2e2421ef04eacb.

Рис. 3. Схема поиска слайдовой пары

Проверим критерии отбора слайдовых пар:

1. Левая часть парного текста равна правой (исходной) части фиксированного текста (0x76543210).

2. Левая часть шифр-текста, полученная для фиксированного текста, равна правой части шифр-текста, полученной для парного текста (0x ef04eacb).

Рассмотрим теперь реализацию параллельного алгоритма с использованием технологии MPI для поиска слайдовых пар текстов, необходимых для проведения слайдовой атаки на алгоритм шифрования Магма.

MPI – это интерфейс передачи сообщений (MessagePassingInterface), ориентированный, в первую очередь, на разработку программ для систем с распределенной памятью. По сути, MPI представляет собой библиотеку функций и описания типов данных, предназначенную для распараллеливания программ,

написанных на языках программирования Си и Фортран. Средства библиотеки MPI направлены на облегчение взаимодействия (которое сводится к обмену данными и синхронизации) процессов параллельной программы [6, с. 99].

Одним из достоинств программ, разработанных с использованием библиотеки MPI, является возможность их использования как на специально оборудованном кластере, так и на кластере, состоящем из обычных ПЭВМ, связанных между собой сетью [6, с. 99].

Пожалуй, самой распространенной реализацией MPI является MPICH. Данная реализация разработана исследователями из Аргонской национальной лаборатории США (ArgonneNationalLaboratory, USA). Данная библиотека является свободно распространяемой [6, с. 100]. Важным достоинством использования данной реализации является тот факт, что существуют версии данной библиотеки для всех популярных операционных систем. Именно поэтому для выполнения поставленной задачи мы используем пакет MPICH.

Рассмотрим применимость данной технологии к параллельному поиску правых частей парных текстов. В начале работы программы осуществляется шифрование фиксированного текста. После того, как инициализирована библиотека MPI, выполняется функция определения числа процессов `size` и функция определения рангов (идентификаторов) `myrank` процесса.

```
MPI_Init(&argc, &argv);  
MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &myrank);  
MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &size);
```

Затем каждый процесс получает свой диапазон для вычислений, а именно, правую часть парного фиксированному текста. Левая часть парного текста, как упоминалось нами ранее, равна правой части фиксированного текста. Правая часть парного текста программно определяется, как сумма ранга (идентификатора) процесса и числа процессов. Таким образом, правая часть парного текста будет перебираться параллельно всеми процессами в рамках своего диапазона. Тот факт, что каждый процесс имеет свой уникальный ранг, и то, что нумерация ранга начинается с нуля, обеспечит полный неповторяющийся для разных процессов перебор правой части. После того, как процесс обработал и проверил на «слайдовость» текущую правую часть, он увеличивает ее значение на количество процессов. Описанное выше программно реализовано следующим образом:

```
right_slaid = myrank;  
while(right_slaid <= (0xffffffff - size + 1))  
{  
    right_slaid_result = find_slaid(right_slaid);  
    right_slaid = right_slaid + size;  
    if(right_slaid_result != 0)  
    {  
        fprintf(slaid_file, "Slaid pair: %x \n",  
right_slaid_result);  
        fflush(slaid_file);  
    }  
}
```


Наглядно алгоритм распараллеливания процесса поиска слайдовых пар представлен на рис. 4.

Результаты (Results)

Прежде, чем рассмотреть временные характеристики поиска слайдовой пары, необходимо оценить временные характеристики применительно к процессу шифрования, который, очевидно, будет являться основой для поиска слайдовой пары.

Рис. 4. Алгоритм распараллеливания

Экспериментальные данные при шифровании блоков алгоритмом Магма получены с использованием IntelCore i5 – 3320M CPU, 2.60 GHz, 4 Gb RAM. Так, шифрование одного блока данных осуществляется около 0.000007 сек. Результаты измерений времени для различного количества входных блоков представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений времени для различного кол-ва входных блоков

Количество входных блоков	Время шифрования, мсек
1	0.007
512	2.967
1024	5.706
4096	22.785
8192	47.713
16384	91.175

По полученным результатам построен график зависимости времени от количества шифруемых входных блоков. График представлен на рис. 5.

Рис. 5. График зависимости времени от количества шифруемых входных блоков

Теперь проведем временную оценку шифрования 16384 блоков с помощью алгоритма «Магма» для разного количества процессов (параллельное вычисление). Так, например, шифрование 16384 блоков одним процессом занимает 91.175 мсек. Результаты измерений времени для различного количества процессов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерений времени шифрования для различного количества процессов

Количество процессов	Время шифрования, мсек
1	91.175
2	48.698
4	37.797
8	22.674
16	12.368

По полученным результатам построен график зависимости времени от количества процессов при шифровании 16384 блоков данных. График представлен на рис. 6.

Рис. 6. График зависимости времени шифрования от количества процессов

Рассмотрим временные характеристики при осуществлении поиска слайдовых пар путем полного перебора правой части фиксированного текста. Результаты измерений времени для различного количества процессов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты измерений времени поиска слайдовых пар для различного кол-ва процессов

Количество процессов	Время шифрования, сек
1	26900,979194
2	16765.134295
4	9913.899299
8	5943.140347

По полученным результатам построен график зависимости времени поиска слайдовых пар от количества процессов. График представлен на рис. 7.

Рис. 7. График зависимости времени поиска слайдовых пар от количества процессов

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Очевидно, что при оценке временных характеристик процесса шифрования согласно алгоритму «Магма» без применения параллельных технологий получена практически линейная зависимость (некоторые искажения связаны с погрешностью времени при проведении шифрования), отражающая увеличение времени шифрования при увеличении количества шифруемых блоков. Однако цель проведения таковой оценки состояла не в выявлении столь очевидной характеристики, а в демонстрации быстроедействия реализации алгоритма.

В целом же, шифрование данных осуществляется с достаточно высокой скоростью. Это связано с тем, что всей операции при шифровании программно реализованы с использованием только лишь двоичных операций.

Практически полученная зависимость времени шифрования от количества шифрующих процессов отражает снижение количества времени, затрачиваемого на шифрование одинакового количества блоков, при увеличении количества процессов (некоторые искажения связаны также с погрешностью оценки времени при проведении шифрования).

Отметим, что полный перебор какой-либо величины – задача, решение которой требует больших затрат временного ресурса. В связи с этим, нами и был реализован алгоритм, осуществляющий параллельный непересекающийся перебор правой части парного текста. Как уже было сказано ранее, принцип его работы представлен на рис. 4. В ходе исследований показано, что параллельность алгоритма позволяет повысить скорость его работы, увеличивая число процессов. Так, например, поиск слайдовой пары при использовании двух процессов занимает в 1,7 раза больше времени, чем аналогичное вычисление для четырех процессов.

Разработанный и реализованный параллельный алгоритм является достаточно эффективным с точки зрения реализации, но сам подход к поиску слайдовых пар основывается на однотипности подключей и назвать его максимально эффективным нельзя. В связи с этим наши дальнейшие исследования в области слайдовой атаки на шифр «Магма» связаны с разработкой алгоритма поиска слайдовых пар для 2-х и 4-х однотипных подключей, а затем его применение к анализу полного шифра.

Список используемых источников:

1. Криптографическая защита информации Блочные шифры. URL: https://www.tc26.ru/standard/gost/GOST_R_3412-2015.pdf
2. Бирюков А., Вагнер Д. Слайдовые атаки // Труды быстрого программного шифрования, 1999. №1636. Лекции в области компьютерных наук. С. 245-259.
3. Бирюков А., Вагнер Д. Расширенная слайдовая атака. Достижения в криптологии // Еврокрипт. 2000. № 1807. Лекции в области компьютерных наук. С. 589-606.
4. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа. Москва: Гелиос АРВ, 2006. 376 с.
5. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. Криптоанализ современных систем защиты информации. Актуальные аспекты защиты информации. Монография. Т.: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. С. 102-180.
6. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Сидоров И.Д. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации. М.: Горячая линия Телеком, 2014. 304 с.
7. Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Сидоров И.Д. Применение параллельных вычислений при решении задач защиты информации // Программные системы: теория и приложения. 2013. Т. 4. № 3-1 (17). С. 25-42.
8. Babenko L.K., Ishchukova E.A., Maro E.A., Research about Strength of GOST 28147-89 Encryption Algorithm. Proceedings of the 5th international conference on Security of information and networks. NY, 2012. P. 80-84.
9. Babenko L., Ischukova E., Maro E. GOST Encryption Algorithm and Approaches to its Analysis. Theory and Practice of Cryptography Solutions for Secure Information Systems, IGI Global book series Advances in Information Security, Privacy, and Ethics (AISPE) Book Series, Published in the United States of America by Information Science Reference. P. 34-61.
10. Babenko L., Ishchukova E. Influence of S-Boxes to the Resistance of GOST Algorithm against Linear Cryptanalysis. Proceedings of the 6th international conference on Security of information and networks. NY, 2013. P. 132-140.

References:

1. Cryptography Block ciphers. URL: https://www.tc26.ru/standard/gost/GOST_R_3412-2015.pdf
2. A. Biryukov, D. Wagner, Slide attacks // *Proceedings of fast software encryption 1999*. No. 1636. *Lectures in computer science*. P. 245-259.
3. Biryukov A., Wagner D. Advanced slide attacks. *Advances in cryptology* // *Eurocrypt. 2000*. No. 1807. *Lectures in computer science*. P. 589-606.
4. Babenko L. K., E. A. Isakova *Modern block encryption algorithms and methods of analysis*. Moscow.: Gelios ARV, 2006. 376 p.
5. Babenko L. K., E. A. Isakova *Cryptanalysis of modern systems of information protection. Current aspects of information security*. Monograph. T: Izd-vo TTI yufu, 2011. P. 102-180.
6. Babenko L. K., Isakova E. A., Sidorov I. D. *Parallel algorithms for solving problems of information security*. M.: hotline Telecom, 2014. 304 p.
7. Babenko L. K., Isakova E. A., Sidorov I. D. Application of parallel computing in solving problems of information protection // *Program systems: theory and applications*. 2013. Vol. 4. No. 3-1 (17). P. 25-42.
8. Babenko L.K., Ishchukova E.A., Maro E.A., Research about Strength of GOST 28147-89 Encryption Algorithm. *Proceedings of the 5th international conference on Security of information and networks*. NY, 2012. P. 80-84.
9. Babenko L., Ischukova E., Maro E. *GOST Encryption Algorithm and Approaches to its Analysis. Theory and Practice of Cryptography Solutions for Secure Information Systems*, IGI Global book series *Advances in Information Security, Privacy, and Ethics (AISPE) Book Series*, Published in the United States of America by Information Science Reference. P. 34-61.
10. Babenko L., Ishchukova E. Influence of S-Boxes to the Resistance of GOST Algorithm against Linear Cryptanalysis. *Proceedings of the 6th international conference on Security of information and networks*. NY, 2013. P. 132-140.

© 2015, Бабенко Л.К., Ищуклова Е.А., Алексеев Д.М.
Реализация поиска слайдовых пар для алгоритма
шифрования Магма с использованием технологии
MPI

© 2015, Babenko L.K., Ischukova E.A., Alekseev D.M.
Implementing of slide pairs' searching for encryption
algorithm Magma with using MPI technology

DOI: 10.17117/nv.2015.03.050

Поступила (Received): 24.09.2015

dgma@dgma.donetsk.ua

**Кассов В.Д., Гавриш П.А., Бережная А.Д.,
Соболев-Бутовченко Е.А.**

**Особенности сталемедных сварных
швов перегружателя TAKRAF**

**Kassov V.D., Gavrish P.A., Berezhnaya A.D.,
Sobolev-Butovchenko A.E.**

**Features steel and cooper of welded
seams of a loading crane TAKRAF**

Тяжелый режим работы, циклические эксплуатационные нагрузки на металлоконструкцию, коррозионная среда приводят к появлению дефектов метал-локонструкции, а сварные швы металлоконструкций играют особую роль в обеспечении их надежной эксплуатации, поэтому от того как спроектирован сварной узел, соблюдалась ли технология сварки при его изготовлении, зависит эксплуатационная долговечность подъемно-транспортного оборудования, для чего про-ведено обследование сталемедных сварных швов рудно-грейферного перегружателя, установлены основные причины образования дефектов в сталемедных сварных швах металлоконструкций, исследованы факторы влияющие на образование дефектов в результате нарушений технологического процесса сварки, определена критическая скорость сварки для данного технологического процесса, исследуя микроструктуру сварного шва установлено, что с увеличением количества дендритных включений железа (столбчатые кристаллы проникающие вдоль границы сплавления в медь), расположенные перпендикулярно границе сплавления проникают в медь на расстояние 1,4...2,9мм и тем самым охрупчивают сварной шов снижая усталостную прочность металла и его эксплуатационную надежность работы, таким образом, снижая количество дендритных включений у линии сплавления повышается пластичность сварного шва и усталостная прочность металлоконструкции в целом

Ключевые слова: сталемедные сварные швы, критическая скорость сварки

Heavy operating mode, cyclic operational loads of a metal construction, the corrosion environment provid to emergence of defects of a metal construction, and welded seams of a metalwork play a special role in ensuring their reliable operation, therefore from that as the welded knot is designed, whether the technology of welding at its production was observed the operational durability of the hoisting-and-transport equipment depends, for what examination the steel and cooper of welded seams of an ore and clamshell loading crane is conducted, the main reasons for formation of defects in the steel and cooper of welded seams of a metalwork are established, the factors influencing formation of defects as a result of violations of technological process of welding are investigated, critical speed of welding for this technological process is determined, at research of a microstructure of a welded seam it is established, that with increase in quantity the similar to a tree of inclusions of iron (column crystals the alloyage borders getting lengthways in copper), the alloyages located perpendicular to border get into copper on distance 1,4 ... 2,9mm and by that the welded seam loses plasticity, reducing the fatigue durability of metal and its operational reliability of work thus, reducing quantity the similar to a tree of inclusions at the line of alloyage, plasticity of a welded seam and fatigue durability of a metal construction in general increases

Key words: steel and cooper of welded seams, critical speed of welding

Гавриш Павел Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Кассов Валерий Дмитриевич

Доктор технических наук, профессор
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Соболев-Бутовченко Евгений Александрович

Кандидат химических наук
Начальник лаборатории
Общество с ограниченной ответственностью
«УНИКУМ»
г. Симферополь, ул. Генерала Захарова, 9 А

Бережная Елена Дмитриевна

Кандидат технических наук, доцент
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Донецкая обл., г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72

Gavrish Pavlo Anatoliovich

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Kassov Valeriy Dmitrevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Sobolev-Butovchenko Evgeniy Aleksandrovich

Candidate of Chemistry Sciences
Head of department
limited liability joint-stock company «UNIKUM»
Simferopol, General Zakharov st., 9 A

Berezshnaya Elena Valerievna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Donbass State Engineering Academy
Donetsk Region, Kramatorsk, Shkadinov st., 72

Рудно-грейферные перегружатели TAKRAF – уникальное подъемно-транспортное оборудование, предназначенное для перевалки грузов на промышленных предприятиях (рис.1). Тяжелый режим работы, циклические эксплуатационные нагрузки на металлоконструкцию, коррозионная среда приводят к появлению дефектов металлоконструкции [1, 2].

Рис. 1. Рудно-грейферный перегружатель TAKRAF

Сварные швы металлоконструкций играют особую роль в обеспечении их надежной эксплуатации. От того как спроектирован сварной узел, соблюдалась ли технология сварки при его изготовлении зависит эксплуатационная долговечность оборудования [3].

При обследовании сталемедных сварных швов выполненные в узлах троллейного питания перегружателя обнаружены дефекты – трещины в сварном шве (рис.2). Причины и места появления трещин были исследованы в испытательной лаборатории технической диагностики ДГМА.

Рис. 2. Дефекты сварного шва

Обнаруженные дефекты: несплавление и кристаллизационная трещина в сварном шве свидетельствуют о нарушениях технологического процесса сварки [4]. При сварке медных конструкций, зарождение трещины и ее дальнейшее развитие происходит в результате разрушение связей по границам зерен. Это объясняется недостаточным раскислением металла сварного шва. В процессе охлаждения после первичной кристаллизации растворимость кислорода в сварном шве уменьшается. По границам кристаллитов выделяется чрезмерная фаза закиси меди в виде хрупкой прослойки. Пластичность такого металла очень низкая. При наличии напряжений в конструкции, превышающих пластичность металла, происходит образование трещины. На процесс образования трещины влияет и погонная энергия сварки. Разнородные металлы медь и железо отличаются друг от друга коэффициентами теплопроводности. Коэффициент теплопроводности меди в 5 раз больше, чем у железа. Поэтому, чем больше скорость сварки (при отсутствии предварительного и сопутствующего подогрева) тем быстрее охлаждается медь и кристаллизационное время формирования сварного шва резко снижается.

Выполнены опытные сварочные работы по сварке меди со сталью при изменении скорости сварки и тока сварки [5]. Образцы меди марки М1р размером 10х80х200мм сваривали стыковым швом со сталью Ст3сп5 ГОСТ 380-94. Режимы сварки приведены в (табл. 1).

Таблица 1. Режимы сварки при проведении исследований

Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет порошковой проволоки, мм	Диаметр порошковой проволоки, мм	Полярность
270-440	28-32	18-34	25	3,0	обратная

При скоростях сварки более 24 м/ч наблюдались кристаллизационные трещины в сварном шве, несплавление сварного шва. На (рис.3) приведена зависимость появления трещин в сварном шве от скорости сварки.

Рис. 3. Зависимость длины трещин в сварном шве от скорости сварки

Рис. 4. Микроструктура границы сплавления

Кроме технологии сварки сталемедных швов, значительную роль в снижении усталостной прочности таких швов играет содержание железа у линии сплавления шва. Чем больше ликвация дендритных включений у линии сплавления, тем меньше пластичность шва [6]. Сварной шов более охрупчен, чем основной металл. Исследуя микроструктуру сварного шва видно (рис. 4), что дендритные включения железа (столбчатые кристаллы проникающие вдоль границы сплавления в медь), расположенные перпендикулярно границе сплавления проникают в медь на расстояние 1,4... 2,9 мм. Тем самым охрупчивая сварной шов.

Циклические напряжения, воздействующие на сварные швы металлоконструкций, разрушают межзеренные связи в металах, особенно когда сварные узлы охрупчены [7, 8]. Таким образом, проведенные исследования, показали закономерность образования дефектов в сталемедных сварных швах. Основные причины: нарушение технологии сварки и повышение содержания железа у границы сплавления.

Выводы:

1. Установлены основные причины образования дефектов в сталемедных сварных швах металлоконструкций.
2. Исследована зависимость роста кристаллизационных трещин в сталемедных швах от скорости сварки.
3. Определена критическая скорость сварки для данного технологического процесса.
4. Выполнен анализ микроструктур сталемедного сварного шва.
5. Установлено, что с увеличением количества дендритных включений железа у линии сплавления, снижается пластичность сварного шва и снижается циклическая прочность сварного соединения.

Список используемых источников:

1. Шепотько В.П., Гавриш П.А. Анализ конструктивного оформления сварных узлов при ремонте крановых металлоконструкций // Подъемные сооружения и специальная техника. 2012. № 4. С. 10-11.
2. Гавриш П.А., Кассов В.Д., Шепотько В.П. Ушкодження кранових металоконструкцій. Діагностика. Ремонт. // Навчальний посібник. Краматорськ: ДДМА, 2012. 280 с.
3. Гавриш П.А., Кассов В.Д. Точність виготовлення зварних конструкцій // Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Краматорськ: ДДМА, 2006. 160 с.
4. Гавриш П.А. Вплив швидкості зварювання на якість зварного з'єднання міді // Вісник Хмельницького національного університету. 2005. № 6. Т. 2. С. 75-78.
5. Васильева Л.В., Чигарев В.В., Гавриш П.А. Оптимизация параметров технологического процесса сварки меди со сталью // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2011. № 1/1 (49). С. 20-24.
6. Gavrish P., Tulupov V. Perfection of the thermal cycle of copper with steel welding. // Research and Development in Mechanical Industry. Vol. 1. Serbia, 2011. P. 174-178.
7. Гавриш П.А. Диффузия меди в сталь на межфазной границе при сварке элементов металлорежущих станков и инструмента. // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Краматорськ: ДДМА, 2012. С. 22.
8. Гавриш П.А., Шепотько В.П. Влияние конструктивных особенностей сварных узлов перегружателя на его работоспособность. // Автоматическая сварка. 2013. № 12. С. 51-54.

References:

1. Shepotko V.P., Gavrish P.A. *Analysis design of welded assemblies in the repair of crane metal structures. Lifting constructions and special technique.* 2012. No. 4. P. 10-11.
2. Gavrish P.A., Kassov V.D., Shepotko V.P. *Damage of crane metal structures. Diagnosis. Repair. Tutorial.* Kramatorsk: the DSMA, 2012. 280 p.
3. Gavrish P.A., Kassov V.D. *Accuracy of manufacture of welded structures.* Kramatorsk: the DSMA, 2006. 160 p.
4. Gavrish P.A. *Influence of welding speed on the quality of welded joints of copper.* Bulletin of the Khmelnytsky national University. 2005. No. 6. Vol. 2. P. 75-78.
5. Vasil'eva L.V., Chigarev V.V., Gavrish P.A. *Optimization of parameters of technological process of welding of copper with steel.* East European journal of advanced technologies. 2011. No. 1/1 (49). P. 20-24.
6. Gavrish P., Tulupov V. *Perfection of the thermal cycle of copper with steel welding.* Research and Development in Mechanical Industry. Vol. 1. Serbia, 2011. P. 174-178.
7. Gavrish P.A. *Diffusion of copper in steel at the interface during welding of elements of metal-cutting machines and tools. The way back mashinobuduvannya. Problems that prospects of development.* Kramatorsk: DGMA, 2012. P. 22.
8. Gavrish P.A., Shepotko V.P. *Influence of design features of welded assemblies of a loader on its performance.* Automatic welding. 2013. No. 12. P. 51-54.

© 2015, Кассов В.Д., Гавриш П.А., Бережная А.Д.,
Соболев-Бутовченко Е.А.
Особенности сталемедных сварных швов
перегрузжателя TAKRAF

© 2015, Kassov V.D., Gavrish P.A., Berezhnaya A.D.,
Sobolev-Butovchenko A.E.
Features steel and cooper of welded seams of a
loading crane TAKRAF

DOI: 10.17117/nv.2015.03.056

Поступила (Received): 17.09.2015

info@ggc.nnov.ru

Крюков О.В.
Принципы релейной защиты и автоматики
вдольтрассовых линий электропередач

Kryukov O.V.
Principles of relay protection and automatic
equipment of along-route power lines

Рассмотрены принципы проектирования современных систем электроснабжения вдольтрассовых потребителей магистрального транспорта газа. Представлены особенности применения аппаратных средств релейной защиты и алгоритмов работы автоматики ЛЭП
Ключевые слова: система электроснабжения, воздушные линии электропередач

Крюков Олег Викторович
Доктор технических наук, доцент
Главный специалист
АО «Гипрогазцентр»
Нижний Новгород, ул. Алексеевская, 26

The principles of design of modern systems of power supply of along-route consumers of the main transport of gas are considered. Features of use of hardware of relay protection and algorithms of operation of automatic equipment of the high voltage line are presented

Key words: system of power supply, overhead power transmission lines

Kryukov Oleg Viktorovich
Doctor of Engineering Sciences, associate Professor
Chief specialist
JSC "Giprogazcenter"
Nizhny Novgorod, Alekseevskaya st., 26

В настоящее время электроснабжение линейного электротехнического оборудования магистральных газопроводов (МГ) – электрохимической защиты, аппаратуры телемеханики и связи, задвижек [1,2] – в подавляющем большинстве случаев обеспечивается вдольтрассовыми магистральными воздушными линиями электропередач (ЛЭП) напряжением 6-10 кВ. Данные ЛЭП обладают рядом особенностей, затрудняющих применение традиционных принципов построения релейной защиты и автоматики (РЗА):

- значительная протяженность (длина вдольтрассовых ЛЭП может составлять более 100 км) с низким уровнем токов короткого замыкания в конце ЛЭП;
- малые установленные мощности линейных потребителей электроэнергии с общей номинальной мощностью всех электроприемников до 10-50 кВт;
- неравномерность распределения нагрузок по длине воздушной линии (ВЛ);
- большое количество секционирующих пунктов, что при обеспечении селективности максимальных токов защит приводит к недопустимо большой выдержке времени максимальной токовой защиты (МТЗ) головного выключателя линии;

- высокие требования к надежности электроснабжения линейных потребителей МГ, обуславливающие применение сетевых устройств автоматического ввода резерва (АВР) и многократных устройств автоматического повторного включения (АПВ).

Широко применяемые сейчас микропроцессорные терминалы РЗиА [3,4] с традиционным подходом к автоматическому секционированию ВЛ не всегда позволяют обеспечить селективность работы РЗиА и управления выключателями секционирующих пунктов вдольтрассовых ЛЭП. В связи с этим в настоящее время актуальна проблема выбора устройств РЗиА и коммутирующей аппаратуры для установки на вдольтрассовых воздушных ЛЭП МГ, а также задача разработки алгоритмов работы автоматики секционирующих пунктов и ее взаимосвязи с РЗиА.

Применение РЗиА для вдольтрассовых ВЛ-6(10) кВ

Вдольтрассовые воздушные ЛЭП-6(10) кВ МГ подключаются, как правило, к сетевым подстанциям с высшим напряжением 35, 110 кВ, ЗРУ-6(10) кВ КС, а также к ВЛ 6(10) кВ, находящимся на балансе организаций АО "Энерго" [1,4]. Большинство вдольтрассовых ЛЭП 6(10) кВ МГ питают трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ (6/0,4 кВ) мощностью 10...100 кВА. Эти ТП подключаются к ответвлениям от ВЛ через плавкие кварцевые предохранители типа ПКТ. В местах установки ТП в магистраль ЛЭП для автоматического секционирования устанавливаются вакуумные выключатели (рис. 1).

Назначение автоматического секционирования вдольтрассовых ЛЭП-6(10) кВ МГ состоит в быстром отделении поврежденного участка от остальной линии. Автоматическое секционирование в сочетании с устройствами АПВ на секционирующих и головных выключателях является одним из эффективнейших средств повышения надежности электроснабжения линейных потребителей МГ. Это относится к радиальным (тупиковым) ВЛ 6(10) кВ и к линиям с двусторонним питанием, в особенности при сочетании устройств секционирования с сетевыми АВР.

Рис. 1. Принципиальная схема секционирующего пункта и ТП 10/0,4 кВ вдольтрассовой ВЛ-10 кВ МГ

Автоматическое секционирование уменьшает объем аварийных отключений потребителей при повреждениях на линии, позволяет сократить основную зону действия релейной защиты на головном выключателе. При установке секционирующих пунктов чувствительность защиты головного выключателя должна обеспечиваться только при повреждениях до места установки ближайшего секционирующего выключателя, где токи короткого замыкания значительно больше, чем в удаленных точках линии. Кроме того, автоматическое секционирование ускоряет процесс локализации повреждений на линии, позволяет быстрее готовить рабочие места при ремонтных работах и повышает культуру эксплуатации ВЛ.

Вдольтрассовые ВЛ-6(10) кВ МГ выполняются, как правило, с двусторонним питанием [1,5], при этом автоматическое секционирование применяется в сочетании с сетевым АВР. При такой схеме любой поврежденный участок может быть автоматически отключен с двух сторон (выделен), а остальные участки будут продолжать питаться либо от одного, либо от второго центра питания (ЦП) (рис. 2).

Рис. 2. Схема вдольтрассовой ВЛ-6(10) кВ с последовательным секционированием и устройством сетевого АВР

В качестве РЗиА вдольтрассовых ВЛ-6(10) кВ МГ на головных выключателях и секционирующих пунктах устанавливаются двухступенчатые направленные токовые защиты, первая ступень которых выполнена в виде селективной токовой отсечки, а вторая – в виде МТЗ с зависимой или независимой выдержкой времени. Применение направленных защит необходимо для исключения режима прохождения мощности через головной выключатель в питающую сеть (например, при коротком замыкании в питающей сети) и режима параллельной работы двух источников питания вдольтрассовых ВЛ-6(10) кВ. Для защиты от однофазных замыканий на землю применяется направленная токовая защита нулевой последовательности, измерительные органы которой используют в качестве измерительных преобразователей трансформаторы тока нулевой последовательности, и неселективная сигнализация по напряжению нулевой последовательности (устройство контроля изоляции сети 10 кВ). Также на головных выключателях устанавливается защита минимального напряжения (делительная автоматика), отключающая выключатель в бестоковую паузу перед включением АВР.

Вдольтрассовые воздушные ЛЭП-6(10) кВ с двусторонним питанием работают в разомкнутом режиме. Это обусловлено рядом преимуществ разомкнутых режимов работы сетей по сравнению с замкнутыми:

- уменьшение токов короткого замыкания;
- упрощение РЗиА;

- возможность питания отдельных участков сети от источников с разными уровнями напряжений, большим угловым сдвигом между напряжениями и не-синхронно работающих источников;

- удобство при развитии и реконструкции существующих сетей.

Для обеспечения быстрого перехода с основного источника питания на резервный на вдольтрассовых ВЛ используются сетевые АВР, которые выполняют:

- переключение питания участка ВЛ на резервный источник при отключении рабочего;

- предотвращение подачи напряжения от резервного источника на поврежденный (устройства делительной автоматики минимального напряжения, действующие перед срабатыванием сетевого АВР);

- выполнение автоматической перестройки РЗА перед действием сетевого АВР;

- выполнение переключений с целью изменения первичной схемы сети и повышения надежности электроснабжения.

На вдольтрассовых воздушных ЛЭП 6(10) кВ МГ применяются сетевые АВР одностороннего и двустороннего действия. При этом схема АВР запускается при исчезновении напряжения со стороны любого из двух источников питания и при наличии напряжения со стороны другого источника питания. Делительная автоматика, устанавливаемая на головных выключателях, предназначена для ограничения радиуса действия сетевого АВР, а также предотвращения подачи напряжения от резервного источника питания на поврежденный элемент рабочего питания.

Порядок расчета токовых отсечек вдольтрассовых ЛЭП

В связи со значительной протяженностью вдольтрассовых ВЛ-10 кВ МГ [4-6], они имеют низкий уровень токов короткого замыкания в конце линии. Вместе с тем, это мало влияет на чувствительность МТЗ, установленной на секционирующих пунктах, ввиду малых установленных мощностей линейных потребителей электроэнергии.

Большая длина вдольтрассовых ЛЭП создает значительные трудности при применении и расчете первых ступеней направленных токовых защит - токовых отсечек (ТО), используемых в качестве дополнительных защит. Для этого рассмотрим типичную схему вдольтрассовой ВЛ-10 кВ с односторонним питанием (рис. 3).

Рис. 3. Схема вдольтрассовой ВЛ-10 кВ с односторонним питанием

Приведем методику упрощенного расчета токовой отсечки [3,7], установленной на секционирующем пункте СП_n без учета комплексного характера величин, сопротивления системы, параметров короткого замыкания и т.п. Ток трехфазного короткого замыкания в точке установки секционирующего пункта СП_n:

$$I_{k \max n}^{(3)} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \quad (1)$$

где $U_{\text{НОМ}}$ - номинальное линейное напряжение сети;

Z_n - полное сопротивление сети до места установки секционирующего пункта СП_n.

Ток трехфазного короткого замыкания в точке установки секционирующего пункта СП_{n+1}:

$$I_{k \max n+1}^{(3)} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{n+1}} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot (Z_n + \Delta Z)} \quad (2)$$

где Z_{n+1} - полное сопротивление сети до места установки секционирующего пункта СП_{n+1};

ΔZ - величина сопротивления линии от точки установки СП_n до точки установки СП_{n+1}.

Находим ток срабатывания ТО, установленной на секционирующем пункте СП_n:

$$I_{\text{ср ТО } n} = k_n I_{k \max n+1}^{(3)} = \frac{k_n U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot (Z_n + \Delta Z)} \quad (3)$$

где k_n - коэффициент надежности.

Условие чувствительности токовой отсечки:

$$\frac{I_{k \max n}^{(3)}}{I_{\text{ср ТО } n}} = \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot Z_n} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot (Z_n + \Delta Z)}{k_n U_{\text{НОМ}}} = \frac{Z_n + \Delta Z}{Z_n k_n} \geq 1,2 \quad (4)$$

$$\frac{\Delta Z}{Z_n} \geq 1,2 k_n - 1 \quad (5)$$

Примем, что вдольтрассовая ВЛ-10 кВ по всей длине выполнена из одного и того же типа провода. Получаем:

$$\frac{\Delta Z}{Z_n} = \frac{Z_{\text{уд}} \cdot \Delta l}{Z_{\text{уд}} l_n} = \frac{\Delta l}{l_n} \geq 1,2 k_n - 1 \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что при средней величине коэффициента надежности $k_n = 1,2$ для обеспечения требуемой по ПУЭ чувствительности селективной токовой отсечки необходимо, чтобы длина секционированного участка была не менее чем ~ 45% всей длины линии, предшествующей рассматриваемому секционированному участку. На практике это означает, что применение токовой отсечки для защиты вдольтрассовых ВЛ МГ оправдано только для головных участков линий, где выполняется условие (6). На остальных участках линий условие (6) в большинстве случаев не выполняется.

Таким образом, в общем случае выбор мест установки секционирующих аппаратов на ВЛ должен производиться, исходя, главным образом, из следующих условий:

1) обеспечение чувствительной, селективной и по возможности быстродействующей релейной защиты всей ВЛ;

2) повышения надежности электроснабжения, и, как следствие, уменьшение ущерба от перерывов электроснабжения;

3) повышение культуры эксплуатации электрооборудования.

С технической точки зрения определяющим является условие (1). Вместе с тем, выбор мест установки секционирующих пунктов на вдольтрассовых ВЛ-10 кВ обуславливается конфигурацией распределения электрических нагрузок вдоль ВЛ, которая определяется технологической частью МГ.

Таким образом, расчет РЗиА вдольтрассовых ВЛ-10 кВ производится с учетом заданного размещения секционирующих пунктов вдоль трассы ВЛ [1,3,6], что создает определенные трудности в обеспечении условия (6) при расчете токовой отсечки.

Выбор параметров МТЗ секционирующих пунктов на базе реклоузеров

При расчете МТЗ секционирующих пунктов вдольтрассовых ВЛ-10 кВ МГ, несмотря на отсутствие трудностей с обеспечением требования чувствительности защит, существует проблема выполнения их селективной работы. Причиной этой проблемы являются, в основном, две существенные особенности вдольтрассовых ЛЭП-10 кВ:

- большое количество секционирующих пунктов, установленных на протяжении ВЛ;
- особенности, связанные с балансовой принадлежностью источников питания ВЛ.

Количество СП, устанавливаемых в пределах участка ВЛ, потребители которого в нормальном режиме подключены к одному источнику питания (количество СП до СП с АВР), на вдольтрассовых воздушных ЛЭП может достигать 10 шт. С учетом того, что минимальная ступень селективности, реализуемая в современных устройствах РЗиА, составляет 0,1с, традиционное согласование защит о ступенчатому принципу не позволяет уложиться в объективно реальные выдержки времени защит на головных выключателях, которые не превышают 0,5-1с. Кроме того, головные выключатели ВЛ-10 кВ часто находятся на балансе сетевых организаций АО "Энерго", что приводит к дополнительным сложностям организационного характера при необходимости изменения уставок МТЗ.

Возможным решением проблемы согласования МТЗ секционирующих пунктов при последовательном секционировании является применение зависимых времятоковых характеристик при расчете защит. Однако на практике данный метод не всегда позволяет обеспечить требование селективности РЗиА при большой протяженности ВЛ-10 кВ ввиду небольшого уровня токов короткого замыкания в месте установки СП в конце линии, при котором происходит согласование МТЗ смежных элементов сети.

В настоящее время одним из наиболее перспективных способов решения проблем автоматизации воздушных сетей вдольтрассовых ЛЭП-10 кВ МГ является применение пунктов автоматического секционирования на базе **реклоузеров** [1-3]. Основными составными частями этих автономных устройств являются необслуживаемый вакуумный выключатель и устройство релейной защиты, автоматики и управления. Реклоузеры специально предназначены для обеспечения автоматического секционирования и децентрализованной автоматизации сети ВЛ-6(10) кВ.

Набор функций микропроцессорной системы РЗиА реклоузера обеспечивает эффективную реализацию системы автоматизации воздушных сетей 6-10 кВ. Рассмотрим это на примере реклоузера РВА/TEL. Набор токовых защит реклоузера РВА/TEL имеет четыре независимые группы уставок, позволяющие быстро изменить настройки РЗиА при запланированных изменениях в первичной сети. В каждом наборе уставок могут быть использованы следующие виды защит и автоматики:

1. Трехступенчатая токовая защита от междофазных коротких замыканий. Каждая ступень может выполняться направленной или ненаправленной и каждая ступень уставки для прямого и обратного направления потока мощности выбираются независимо. Это является необходимым требованием к РЗиА пунктов секционирования, применяемых в схеме с автоматическим сетевым резервированием, когда необходимо автоматически изменять уставки при переключении питания на резервный источник. Высокое быстродействие защиты и силового выключателя позволяет реализовать по специальному алгоритму совместную работу реклоузеров и установленных на ответвлении сети предохранителей. Токовая защита от междофазных коротких замыканий предусматривает возможность отстройки от бросков токов намагничивания при включении трансформаторов.

2. Защита от замыканий на землю. Защита выполняется одноступенчатой и может быть как направленной, так и ненаправленной. Имеет две группы уставок – по одной для каждого направления мощности.

3. Защита минимального напряжения предусмотрена в двух видах: по фазным напряжениям (реагирует на снижение всех фазных напряжений ниже уставки) и по линейным напряжениям (реагирует на снижение хотя бы одного линейного напряжения).

4. В реклоузере реализовано трехкратное АПВ, что позволяет реализовывать "быстрые" циклы АПВ для мгновенного восстановления питания и традиционные циклы с увеличением выдержки времени бестоковой паузы до 180с. Учитывая высокий коммутационный ресурс выключателя реклоузера – до 30 000 циклов ВО при номинальном токе и 100 циклов ВО при номинальном токе отключения – можно выполнять многократные АПВ для увеличения вероятности устранения неустойчивых КЗ и восстановления питания потребителей. Особенностью АПВ реклоузера является то, что пуск АПВ выполнен отдельными модулями для каждого из видов защит. Также имеется возможность работы с разными характеристиками токовых защит в циклах АПВ.

5. АВР выполняет функцию сетевого резервирования при пропадании питания с одной из сторон реклоузера с односторонним или двухсторонним исполнением.

6. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) позволяет производить отключение нагрузки или действие на сигнал при снижении частоты ниже уставки.

7. Координация последовательности зон является исключительно реклоузерной функцией, предназначена для координации времятоковых характери-

стик последовательно установленных аппаратов. Режим предусматривает возможность перехода токовых защит от междуфазных КЗ на времятоковые характеристики соответствующего цикла АПВ по факту пуска и возврата защит. Переход осуществляется по факту регистрации превышения измеряемого тока над уставкой (пуск защиты) с последующим его уменьшением ниже тока возврата (возврат защиты) без отключения реклоузера.

Алгоритмы работы автоматики секционирующих пунктов

Важным требованием к системе РЗиА пунктов секционирования и АВР является возможность измерения и индикации параметров режимов сети [1,6]. РЗиА реклоузера совместно со встроенными измерительными датчиками обеспечивает измерение параметров вдольтрассовых ВЛ-10 кВ МГ. Измеряются: фазные токи, фазные и линейные напряжения, ток и напряжение прямой и нулевой последовательности, одно- и трехфазная полная, активная и реактивная энергия, частота, коэффициент мощности и др. Данные об измеренных параметрах регистрируются в журналах. РЗиА реклоузера позволяет отображать график нагрузки по усредненным значениям одно- и трехфазной полной, активной и реактивной мощности в прямом и обратном направлениях.

Наличие функции координации последовательности зон у реклоузера РВА/TEL позволяет в полной мере устранить трудности в организации РЗиА вдольтрассовых ВЛ-10 кВ МГ, связанные с большими длинами ЛЭП и большим количеством секционирующих пунктов, устанавливаемых на ВЛ. С применением реклоузеров РВА/TEL задачу селективной локализации повреждения с учетом ограничения выдержки времени защит на головных выключателях в пределах 0,5-1 с при значительном числе установленных в линии аппаратов можно решить с использованием алгоритма разборки и последовательной сборки сети. Суть алгоритма заключается в одновременном отключении группы реклоузеров до места повреждения (разборка сети), а затем поочередном их включении (сборка сети) до места повреждения.

Рассмотрим алгоритм "разборка-сборка сети" на примере вдольтрассовой ВЛ-10 кВ с двухсторонним питанием, считая, что выдержки времени токовых защит головных выключателей ГВ₁ и ГВ₂ составляют порядка 0,5 с (см. рис. 4).

**Рис. 4. Алгоритм "Разборка-сборка сети" на примере
вдольтрассовой ВЛ с двухсторонним питанием**

Пусть, например, на участке ВЛ от СП₃ до СП_{АВР} (в точке К1) произошло КЗ:

1. Отключается выключатель СП₁. Это обеспечивается соответствующим выбором уставок защит последовательно установленных реклоузеров. В результате происходит автоматический переход МТЗ СП₂ на другую характеристику за счет функции координации последовательности зон.

2. Происходит АПВ секционирующего пункта СП₁. При успешном АПВ нормальная работа вдольтрассовой ВЛ восстанавливается. Если короткое замыкание устойчивое, то одновременно с минимальной выдержкой времени автоматически отключаются реклоузеры СП₂ и СП₃.

3. Происходит АПВ выключателя СП₂ с кратковременно ускоренной ступенью МТЗ. Если бы повреждение находилось на участке от СП₂ до СП₃, ускоренная ступень защиты обеспечила бы отключение СП₂ раньше, чем СП₃.

4. При появлении напряжения со стороны центра питания происходит АПВ СП₃ на КЗ с кратковременно ускоренной ступенью защиты (при этом аналогичная ступень МТЗ СП₂ уже выведена из работы). Выключатель СП₃ отключается с минимальной выдержкой.

5. Происходит включение выключателя СП_{АВР}. Далее реклоузеры работают по аналогичному принципу при питании от резервного источника.

В результате повреждение автоматически локализовано между реклоузерами СП₃ и СП_{АВР}, а питание потребителей, подключенных к неповрежденным участкам сети, автоматически восстановлено. На весь процесс локализации КЗ в линии, в зависимости от количества установленных реклоузеров, требуется от нескольких единиц до нескольких десятков секунд. При этом алгоритм позволяет изменять количество последовательных аппаратов без изменения настроек остальных реклоузеров, что крайне важно для возможности осуществления последующей реконструкции вдольтрассовых ВЛ-10 кВ [4-7].

Выводы

1. Опыт проектирования, строительства и эксплуатации показывает, что вдольтрассовые воздушные ЛЭП-10 кВ магистральных газопроводов обладают рядом особенностей, затрудняющих применение на них традиционных принципов построения РЗА.

2. Одним из перспективных способов решения проблем автоматизации воздушных сетей вдольтрассовых ЛЭП-10 кВ представляется применение пунктов автоматического секционирования на базе реклоузера РВА/TEL.

3. Применение реклоузеров позволяет снизить риск нарушения технологического процесса и возможный ущерб от последствий аварийных процессов при транспортировке газа; снизить затраты на эксплуатацию протяженных вдольтрассовых ВЛ-10 кВ и нагрузки на диспетчерский персонал.

4. Для учета специфики вдольтрассовых ВЛ-6(10) кВ магистральных газопроводов необходимо тесное сотрудничество проектных организаций с заводами-изготовителями реклоузеров.

Список используемых источников:

1. Пужайло А.Ф. и др. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций. Т. 2. Н. Новгород: Вектор ТиС, 2011.
2. Крюков О.В. Частотное регулирование производительности электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2014. №6. С. 39-43.
3. Крупин С.Н., Крюков О.В., Рубцова И.Е. Автоматизированные системы противоаварийной защиты компрессорных станций // Автоматизация в промышленности. 2012. № 6. С. 57-59.

4. Васенин А.Б., Крюков О.В., Серебряков А.В., Плехов А.С. АСУ систем электроснабжения на принципах SMART GRID для объектов магистральных газопроводов // Автоматизация в промышленности. 2012. № 4. С. 36-38.
5. Крюков О.В., Титов В.В. Разработка АСУ автономными ветроэнергетическими установками // Автоматизация в промышленности. 2009. № 4. С.35-37.
6. Серебряков А.В., Крюков О.В. О новых возможностях технологий SMART GRID // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. № 2. С. 47-48.
7. Милов В.Р., Шалашов И.В., Крюков О.В. Процедуры прогнозирования и принятия решений системе технического обслуживания и ремонта // Автоматизация в промышленности. 2010. № 8. С. 47-49.

References:

1. Pugalo A.F., etc. *Energy Saving and automation of electrical equipment of compressor stations*. Vol. 2. N. Novgorod: Vector Tees, 2011.
2. Kryukov O.V. *Frequency control performance of electrically driven gas pumping units. Electrical equipment: operation and repair*. 2014. No. 6. Pp. 39-43.
3. Krupin S.N., Kryukov O.V., Rubtsova I.E. *Automated emergency protection system of compressor stations. Automation in industry*. 2012. No. 6. P. 57-59.
4. Vasenin A.B., Kryukov O.V., Serebryakov A.V., Plekhov A.S. *Automated control of electrical systems on the principles of SMART GRID for the objects of main gas pipelines. Automation in industry*. 2012. No. 4. P. 36-38.
5. Kryukov O.V., Titov V.V. *the Development of automated control systems of Autonomous wind energy systems. Automation in industry*. 2009. No. 4. P. 35-37.
6. Serebryakov A.V., Kryukov O.V. *About the new capabilities of SMART GRID technologies. Electrical equipment: operation and repair*. 2013. No. 2. P.47-48.
7. Milov V.R., Shalashov V.I., Kryukov O.V. *Procedure of forecasting and decision making system maintenance and repair. Automation in industry*. 2010. No. 8. P. 47-49.

© 2015, Крюков О.В.

Принципы релейной защиты и автоматики
вдольтрассовых линий электропередач

© 2015, Kryukov O.V.

Principles of relay protection and automatic
equipment of along-route power lines

DOI: 10.17117/nv.2015.03.066

Поступила (Received): 10.09.2015

mtm@samgtu.ru

Муратов В.С., Морозова Е.А. Особенности формирования температурных полей и ванны расплава при лазерной обработке поверхности титана

Muratov V.S., Morozova E.A. Temperature patterns and molten pool forming peculiarities test in the laser treatment titanium surface

Используя решение тепловой задачи, базирующейся на гидродинамическом процессе, при подвижном линейном источнике тепла рассмотрен характер распределения температурных полей в различных состояниях материала (твердом и жидком) при лазерном упрочнении поверхности технически чистого титана. Изучена кинетика процесса формирования ванны расплава при наличии фазового перехода. Приведены результаты расчета параметров, характеризующих форму ванны расплава технически чистого титана при подвижном лазерном источнике для постоянной плотности мощности лазерного излучения $3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² и скорости перемещения лазерного источника V_L , изменяющейся в диапазоне (0,00166 – 0,015) м/с, а также для $V_L = 0,0083$ м/с и изменяющейся в диапазоне ($1,68 \cdot 10^8$ – $8,1 \cdot 10^8$) Вт/м² плотности мощности лазерного излучения

Ключевые слова: лазерная термическая обработка, температурное поле

Муратов Владимир Сергеевич

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Самарский государственный технический университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Морозова Елена Александровна

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

The article discusses the temperature pattern in the commercially pure titanium surface laser hardening. Here we consider solid and liquid material state. The heat problem solution on the basis hydrodynamics process with move linear heat source is used. Kinetics of molten pool formation with phase transition was studied. Results of molten pool parameters calculation for commercially pure titanium with move heat source, constant laser radiation power density $3,2 \cdot 10^8$ W/m² and laser source travel speed V_L from 0,00166 m/s to 0,015 m/s are listed. Results of molten pool parameters calculation for commercially pure titanium with constant laser source travel speed $V_L = 0,0083$ m/s and laser radiation power density from $1,68 \cdot 10^8$ W/m² to $8,1 \cdot 10^8$ W/m² are listed

Key words: laser heat treatment, temperature pattern, molten pool parameters

Muratov Vladimir Sergeevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor Samara State Technical University
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Morozova Elena Aleksandrovna

Candidate of Engineering Sciences, associate Professor Samara State Technical University
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Введение (Introduction)

Эксплуатационные показатели изделий, обрабатываемых лазерным лучом, во многом зависят от формы расплавленной области тела, называемой

ванной расплава. Изменение формы ванны расплава в процессе лазерного воздействия оказывает существенное влияние на окончательные геометрические и физические характеристики обрабатываемой поверхности [1- 5]. В связи с этим, проведение анализа кинетики формирования ванны расплава и рассмотрение границ фазового перехода в зависимости от условий обработки важно как с точки зрения изучения сущности процессов термоупрочнения в зоне лазерного воздействия, так и практической точки зрения, так как это позволяет оценить один из основных параметров – толщину модифицированного слоя. Температурные поля важны и при других видах тепловой обработки изделий [6-8].

Известен ряд экспериментальных исследований по изучению влияния температурного воздействия при лазерном излучении на характеристики обрабатываемого изделия [9-13], где получен ряд результатов, позволяющих найти параметры, характеризующие кинетику плавления. Наряду с этим, существенные трудности, возникающие при анализе тепловых потоков плавления материала и движения границы раздела фаз, т.е. в случае задачи плавления с учетом существования фазового перехода, ограничивают круг теоретических исследований процессов лазерного излучения при локальном расплавлении. Так, построенные в [12, 13] гидродинамические модели опирались на решение тепловых задач, в которых не учитывалось существование фазового перехода, что привело к существенному огрублению результатов. В этих задачах невозможно оценить размеры зоны расплава и, следовательно, один из основных параметров обрабатываемого изделия – толщину упрочненного слоя.

Углубляя теоретические аспекты проблемы повышения эксплуатационных характеристик изделий при тепловом процессе их обработки, в данной работе на основе решения тепловой задачи, базирующейся на гидродинамическом процессе, при подвижном линейном источнике тепла рассмотрен характер распределения температурных полей в различных стадиях материала (твердой и жидкой) при лазерном упрочнении поверхности технически чистого титана BT1-0, а также изучена кинетика процесса формирования ванны расплава при наличии фазового перехода.

Материалы и методы (Materials and Methods)

За основу при разработке указанной модели приняты методические подходы Н.Н. Рыкалина [9] и известное решение квазистационарной задачи, предложенное А.А. Угловым и Д.И. Чередниченко [10, с. 3-8], описывающей образование жидкой фазы подвижным линейным источником теплоты в виде полосы, перемещающейся по поверхности полубесконечного тела с постоянной скоростью.

Схема к определению основных параметров ванны расплава в различных сечениях координатных плоскостей при ЛТО подвижным тепловым источником приведена на рис. 1.

На приведенной схеме система координат OXYZ жестко связана с движущимся тепловым источником – лазерным лучом. Начало координат (точка O) этой системы совмещено с передней кромкой источника. Ось OX расположена на поверхности тела параллельно вектору скорости движения лазерного луча (V_l)

в противоположную сторону. Ось OY расположена на поверхности тела перпендикулярно оси OX , а ось OZ направлена вглубь тела перпендикулярно осям OX и OY .

Рис. 1. Схема формирования ванны расплава на поверхности образца при воздействии лазерного источника (а) и ее сечение в плоскости $Y = 0$ (б): лазерный луч (1); изотермическая поверхность $T = T_{пл}$ (2); сечение ванны расплава в плоскости $Y = 0$ (3); сечение закристаллизовавшейся зоны расплава в плоскостях $xOyOz_0$ (4); сечение закристаллизовавшейся зоны расплава в плоскости $Y = 0$ (5)

На поверхности полубесконечного тела ($Z \geq 0$) действует ленточный источник длиной ℓ с постоянной плотностью теплового потока q . Предполагая отсутствие теплообмена через поверхность тела, можно сделать заключение о том, что изометрические поверхности являются поверхностями вращения с осью OX . Это позволяет считать задачу сферически-симметричной, т.е. картина распределения температурного поля описывается распределением температуры в любой плоскости, проходящей через ось OX . В качестве такой плоскости взята плоскость поверхности тела $Z = 0$. Таким образом, за счет симметрии достаточно изучить температуру в плоскости $Z = 0$ и по ней восстанавливать температуру в пространстве, т.е. трехмерная задача нагрева полубесконечного тела становится двумерной.

Рассматриваемый процесс является квазистационарным. Это означает, что температура любой точки, жестко связанной с источником, не меняется во времени, т.е. в подвижной системе координат, связанной с источником тепла, температура точки $M(x, y, z)$ не меняется со временем. Вместе с тем температура фиксированных точек $N(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, жестко связанных с подвижным телом, меняется во времени. В связи с движением источника имеет место температурная

анизотропия, т.е. неодинаковость теплового влияния источника в различных направлениях.

Результаты (Results)

Для определения температурного поля, т.е. функции распределения температуры $T(X,Y)$ в точках с координатами (x,y) в подвижной системе координат в жидкой и твердой фазах процесс разобьем на три стадии:

- материал нагревается до точки плавления (твердая фаза);
- материал находится в жидкой фазе;
- материал находится в стадии затвердевания.

Задачи о температурных полях для каждой стадии рассмотрим отдельно.

Рассмотрим квазистационарный процесс, при котором материал прогревается до температуры меньше температуры плавления.

Для начальной стадии нагрева принимается математическая модель, состоящая в том, что функция $T(X,Y)$ удовлетворяет уравнению [9]:

$$\frac{V}{a} \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}, \quad (1)$$

где V – скорость движения лазерного луча (м/с);

a – коэффициент температуропроводности (м²/с)

$a = \lambda / c\gamma$;

λ – коэффициент теплопроводности (Вт/м·К);

c – удельная теплоемкость (Дж/кг·К);

γ – плотность (кг/м³).

Граничные условия для уравнения (1) имеют вид:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} = q \quad (2)$$

$$T(x, y) \Big|_{x, y \rightarrow \infty} = T_0, \quad (3)$$

где q – плотность потока (Вт/м²).

Второе граничное условие связано с неограниченностью тела и сводится к предположению о том, что далекие от источника тепла точки тела имеют начальную температуру T_0 .

Полагая, что температурное поле обладает автомодельностью, для решения уравнения (1) с граничными условиями (2) и (3) введем переменную ξ

$$\xi = \frac{y}{2} \left(\frac{v}{ax} \right)^{1/2} \quad (4)$$

и новую функцию

$$\theta(\xi) = T - T_0. \quad (5)$$

Определим, какой вид будет иметь уравнение (1) с граничными условиями (2) и (3) относительно новой неизвестной функции $\theta(\xi)$ и новой независимой переменной ξ . Для этого, используя (4) и (5), вычислим $\frac{\partial T}{\partial x}$; $\frac{\partial T}{\partial y}$; $\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$ и подставим в (1).

Таким образом, уравнение (1) в новых переменных примет вид

$$\frac{d^2\theta}{d\xi^2} + 2\xi \frac{d\theta}{d\xi} = 0 \quad (6)$$

$$\text{или} \quad \theta'' + 2\xi\theta' = 0 \quad (7)$$

Граничное условие (2) с учетом, что при $Y=0$, $\xi = 0$ (4), получим

$$-\lambda \frac{d\theta}{d\xi} = 2q \left(\frac{ax}{v} \right)^{1/2} \Big|_{\xi=0} \quad (8)$$

С учетом (5) граничное условие (3) примет вид

$$\theta = T - T_0 \Big|_{\xi=\infty} = T_0 - T_0' = 0$$

$$\text{или} \quad \theta \Big|_{\xi=\infty} = 0 \quad \theta \Big|_{\xi \rightarrow \infty} = 0. \quad (9)$$

Решение уравнения (1) с граничными условиями (2) и (3) при использовании новых переменных ξ и функции $\theta(\xi)$ имеет вид

$$\frac{\theta(\xi)}{\theta_m} = \frac{\alpha}{\beta} (\chi)^{1/2} \operatorname{erfc}(\xi), \quad (10)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{q}{L_m \gamma} \left(\frac{\ell}{av} \right)^{1/2}, \quad \beta = \frac{Q_m \lambda}{L_m \gamma a \sqrt{\pi}},$$

L_m – теплота плавления (Дж/кг); $Q_m = T_m - T_0$ (К); T_m – температура плавления (К); T_0 – начальная температура (К); $\chi = \frac{x}{\ell}$.

Уравнение (10) описывает распределение температуры в полубесконечном теле, по поверхности которого с постоянной скоростью v движется тепловой источник с плотностью потока q . При этом все тело находится в твердом состоянии.

Предполагаем наличие в теле изотермической поверхности, точки которой имеют температуру $T = T_m$ – температуру плавления. Ясно, что внутри этой изотермической поверхности тело будет находиться в жидкой фазе и иметь свои теплофизические характеристики a_1 , λ_1 и т.д.

Указанная изотермическая поверхность ($T = T_m$) соответствует значению функции $\theta(\xi) = \theta_m = T_m - T_0$. Поскольку $\theta(\xi)$ является функцией одной переменной ξ , то существует ее значение $\xi = \xi_s$, при котором $\theta(\xi_s) = \theta_m$. Значение переменной $\xi = \xi_s$ соответствует тем значениям переменных X и Y по формуле (10), при которых точка с координатами (X, Y) принадлежит изотермической поверхности – $T = T_m$.

Решение задачи (1) с граничными условиями (2) и (3) (с использованием новых переменных и функции) имеет вид:

$$\frac{\theta_1(\xi)}{\theta_m} = 1 + \frac{\alpha}{\beta} \sqrt{\frac{a_1}{a}} \frac{\lambda}{\lambda_1} \left(\frac{x_1}{\ell} \right)^{1/2} \left\{ \operatorname{erf} \left(\xi_s \sqrt{\frac{a}{a_1}} \right) - \operatorname{erf} \left(\xi \sqrt{\frac{a}{a_1}} \right) \right\}. \quad (11)$$

Полученное выражение (11) позволяет определить характер распределения температуры внутри ванны расплава.

Вне ванны расплава, т.е. вне изотермической поверхности $T = T_m$, что соответствует значению переменной $\xi = \xi_s$, распределение температурного поля будет удовлетворять уравнению (7), в котором:

$\theta(\xi)$ – температура точек тела, расположенных вне ванны расплава;

ξ - переменная, которая определяется из (4).

Первое граничное условие состоит в том, что распределение температуры в точках фазового перехода постоянно $T = T_m$, т.е. при $\xi = \xi_s$ $\theta(\xi_s) = T_m - T_0 = \theta_m$.

Второе граничное условие выражает тот факт, что в достаточно удаленных точках массивного тела температура равна начальной температуре $T = T_0$. Из этого следует, что при $\xi = \infty$ $\theta(\infty) = T_0 - T_0 = 0$.

Таким образом, граничные условия примут вид

$$\theta(\xi)|_{\xi=\xi_s} = \theta_m \quad \theta(\xi)|_{\xi=\infty} = 0 \quad (12)$$

В результате задача нахождения распределения температуры в твердой фазе свелась к нахождению решения уравнения (7), удовлетворяющего граничным условиям (12).

Общее решение уравнения (7) имеет вид

$$\theta(\xi) = \theta(0) + \theta'(0) \frac{\sqrt{\pi}}{2} \operatorname{erf}(\xi). \quad (13)$$

Это позволяет получить решение (7) и (12)

$$\theta(\xi) = \theta_m \frac{\operatorname{erfc}\xi}{\operatorname{erfc}\xi_s}, \quad (14)$$

которое определяет распределение температурного поля в твердой фазе вне ванны расплава.

Кинетику процессов формирования ванны расплава покажем при наличии фазового перехода. Профиль фазового перехода описывается уравнением, связывающим координаты точек поверхности. Исходными составляющим данного уравнения являются полученные ранее функции распределения температурных полей при наличии линейного подвижного источника на поверхности полубесконечного тепла, когда его материал находится в различных физических состояниях: жидкой фазе при наличии фазового перехода (11) и твердой фазе (14).

Используя уравнение теплового баланса на границе фазового перехода, то есть значением переменной $\xi = \xi_s$ и уравнения (11) и (14), можно получить трансцендентное уравнение, связывающее при фиксированном значении $x = \text{const}$ переменную

$$\xi_s = \frac{Y_s}{2} \left(\frac{v}{ax} \right)^{1/2}. \quad (15)$$

Это уравнение имеет вид

$$\left\{ \frac{\alpha}{\beta} \left[\chi^{1/2} + \chi^{1/2} \left(1 - \ell^{\frac{\xi_s^2 a}{a_1}} \right) \right] - \frac{\xi_s}{\beta} \right\} \operatorname{erfc}\xi_s \ell^{\xi_s^2} = 1. \quad (16)$$

Глубина ванны расплава в плоскости $x = \text{const}$ (в силу предположения о симметрии относительно оси OX) определяется из выражения

$$S = Y_s = 2\xi_s \left(\frac{ax}{v} \right)^{1/2}, \quad (17)$$

где ξ_s является решением уравнения (16).

Итак, задача нахождения глубины ванны расплава S в сечении $x = \text{const}$ сведена к решению трансцендентного уравнения (16) относительно ξ_s и последующему по найденному решению глубины ванны расплава s по (17). В силу трансцендентности уравнения (16) его решение можно найти путем разложения левой части в ряд по степени неизвестного ξ_s .

Результаты расчета параметров, характеризующих форму ванны расплава технически чистого титана (BT1-0) при подвижном лазерном источнике для постоянной $q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² и V_L , изменяющейся в диапазоне (0,00166 – 0,015) м/с, а также для $V_L = 0,0083$ м/с и изменяющейся в диапазоне ($1,68 \cdot 10^8$ – $8,1 \cdot 10^8$) Вт/м² q приведены на рис. 2 и 3.

Увеличение скорости лазерного источника приводит к уменьшению глубины ванны расплава и длины зоны плавления. Для указанных скоростей лазерного излучения длина ванн расплава в плоскости $Y = 0$ (рис.1) составляют соответственно: $5,81 \cdot 10^{-4}$; $4,67 \cdot 10^{-4}$; $3,85 \cdot 10^{-4}$; $3,61 \cdot 10^{-4}$; $3,49 \cdot 10^{-4}$ м.

Рис. 2 Расчетные формы ванн расплава при $q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² в плоскости $Y = 0$ при скоростях лазерного излучения: 0,0016 (1); 0,005 (2); 0,0083 (3); 0,0116 (4) и 0,015 (5) м/с

На рис.2 видно, что при увеличении скорости движения лазерного излучения фронт плавления и кристаллизации смещается в противоположную сторону относительно направления движения лазерного луча. Так, координаты точек начала плавления (h_n) для скоростей 0,00166; 0,005; 0,0083; 0,0116 и 0,015 м/с составляет соответственно: $-6,96 \cdot 10^{-4}$; $-4,82 \cdot 10^{-4}$; $-3,84 \cdot 10^{-4}$; $-2,9 \cdot 10^{-4}$ и $-2,49 \cdot 10^{-4}$ м, а координаты точек кристаллизации (h_k) для указанных скоростей равны: $-1,15 \cdot 10^{-4}$; $-1,47 \cdot 10^{-5}$; $6,86 \cdot 10^{-7}$; $7,07 \cdot 10^{-4}$ и $9,95 \cdot 10^{-5}$ м. Длина ванны расплава в плоскости сечения $Y = 0$ (рис. 1.) для каждой указанной скорости лазерного излучения составляет $5,81 \cdot 10^{-4}$; $4,67 \cdot 10^{-4}$; $3,85 \cdot 10^{-4}$; $3,61 \cdot 10^{-4}$ и $3,48 \cdot 10^{-4}$ м.

Приведенные расчетные значения координат точек плавления (h_n) и кристаллизации (h_k) (рис. 2) указывают на то, что для исследуемого диапазона изменения скоростей лазерного излучения и принятой плотности мощности теплового потока ($q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м²) точки начала плавления находятся перед тепловым источником, что обусловлено относительно высокой теплопроводностью титана и большой плотностью потока. Точки начала кристаллизации занимают на оси OX (рис.1) различные положения относительно теплового источника. Так, при малых скоростях источника (0,0016 и 0,005 м/с) точки кристаллизации расположены перед источником лазерного излучения, а при более высоких скоростях (0,0083; 0,0116 и 0,015 м/с) – за тепловым источником.

Результаты влияния плотности мощности лазерного излучения на характеристики формы ванны расплава титана при подвижном тепловом источнике приведены на рис. 3.

Рис. 3. Расчетные формы ванн расплава при $V_l = 0,0083$ м/с в плоскости сечения $Y = 0$ при плотностях мощности лазерного излучения: $1,68 \cdot 10^8$ (1); $3,2 \cdot 10^8$ (2) и $8,1 \cdot 10^8$ (3) Вт/м²

Изменение плотности мощности лазерного луча в процессе исследований осуществлялось путем варьирования диаметра пучка лазера за счет изменения фокусного расстояния при неизменной мощности лазера, которая составляла 160 Вт. При этом были получены и исследованы следующие значения плотности мощности лазерного излучения: $1,68 \cdot 10^8$; $3,2 \cdot 10^8$ и $8,1 \cdot 10^8$ Вт/м². Для этих плотностей мощности координаты точек плавления составляют соответственно: $-6,52 \cdot 10^{-4}$; $-3,84 \cdot 10^{-4}$ и $-2,25 \cdot 10^{-4}$ м, координаты точек кристаллизации: $8,45 \cdot 10^{-4}$; $-3,85 \cdot 10^{-4}$ и $2,27 \cdot 10^{-4}$.

Полученные результаты показывают, что увеличение плотности мощности лазерного излучения от $q = 1,68 \cdot 10^8$ до $q = 8,1 \cdot 10^8$ Вт/м² при постоянной скорости перемещения лазерного источника приводит к росту глубины ванны расплава и соответствующему уменьшению площади зоны плавления.

Расчеты, выполненные на основе полученных координатных точек плавления, кристаллизации, глубины ванны расплава и других параметров, показывают, что объемы ванн расплава, рассчитанные при различных плотностях мощности лазерного излучения, близки между собой. Исходя из пропорциональности объема ванн расплава и мощности теплового потока, можно считать, что полученные результаты расчета находятся в соответствии с закономерностями процесса плавления материала и его физической сущностью и, тем самым, утверждать, что результаты проведенного анализа по расчету формы ванны расплава являются достоверными.

Экспериментальные исследования выполнены при тех численных значениях режимных параметров, которые были использованы в расчетах по определению характеристик ванн расплава. Металлографическим путем определялась максимальная глубина ванны расплава, полученная при различных режимных параметрах лазерного излучения.

Принятые в экспериментальных исследованиях численные значения скоростей перемещения лазерного излучения при неизменной плотности мощности теплового потока ($q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м²) обеспечивают следующие величины максимальных глубин ванн расплава: $V_{\text{л}} = 0,00166$ м/с – $6,0 \cdot 10^{-5}$ м; $V_{\text{л}} = 0,005$ м/с – $5,0 \cdot 10^{-5}$ м; $V_{\text{л}} = 0,0083$ м/с – $3,7 \cdot 10^{-5}$ м; $V_{\text{л}} = 0,0116$ м/с – $2,9 \cdot 10^{-5}$ м и $V_{\text{л}} = 0,015$ м/с – $2,0 \cdot 10^{-5}$ м. Плотности мощности лазерного излучения при неизменной скорости перемещения лазерного луча ($V_{\text{л}} = 0,0083$ м/с) формируют ванны расплава со следующими максимальными глубинами: $q = 1,6 \cdot 10^8$ Вт/м² – $2,0 \cdot 10^{-5}$ м, $q = 3,2 \cdot 10^8$ Вт/м² – $3,7 \cdot 10^{-5}$ м и $q = 8,1 \cdot 10^8$ Вт/м² – $6,0 \cdot 10^{-5}$ м.

Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)

Из проведенного теоретического анализа следует, что основу полученных структурных формул составляют скорость перемещения лазерного луча и плотность мощности теплового потока. Именно эти режимные параметры при подвижном лазерном излучении оказывают существенное влияние на формирование физического состояния поверхности материала обрабатываемой детали. Принятая модель позволяет путем целенаправленного воздействия указанных режимных параметров лазерного излучения управлять критериями качества поверхностного слоя и, прежде всего, основной его характеристикой – глубиной ванны расплава. На основе результатов исследований тепловых явлений, возникающих в изделиях при воздействии лазерного излучения, становится возможным прогнозировать фазовые и структурные состояния поверхности после обработки, научно обоснованно формулировать основные требования к энергетическим параметрам лазерного излучения.

Сопоставление расчетных и экспериментальных характеристик ванн расплава указывает на их качественное соответствие. Количественные расхождения в расчетах и экспериментальных значениях глубин зон расплава связаны,

прежде всего, с неопределенностью коэффициента отражения, представляющего собой отношение интенсивностей отраженной и падающей волн.

Таким образом, проведенный анализ по определению температурных полей и параметров ванны расплава титана при непрерывном лазерном излучении может быть использован для определения физических характеристик процесса ЛТО. Он позволяет путем целенаправленного воздействия режимными параметрами лазерного излучения прогнозировать основные характеристики получаемого упрочненного и модифицированного слоя и, прежде всего, глубину ванны расплава.

Список используемых источников:

1. Муратов В.С., Морозова Е.А. Лазерное легирование поверхности титана медью // Успехи современного естествознания. 2009. № 11. С. 71.
2. Муратов В.С., Морозова Е.А. Влияние непрерывного лазерного излучения на изменение структуры и свойств в технически чистом титане // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 5. С. 41.
3. Муратов В.С., Морозова Е.А. Лазерное легирование поверхности титана хромом и медью // Фундаментальные исследования. 2007. №8. С. 34.
4. Муратов В.С., Морозова Е.А. Структура и свойства поверхности титана при лазерном легировании никелем // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 8. С. 67.
5. Муратов В.С., Морозова Е.А. Особенности лазерной термической обработки титана // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 3. С. 160.
6. Закопец О.И., Муратов В.С., Морозова Е.А. Структура и свойства форсированно охлажденного после кристаллизации литейного сплава системы Al-Si-Mg // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 4. С. 82.
7. Муратов В.С., Святкин А.В. Совершенствование технологии изготовления прутков из латуни типа ЛМЦА // Заготовительные производства в машиностроении. 2007. № 2. С. 36-39.
8. Дворова Н.В., Закопец О.И., Морозова Е.А., Муратов В.С., Хамин О.Н. Получение качественных ионно-плазменных покрытий и предшествующая обработка алюминиевых сплавов // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 5. С. 56.
9. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Кокора А.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
10. Углов А.А., Чередниченко Д.И. Расчет профиля фазового перехода при поверхностном оплавлении подвижным источником тепла // Физика и химия обработки материалов. 1980. № 1. С.3-8.
11. Лохов Ю.Н. Кинетика образования жидкой фазы с учетом теплоты фазового перехода под действием точечного источника тепла // Физика и химия обработки материалов. 1972. № 3. С. 9-11.
12. Веденов А.А., Гладуш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. М.: Энергоатомиздат, 1986. С. 208.
13. Anthony T.R., Cline H.E. Surface rippling induced by surfacetension gradients during laser surface melting and alloying. Journal of Applied Physics. Vol. 48. № 9. P. 3895-3900.

References:

1. Muratov V.S., Morozova E.A. Silver laser alloying of titanium surface. Advances in current natural sciences. 2009. № 11. P.71.
2. Muratov V.S., Morozova E.A. The effect of continuous laser radiation on structure and properties change of commercially pure titanium. International journal of applied and fundamental research. 2011. № 5. P. 41.
3. Muratov V.S., Morozova E.A. Chromium and silver laser alloying of titanium surface. Fundamental research. 2007. № 8. P. 34.
4. Muratov V.S., Morozova E.A. Titanium surface structure and properties under nickel laser alloying. Modern high technologies. 2008. № 8. P. 67.
5. Muratov V.S., Morozova E.A. Laser heat treatment titanium peculiarities. International journal of applied and fundamental research. 2011. № 3. P. 160.

6. Zakopets O.I., Muratov V.S., Morozova E.A. Structure and properties of after crystallization forced cooling Al-Si-Mg alloy. *International journal of applied and fundamental research*. 2012. № 4. P. 82.
7. Muratov V.S., Svyatkin A.V. Perfection of manufacturing technology of ЛМЦА brass bars. *Blanking productions in mechanical engineering*. 2007. № 2. P. 36-39.
8. Dvorova N.V., Zakopets O.I., Muratov V.S., Morozova E.A., Khamin O.N. Qualitative ion-plazma sprayed coatings and aluminium alloys preliminary treatment. *International journal of experimental education*. 2012. № 5. P. 56.
9. Rykalin N.N., Uglov A.A., Zuev I.V., Kokora A.N. *Laser and electron beam machining of materials*.: M. Mashinostroenie Publishers. 1985. P. 496.
10. Uglov A.A., Cherednichenko D.I. Phase transition profile analysis under move heat source surface melting. *Physics and chemistry of materials treatment*. 1980. № 1. P. 3-8.
11. Lokhov Yu.N. Liquid phase formation kinetics under point heat source with provision for the heat of the phase transition. *Physics and chemistry of materials treatment*. 1972. № 3. P. 9-11.
12. Vedenov A.A., Gladush G.G. *Physical processes under laser machining of materials*.: M. Energoatomisdat. 1986. P. 208.
13. Anthony T.R., Cline H.E. Surface rippling induced by surfacetension gradients during laser surface melting and alloying. *Journal of Applied Physics*. Vol. 48. № 9. P. 3895-3900.

© 2015, Муратов В.С., Морозова Е.А.

Особенности формирования температурных полей
и ванны расплава при лазерной обработке
поверхности титана

© 2015, Muratov V.S., Morozova E.A.

Temperature patterns and molten pool forming
peculiarities test in the laser treatment titanium
surface

DOI: 10.17117/nv.2015.03.077

Поступила (Received): 12.09.2015

post@volgmed.ru

**Перепелкин А.И., Калужский С.И.,
Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С.
Алгоритмы определения формы стопы по ее
изображению при выполнении оптической
плантографии**

**Perepelkin A.I., Kalugskii S.I., Krayushkin A.I., Atroschenko E.S.
Algorithms of determination of the foot form in the according to
the image at realization of optical plantography**

В работе показаны разработанные алгоритмы и реализация их в виде программно-информационного комплекса для диагностики состояния органичной системы по ее изображению на примере определения состояния стопы человека. В работе представлены основные этапы диагностики состояния органичной системы и основные подходы к реализации их на примере диагностики состояния стопы человека.

Исследование морфофункционального состояния стопы было проведено у 298 студентов обоего пола Волгоградской государственной академии физической культуры, проходивших обучение по различным спортивным специализациям.

Наибольший показатель продольного плоскостопия отмечен у мужчин по специализации "тяжелая атлетика", а у девушек – по специализации "метание предметов". Наименьший коэффициент К выявлен у пловцов обоего пола

Ключевые слова: органичная система, стопа человека

The purpose of the work was development of the algorithms and their realization in the form of the program and information complex for diagnostics of the condition of the organic system in according to its image on the example of definition of the condition of the human foot. The main stages of diagnostics of the condition of the organic system and the main approaches to their realization on the example of diagnostics of the condition of the human foot are presented in the work. The research of the morphological and functional condition of the foot of 298 students of both sexes of the first course of the Volgograd state academy of the physical culture who are trained on various sports specializations was conducted. The greatest indicator of the longitudinal flat foot is noted at the men on specialization "weightlifting", and at girls – on specialization "the throwing of subjects". The smallest K-coefficient is revealed at swimmers of the both sexes

Key words: an organic system, the foot man

Перепелкин Андрей Иванович

*Доктор медицинских наук, профессор
Волгоградский государственный медицинский
университет
Волгоград, пл. Павших борцов, 1*

Калужский Сергей Игоревич

*Кандидат технических наук
Волгоградский государственный медицинский
университет
Волгоград, пл. Павших борцов, 1*

Perepelkin Andrey Ivanovich

*Doctor Medical Science, Professor
Volgograd State Medical University
Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1*

Kalugskii Sergei Igorevich

*Candidate of Technical Sciences
Volgograd State Medical University
Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1*

Краюшкин Александр Иванович

Доктор медицинских наук, профессор,
зав. кафедрой
Волгоградский государственный медицинский
университет
Волгоград, пл. Павших борцов, 1

Krayushkin Alexander Ivanovich

Doctor Medical Science, Professor,
Head of Department
Volgograd State Medical University
Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1

Атрощенко Екатерина Сергеевна

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

Atroschenko Ekaterina Sergeevna

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

В настоящее время существует достаточно большое количество подходов к распознаванию изображений и выделению характеристик биологической системы. В последнее время активно разрабатываются программно-информационные средства для поддержки диагностики состояния системы по ее изображению. В технике существует и хорошо разработано определение состояния системы по ее изображению (дистанционная диагностика природных и технических процессов, автоматизированная диагностика по УЗИ и др.) [2, 6, 7, 13].

Однако существующие подходы, модели и методы, используемые для определения состояния системы, заданной своим изображением, плохо применимы для диагностики органичной системы, например, стопы человека. Существующие диагностические комплексы не могут подстраиваться под специфику конкретной группы обследуемых людей, в результате чего страдает качество диагностики. Поэтому актуальной задачей является разработка моделей и методов и создание на их основе программно-информационного комплекса для диагностики состояния органичной системы, заданной своим изображением, который мог бы обучаться в процессе работы для более точной и эффективной диагностики [1, 3, 4, 16, 17, 18].

Целью работы является разработка алгоритмов и реализация их в виде программно-информационного комплекса для диагностики состояния органичной системы по ее изображению на примере определения состояния стопы человека.

Для решения поставленных задач использовались методы системного анализа, теории моделирования, искусственного интеллекта, применялись положения теории объектно-ориентированного проектирования программных систем, теории проектирования реляционных баз данных и компьютерной лингвистики. На рис.1. представлены основные этапы диагностики состояния органичной системы и основные подходы к реализации их на примере диагностики состояния стопы человека.

На первом этапе диагностики определили способ первичного описания системы. От этого зависит, насколько просто будет получить данные о системе, насколько эти данные будут адекватны состоянию системы. Применительно к диагностике состояния стопы можно выделить три основных подхода: получение информации в виде карты распределения давления от участков стопы, в виде трехмерного топографического рельефа и в виде изображения стопы [5, 12].

На втором этапе выявили характеристики системы в зависимости от ее выбранного первичного описания. Применительно к диагностике состояния стопы это может производиться прямыми или косвенными измерениями.

Рис. 1. Этапы диагностики органичной системы

На третьем этапе диагностики проводили сопоставление характеристик системы с образами, определяющими ее состояние. Для этого применяли как алгоритмы распознавания образов, так и KDD-алгоритмы (Knowledge Discovery in Databases – извлечение знания из баз данных), позволяющие подстраивать параметры определения состояния системы под специфику конкретной выборки.

В последующем была разработана модель для диагностики органичной системы по ее изображению. Предположим, что имеется множество первичных описаний системы W , а сама система имеет множество состояний O . Тогда задача диагностики состоит в том, чтобы для каждого первичного описания системы $\gamma \in W$ сопоставить соответствующее состояние $o \in O$. Для этого необходимо построить отображение

$$G: W \rightarrow O. \quad (1)$$

Отображение G будем строить в виде последовательности отображений F и S : $F: W \rightarrow X$ и $S: X \rightarrow O$, где X – множество характеристик системы, F – отображение, которое из первичного описания системы получает множество ее характеристик, S – отображение, которое по характеристикам системы находит ее состояние. Таким образом, модель диагностики состояния системы представим в виде кортежа

$$M = \langle W, X, O, F, S \rangle \quad (2)$$

Первичное описание системы γ представляется в виде плоского изображения в оттенках серого цвета и кодируется в виде матрицы точек изображения:

$$\gamma = \left\| \gamma_{ij} \right\|_{\substack{i=1, y_{\max} \\ j=1, x_{\max}}}, \quad 0 \leq \gamma_{ij} < E_{\max} \quad (3)$$

где 0 – черный цвет, $E_{\max}$ – максимальная освещенность точки, i и j – y и x координаты точки соответственно.

Полагаем, что характеристики системы $x_1, x_2, \dots, x_n$ выбраны таким образом, что они функционально независимы друг от друга: $x \in X$, $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, n – число характеристик. Тогда множество состояний системы можно представить в виде простого произведения:

$$O = O_1 \times O_2 \times \dots \times O_n \quad (O \in O) \quad (4)$$

где O_i ($i = 1, 2, \dots, n$) – состояние системы по i -й характеристике.

По каждой характеристике система может иметь множество состояний. Например, в случае стопы, может быть различная степень плоскостопия по разным отделам стопы. Таким образом,

$$\begin{aligned} O_1 &= \{y_1^1, y_1^2, \dots, y_1^{m_1}\} \\ O_2 &= \{y_2^1, y_2^2, \dots, y_2^{m_2}\} \\ &\dots \\ O_n &= \{y_n^1, y_n^2, \dots, y_n^{m_n}\} \end{aligned} \quad (5)$$

где y_i^j ($i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, m$) – j -е значение образа состояния системы O_i , m_i – число возможных состояний системы по i -й ее характеристике. Общее количество образов $r = m_1 \times m_2 \times \dots \times m_n$.

Отображение F представим в виде покоординатных отображений $F_1, F_2, \dots, F_n$:

$$\begin{aligned} F_1 &: \gamma \rightarrow x_1 \\ F_2 &: \gamma \rightarrow x_2 \\ &\dots \\ F_n &: \gamma \rightarrow x_n \end{aligned} \quad (6)$$

где F_i ($i = 1, 2, \dots, n$) реализуется алгоритмом вычисления характеристики x_i

Отображение S представим в виде покоординатных отображений $S_1, S_2, \dots, S_n$:

$$\begin{aligned} S_1 &: x_1 \rightarrow O_1 \\ S_2 &: x_2 \rightarrow O_2, \quad S_i(x_i) = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ &\dots \\ S_n &: x_n \rightarrow O_n \end{aligned} \quad (7)$$

где S_i – правило (алгоритм), по которому i -й характеристике сопоставляется одно из значений образа O_i .

Эти отображения находятся следующим способом: область значений характеристики x_i разбивается на интервалы, как показано на рис. 2.

Рис. 2. Интервалы разбиения характеристики x_i

Образ состояния системы представляется в виде

$$y_i^j = \langle a_i^{j-1}, a_i^j, \varepsilon_i \rangle \quad (8)$$

где $[a_i^{j-1}, a_i^j]$ – интервал значений характеристики x_i , ε – точность задания интервала.

Правило S_i описывается следующим образом: полагаем, что характеристика x_i принадлежит образу y_i^j если выполняется соотношение:

$$a_i^{j-1} + \varepsilon_i \leq x_i \leq a_i^j - \varepsilon_i \quad (9)$$

Если $a_i^j - \varepsilon_i < x_i < a_i^{j-1} + \varepsilon_i$ то считается что x_i не распознано. Величины $a_i^{j-1}, a_i^j, \varepsilon$ являются настраиваемыми параметрами образа и уточняются в процессе обучения.

Обучающую выборку Z^j ($j = 1, 2, \dots, k$) представим в виде

$$Z^j = \langle \gamma^j, X^j, I^j \rangle \quad (10)$$

где k – объем обучающей выборки, $I^j = \{i_1^j, i_2^j, \dots, i_n^j\}$ – оценка учителя – образы состояния системы по j -й ее характеристике.

Полагаем, что величины измеренных характеристик X распределены по нормальному закону. Предлагается следующий статистический алгоритм обучения:

1. Выполняется разбиение Z на m групп по значениям y . k_y – число примеров, где имеется одинаковая оценка y .

2. По каждой i -й характеристике и для каждой j группы ($j = 1, 2, \dots, k_{y^j}$) вычисляется среднее значение характеристики x_i :

$$\bar{a}_i^j = \frac{1}{k_{y_i}} \sum_{l=1}^{k_{y_i}} a_i^l, \quad (11)$$

где a_i^l – значение характеристики x_i , полученное в l -м примере ($l = 1, 2, \dots, k_{y_i}$).

3. Вычисляется среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma_i^j = \sqrt{\frac{1}{k_{y_i} - 1} \sum_{l=1}^{k_{y_i}} (a_i^l - \bar{a}_i^j)^2} \quad (12)$$

4. Вычисляются значения границы интервала a_i^l :

$$\begin{aligned} \bar{a}_i^j &= \bar{\alpha}_i^j + 3\sigma_i^j; \\ \bar{a}_i^j &= \bar{\alpha}_i^j - 3\sigma_i^j, \end{aligned} \quad (13)$$

где $\bar{a}_i^j$ и $\bar{a}_i^j$ - рассчитанные значения a_i^l слева и справа от границы интервала;

$$a_i^j = \frac{\bar{a}_i^j + \bar{a}_i^j}{2} \quad (14)$$

5. Вычисляется точность задания границы интервала ε_i :

$$\varepsilon_i^j = \frac{\bar{\alpha}_i^j - \bar{\alpha}_i^j}{2}; \quad \varepsilon_i = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \varepsilon_i^l \quad (15)$$

Таким образом, границы интервалов и точность задания интервала для каждой характеристики уточняются в процессе обучения.

Рис. 3. Изображение стопы с реперными точками.

Разработанная модель использовалась для определения состояния стопы. Изображение стопы представляется согласно (3) в виде матрицы точек изображения (рис. 3):

$$\gamma = \left\| \gamma_{ij} \right\|_{\substack{i=1, y_{\max} \\ j=1, x_{\max}}}^{\substack{i=1, y_{\max} \\ j=1, x_{\max}}}, \quad 0 \leq \gamma_{ij} \leq 255 \quad (0 - \text{черный цвет, } 255 - \text{белый цвет}); j - x$$

координата точки, i - y координата точки, $x_{\max} = 1000$, $y_{\max} = 500$.

В процессе разметки изображения стопы вычисляются характеристики x_1, x_2, x_3, x_4 , где x_1 - угол наклона I пальца; x_2 - угол наклона V пальца; x_3 - коэффициент, характеризующий состояние ее продольного свода, x_4 - пяточный угол.

Алгоритм отображения F для стопы состоит из следующих шагов.

1. Интерактивное определение координат точек (таблица 1).

Таблица 1. Точки, определяемые пользователем

Обозначение	P_{12}	P_{11}	P_{13}	P_{14}	P_8	P_5
Расположение точки	Светлая точка в передней части стопы	Крайняя передняя точка большого пальца	Крайняя передняя точка второго пальца	Крайняя передняя точка пятого пальца	Точка между основаниями третьего и четвертого пальцев	Крайняя задняя точка отпечатка пяточной области

2. Выделение на снимке контура стопы $C = \|c_{ij}\|$, $c_{ij} = \{0,1\}$ и поиск на этом контуре точек (таблица 2).

Таблица 2. Точки, определяемые по контуру стопы

Обозначение	P_1	P_2	P_3
Расположение точки	Точка, соответствующая головке первой плюсневой кости	Точка, соответствующая головке пятой плюсневой кости	Наиболее выступающая кнаружи точка области пяточной кости

3. Вычисление координат остальных точек и нахождение углов x_1, x_2, x_4 и расстояний l_1 и l_2 , необходимых для вычисления коэффициента x_3 .

Отображение S представляется следующими формулами:

o_1 : угол I пальца стопы:

$$o_1 = \begin{cases} y_1^1, & \text{если } x_1 \leq a_1^1 - \varepsilon_1 \text{ "Норма"} \\ y_1^2, & \text{если } a_1^1 + \varepsilon_1 \leq x_1 \leq a_1^2 - \varepsilon_1 \text{ "I ст. плоскостопия"} \\ y_1^3, & \text{если } a_1^2 + \varepsilon_1 \leq x_1 \leq a_1^3 - \varepsilon_1 \text{ "II ст. плоскостопия"} \\ y_1^4, & \text{если } x_1 \geq a_1^3 + \varepsilon_1 \text{ "III ст. плоскостопия"} \\ \text{не определено} & \text{в противном случае} \end{cases}$$

O_2 : угол V пальца стопы:

$$o_2 = \begin{cases} y_2^1, & \text{если } x_2 \leq a_2^1 - \varepsilon_2 \text{ "Норма"} \\ y_2^2, & \text{если } a_2^1 + \varepsilon_2 \leq x_2 \leq a_2^2 - \varepsilon_2 \text{ "I ст. плоскостопия"} \\ y_2^3, & \text{если } a_2^2 + \varepsilon_2 \leq x_2 \leq a_2^3 - \varepsilon_2 \text{ "II ст. плоскостопия"} \\ y_2^4, & \text{если } x_2 \geq a_2^3 + \varepsilon_2 \text{ "III ст. плоскостопия"} \\ \text{не определено в противном случае} \end{cases}$$

O_3 : состояние среднего отдела стопы (продольного свода):

$$o_3 = \begin{cases} y_3^1, & \text{если } x_3 \leq a_3^1 - \varepsilon_3 \text{ "Стопа полая"} \\ y_3^2, & \text{если } a_3^1 + \varepsilon_3 \leq x_3 \leq a_3^2 - \varepsilon_3 \text{ "Норма"} \\ y_3^3, & \text{если } a_3^2 + \varepsilon_3 \leq x_3 \leq a_3^3 - \varepsilon_3 \text{ "Стопа с пониженным сводом"} \\ y_3^4, & \text{если } a_3^3 + \varepsilon_3 \leq x_3 \leq a_3^4 - \varepsilon_3 \text{ "I ст. плоскостопия"} \\ y_3^5, & \text{если } a_3^4 + \varepsilon_3 \leq x_3 \leq a_3^5 - \varepsilon_3 \text{ "II ст. плоскостопия"} \\ y_3^6, & \text{если } x_3 \geq a_3^5 + \varepsilon_3 \text{ "III ст. плоскостопия"} \\ \text{не определено в противном случае} \end{cases}$$

O_4 : состояние заднего отдела стопы:

$$o_4 = \begin{cases} y_4^1, & \text{если } x_4 \leq a_4^1 - \varepsilon_4 \text{ "Норма"} \\ y_4^2, & \text{если } x_4 \geq a_4^1 + \varepsilon_4 \text{ "Уплотнение"} \\ \text{не определено в противном случае} \end{cases}$$

Таким образом, по четырем характеристикам, получаемым из изображения стопы, можно определить состояние каждого из ее трех отделов.

Анатомо-функциональное исследование стопы с учетом полученных алгоритмов ее изображения проводилось с использованием программно-информационного комплекса, состоящего из следующих компонентов: компонент управления плантографической установкой (укрепленным сканером) и получения снимков стопы исследуемого; компонент получения и хранения данных об исследуемом (паспортные данные, антропометрические параметры, полученные изображения стопы, результаты диагностики); компонент обработки и распознавания изображения стопы; компонент формирования индивидуального отчета в текстовом процессоре Microsoft Word по результатам диагностики стопы; компонент формирования группового отчета по диагностике группы людей в табличном процессоре Microsoft Excel. Функциональная структура системы представлена на рис.4.

Основу составляет компонент хранения данных об обследовании, который обменивается данными со всеми остальными компонентами комплекса. Указанный компонент хранит данные об обследовании в формате XML и изображения в формате JPG, что позволяет обмениваться данными с другими приложениями. Предусмотрены диалоговые окна для задания паспортных данных пациента и параметров обследования.

Рис. 4. Функциональная структура программно-информационного комплекса

Компонент управления плантографической установкой работает со сканером через TWAIN и позволяет задавать параметры сканера и передавать полученное изображение стопы в компонент хранения данных, откуда оно может быть взято для дальнейшей обработки.

Компонент обработки и распознавания изображения стопы реализует разработанные методы и алгоритмы и позволяет определить состояние стопы человека по ее изображению. Для обучения системы предусмотрены диалоговые окна, в которых пользователь должен выбрать папку с проведенными обследованиями стопы и затем задать образцовый диагноз для каждого обследования, чтобы система пересчитала и уточнила границы для интервалов разбиения каждой характеристики стопы.

Компонент формирования индивидуального отчета выводит в текстовый процессор Microsoft Word данные о пациенте и результаты определения состояния стопы, а также рекомендации по проведению лечебных мероприятий.

Компонент формирования группового отчета выводит в табличный процессор Microsoft Exell результаты диагностики состояния стопы у группы обследуемых. Эти данные могут в дальнейшем использоваться для статистической обработки.

Для экспериментальной проверки было изготовлено аппаратные части комплекса, представляющие собой специально укрепленный сканер, способный выдержать вес человека [8, 14, 15].

Исследование морфофункционального состояния стопы было проведено у 298 студентов обоего пола первого курса Волгоградской государственной академии физической культуры, проходивших обучение по различным спортивным специализациям.

Как показал анализ, анатомо-функциональное состояние стоп у юношей-спортсменов существенным образом зависит от спортивной специализации.

Причем у спортсменов различных дисциплин показатели плоскостопия имеют специфические особенности проявлений.

Наиболее информативным показателем для выявления этой закономерности является угол I пальца стопы. Имеется прямо пропорциональная закономерность между величиной угла и выраженностью поперечного плоскостопия. Как видно из полученных нами данных величины угла I пальца стопы у мужчин и женщин различных спортивных специализаций имеют отличия. Самые большие они у студентов, мужского пола, обучающихся по специальности тяжелая и легкая атлетика, тогда как у лиц женского пола – гимнастика и метание предметов. Наименьшая величина угла I пальца у юношей отмечена у пловцов, тогда как у девушек, занимающихся легкой атлетикой (рис. 5).

Наибольший показатель продольного плоскостопия (коэффициент К) отмечен у мужчин по специализации “тяжелая атлетика”, а у девушек – по специализации “метание предметов”. Наименьший коэффициент К выявлен у пловцов обоего пола (рис. 6).

Рис. 5 Угол I пальца стопы у спортсменов обоего пола разных специализаций.

Примечание: гимн. – гимнастика, мет. пр – метание предметов, АФК – адаптивная физическая культура, сп. и. – спортивные игры, аэр. – аэробика, плав. – плавание, ла – легкая атлетика

Таким образом, спортивная специализация изменяет морфологические характеристики стоп. Она формирует существенные особенности взаимоотношений показателей анатомических характеристик, которые обычно используются при проведении плантографических обследований. Это заключение еще

раз подчеркивает необходимость их применения для мониторингового прогноза возможных проявлений плоскостопия, обусловленных как избыточными, так и длительными физическими нагрузками стоп.

Рис. 6 Коэффициент K спортсменов разных специализаций.

Примечание: та – тяжелая атлетика, гимна. – гимнастика, мет. пр – метание предметов, АФК – адаптивная физическая культура, сп. и. – спортивные игры, аэр. – аэробика, плав. – плавание, ла – легкая атлетика

Выводы

Разработаны модель и алгоритмы, на основе которых реализован программно-информационный комплекс для диагностики состояния органичной системы на примере определения состояния стопы человека:

1. Предложено первичное описание системы W в виде матрицы точек изображения.
2. Предложен набор характеристик X и разработан алгоритм их получения с помощью отображения F .

3. Разработано описание возможных состояний системы O и алгоритм отображения S множества характеристик из множества состояний.

4. Предложенная модель и алгоритмы реализованы в виде программно-информационного комплекса для диагностики состояния стопы человека.

5. Спортивная специализация формирует взаимоотношения показателей анатомических характеристик стопы, которые четко определяются при проведении компьютерного плантографического исследования.

Список используемых источников:

1. Перепелкин А.И., Мандриков В.Б., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. Анатомические параметры стопы девушек, относящиеся к различным этническим группам. *Морфология*. 2014. № 3. С. 153.
2. Бадалян В.Г., Базулин Е.Г., Вopilкин А.Х. Ультразвуковая дефектометрия металлов с применением галографических методов. *Машиностроение*, 2008. 368 с.
3. Перепелкин А.И., Калужский С.И., Мандриков В.Б. и др. Исследование упругих свойств стопы человека // *Российский журнал биомеханики*. 2014. Т. 18. № 3. С. 381-388.
4. Перепелкин А.И., Краюшкин А.И. Динамика линейных параметров стопы девушек при возрастающей нагрузке // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2013. № 2. С. 25-27.
5. Перепелкин А.И. Соматотипологические закономерности формирования стопы человека в постнатальном онтогенезе: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Волгоград, 2009. 53 с.
6. Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. О методе определения упругих характеристик стопы человека. // *Сборник трудов научн.-практ. конф. профессор.-препод. коллектива, посвященной 80-летию Волгоградского государственного медицинского университета под редакцией академика РАН В.И. Петрова, изд-во ВолгГМУ*, 2015. С. 139-143.
7. Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. Упругие характеристики стопы человека // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. №8 (39). Ч. 3. С. 125-128.
8. Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. Исследование продольного свода стопы у детей методом компьютерной плантографии // *Бюллетень медицинских Интернет-конференций*. 2015. Т. 5. № 7. С. 1053-1057.
9. Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С. Динамика анатомических параметров стопы человека при возрастающей нагрузке // *О некоторых вопросах и проблемах современной медицины*. №2. Челябинск, 2015. С. 21-23.
10. Туманова А.В., Перепелкин А.И., Краюшкин А.И., Краюшкин А.А. Взаимосвязь анатомических структур черепа // *Наука и образование в глобальных процессах*. Уфа: НИЦ «НИКА», 2015. С. 7-13.
11. Перепелкин А.И., Калужский С.И., Краюшкин А.И., Плешаков И.А., Атрощенко Е.С. Диагностика состояния органичной системы на примере изображения стопы // *Международный академический вестник*. №3(9). 2015. С. 81-83.
12. Перепелкин А.И., Мандриков В.Б., Николенко В.Н., Краюшкин А.И. Опорно-двигательный аппарат человека (возрастные, гендерные, соматотипологические и этнотерриториальные аспекты). Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2015. 400 с.
13. Потатуркин О.И., Борзов С.М. Математические методы и программно-алгоритмическое обеспечение распознавания образов на основе комплексирования последовательности многоспектральных изображений и совместной обработки систем признаков // *Искусственный интеллект*. 2004. № 2. С. 253-257.
14. Гавриков К.В., Плешаков И.А., Калужский С.И. и др. Способ диагностики состояния отделов стопы. Пат. Рос. Федерация № 2253363, заявл. 2004, опубл. 2005, Бюл. № 16.
15. Гавриков К.В., Перепелкин А.И., Калужский С.И. Способ определения анатомо-функционального состояния стоп. Пат. Рос. Федерация №2309663, заявл. 2006, опубл. 2007, Бюл. №31.
16. Perepelkin A.I., Mandrikov V.B., Krayushkin A.I. Individual and typological characteristics of the human foot in the age aspect. Raleigh, North Carolina, USA: Lulu Press, 2015. 175 p.
17. Perepelkin A., Mandrikov V., Krayushkin A., Atroschenko K. Anatomical justification of mechanical characteristics of the human foot. Comenius university in Bratislava, 2015. P. 83.
18. Perepelkin A., Mandrikov V., Krayushkin A., Atroschenko K. Mechanical characteristics of the human foot. *Innovation in the Modern World*. Vol. III. Australia, Sydney, 2015. P. 87-91.

References:

1. Perepelkin A.I., Mandrikov V.B., Krayushkin I.A., Atroshchenko E.S. Anatomical parameters of the feet of girls belonging to different ethnic groups. *Morphology*. 2014. No. 3. P. 153.
2. Badalyan V.G., Bazulin E. G., A. H. Vopilkin Ultrasonic flaw metering of metals with the use of holographic methods. *Engineering*, 2008. 368 p.
3. Perepelkin A.I., Kalugskiy S.V., Mandrikov V.B., and others. Study of elastic properties of human feet. *Russian journal of biomechanics*. 2014. Vol. 18. No. 3. P. 381-388.
4. Perepelkin A.I., Krayushkin A.I. Dynamics of linear parameters of the feet of girls when increasing the load. *Vestnik of Volgograd state medical University*. 2013. No. 2. P. 25-27.
5. Perepelkin A.I. Somatotypological regularities of the formation of human feet in postnatal ontogenesis: abstract Dissertation. *Volgograd*, 2009. 53 p.
6. Perepelkin A.I., Krayushkin A.I., Atroshchenko E.S. Method for determination of elastic characteristics of the foot of man. *Proceedings of sci.-practical. Conf. Professor.-the teacher. team, dedicated to the 80th anniversary of Volgograd state medical University under the editorship of academician of RAS V. I. Petrov, publishing house of the Volgograd state medical University*, 2015. P. 139-143.
7. Perepelkin A.I., Krayushkin A.I., Atroshchenko E.S. Elastic characteristics of the foot in humans. *International research journal*. 2015. №8 (39). Pt. 3. P. 125-128.
8. Perepelkin A.I., Krayushkin A.I., Atroshchenko E.S. Investigation of the longitudinal arch of the foot in children by the method of computer plantography. *Bulletin of medical Internet conferences*. 2015. Vol. 5. No. 7. P. 1053-1057.
9. Perepelkin A.I., Krayushkin A.I., Atroshchenko E.S. Dynamics of anthropometric parameters of the foot of a person with the increase in traffic. *On some issues and problems of modern medicine*. No. 2. Chelyabinsk, 2015. P. 21-23.
10. Tumanov A.V., Perepelkin A.I., Krayushkin A.I., Krayushkin A. Relationship of anatomical structures of the skull. *Science and education in global processes*. Ufa: center "NIKA", 2015. P. 7-13.
11. Perepelkin A.I., Kalugskiy S.I., Krayushkin A.I., Pleshakov I.A., Atroshchenko E.S. Diagnostics of the condition of the organic system on the example of image of the foot. *International academic journal*. No. 3(9). 2015. P. 81-83.
12. Perepelkin I.A., Mandrikov V.B., Nikolenko V.N., Krayushkin A.I. Musculoskeletal system of the person (age, gender, somatotypological and ethno-territorial aspects). *Volgograd: Publishing house Volgograd state medical University*, 2015. 400 p.
13. Potaturkin O.I., Borzov S.M. Mathematical methods and software, algorithm of pattern recognition based on the aggregation of a sequence of multispectral images, and joint treatment systems signs. *Artificial intelligence*. 2004. No. 2. P. 253-257.
14. Gavrikov K.V., Pleshakov I.A., Kalugskiy S.I. Method of diagnosing status of parts of feet. *Pat. ROS. Federation No. 2253363, Appl. 2004. Pub. 2005, bull. No. 16*.
15. Gavrikov K.V., Perepelkin A.I., Kalugskiy S.I. The method for determining anatomical and functional condition of the feet. *Pat. ROS. Federation No. 2309663, Appl. 2006, publ. 2007, bull. No. 31*.
16. Perepelkin I.A., Mandrikov V.B., Krayushkin A.I. Individual and typological features of the human foot in the age aspect. *Raleigh, North Carolina, USA: Lulu press*, 2015. 175 p
17. Perepelkin A., Mandrikov V., Krayushkin A., Atroschenko K. Anatomic substantiation of the mechanical characteristics of the human foot. *Comenius University in Bratislava*, 2015. P. 83.
18. Perepelkin A., Mandrikov V., Krayushkin A., Atroschenko K. Mechanical characteristics of the human foot. *Innovation in the modern world*. Vol. III. Australia, Sydney, 2015. P. 87-91.

© 2015, Перепелкин А.И., Калужский С.И., Краюшкин А.И., Атрощенко Е.С.
Алгоритмы определения формы стопы по ее изображению при выполнении оптической плантографии

© 2015, Perepelkin A.I., Kalugskii S.I., Krayushkin A.I., Atroschenko E.S.
Algorithms of determination of the foot form in the according to the image at realization of optical plantography

DOI: 10.17117/nv.2015.03.090

Поступила (Received): 24.11.2015

tp@usue.ru

Чугунова О.В., Крюкова Е.В.
Агрономические свойства полбы, как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий

Chugunova O.V., Kryukova E.V.
Agronomic properties of spelt as unconventional raw materials for production of flour confectionery products

Статья посвящена изучению агрономических свойств зерна полбы, приведена сравнительная характеристика химического, аминокислотного и фракционного состава зерна пшеницы Саратовская 29 и полбы Волжская, а также продуктов их переработки - муки из данных видов зерна. Приведены основные показатели качества пшеничной муки высшего сорта и муки из зерна полбы Волжская. Показаны изображения размолотых частиц зерна пленчатой полбы сорта Волжская методом микроскопии. В результате исследований определены функции распределения линейных размеров размолотых частиц. Дана подробная характеристика размолотых частиц пшеничной и полбяной муки. Установлены средние размеры частиц полбяной и пшеничной муки. Проведенный анализ химического и аминокислотного состава показал целесообразность использования полбяной муки сорта Волжская в рецептуре печенья, так как она содержит наибольшее количество пищевых веществ и более сбалансирована по аминокислотному составу, чем пшеничная мука высшего сорта

Ключевые слова: зерно, полба, пищевая ценность, мука

Чугунова Ольга Викторовна

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой
Уральский государственный экономический
университет

г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62

Крюкова Екатерина Владимировна

Кандидат технических наук, доцент
Уральский государственный экономический
университет

г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 62

The article is devoted to the study of agronomic characteristics of grain Emmer wheat, a comparative characteristic of chemical, amino acid and fractional composition of wheat Saratovskaya 29 and spelt the Volga, as well as their processing products - flour from these species of grain. The main quality characteristics of wheat flour and flour from grain Emmer wheat of the Volga. The images shown are of the milled particles of grain hulled Emmer wheat varieties Volga microscopy. The studies determined the distribution function of the linear size of the milled particles. Detailed characteristics of the particles of the milled wheat and spelt flour. Installed average particle sizes of spelt and wheat flour. The analysis of the chemical and amino acid composition showed the feasibility of using spelt flour varieties Volga in the formulation of biscuits, as it contains the highest amount of nutrients and a more balanced amino acid composition than wheat flour

Key words: grain, spelt, nutritional value, flour

Chugunova Olga Viktorovna

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department

Ural State University of Economics
Ekaterinburg, 8 Marta st., 62

Kryukova Ekaterina Vladimirovna

Candidate of Technical Sciences, associate Professor
Ural State University of Economics
Ekaterinburg, 8 Marta st., 62

В последнее время во многих странах Европы и Азии в хлебопечении стали широко применять муку, полученную из древнего злака – полбы.

Зерна полбы были обнаружены археологами на местах большинства стоянок людей периода неолита (VII-VI тысячелетие до н.э.) на Ближнем Востоке, в Закавказье, на Черноморском побережье (территория Украины и Молдовы); в гробницах царей и жрецов Древнего Египта и Древней Греции. Полба была важным хлебным растением в Древнем Египте, но ее посевы сократились под греческим влиянием с появлением голозерной пшеницы [1].

Полба («спельта» по-английски, «динкель» по-немецки, «борай» по-татарски) – это родоначальник всех злаковых культур. С начала XIX в. и до недавнего времени эту культуру практически не возделывали на территории России в производственных масштабах и завозили по очень высоким ценам из Европы. Вместе с тем стоит отметить, что сегодня, благодаря многочисленным преимуществам данной злаковой культуры, происходит возрождение полбы на территории нашей страны [2].

Волжская полба имеет ряд важных биологических особенностей, характеризующих ее как ценную сельскохозяйственную культуру. Прежде всего, она не требовательна к климатическим и почвенным условиям, засухоустойчива, скороспела, устойчива к ряду болезней и вредителей, высокоурожайная.

Ценной биологической особенностью полбы является ее скороспелость. Например, в условиях Татарстана она созревает на 8-12 дней раньше стандартной мягкой пшеницы «Саратовская 29», на 2-3 дня раньше овса «Львовский 1026» и на 2-5 дней раньше ячменя «Казанский 2/4» [1]. Это позволяет в весенний предпосевной период переждать появление всходов сорняков, особенно овсюга, уничтожить их предпосевными обработками и проводить более поздний посев полбы без риска повреждения ее осенними заморозками. При этом, полба, рано освобождая поле, дает возможность лучше подготовить почву под урожай озимых.

Полба отличается высокой засухоустойчивостью, благодаря чему в засушливые годы она дает более высокие урожаи, чем другие зерновые культуры, в том числе на бедных почвах.

Имея ряд ценных биологических свойств, полба, по мнению академика Н.И.Вавилова, представляет исключительный интерес для использования в межвидовой гибридизации [3]. В мировой селекции полба сыграла значительную роль. Такие сорта яровой пшеницы как «Харьковская 46», «Ракета», «Цезиум 94», «Тулун 197» были созданы как гибриды от скрещивания с полбой.

Кроме ценных биологических особенностей, полба является урожайной культурой, превышающей в отдельные годы по урожайности ячмень на 2-3 ц/га, яровую пшеницу сорта «Светлана» на 6 ц/га [2].

Одним из отрицательных свойств полбы является ломкость колоса, что приводит к большим потерям при полной спелости зерна при уборке урожая. Однако колос полбы ломается лишь в фазе полной спелости, и уборка в более ранние сроки исключает потери. Если уборка полбы производится отдельным способом в начале восковой спелости (при пожелтении стебля и колоса), то ломкость колоса не наблюдается.

Пленчатость полбы составляет около 25 % от массы зерна независимо от района произрастания. Масса 1000 зерен возрастает к югу и у дагестанской полбы приближается к уровню пшеницы (31,0г). Зерновка у полбы из Татарстана светло-желтого цвета, удлиненная, на концах заостренная, просвечивающая, твердая, с роговым стекловидным изломом.

С технологической точки зрения она содержит около 75 % эндосперма зерна, которое может быть переработано на крупу, крупку, дунсты, муку, отруби. Пленчатость полбы традиционно считалась отрицательным качеством, так как на удаление пленчатых оболочек необходимо шелушительное оборудование, расход электроэнергии и время.

Сегодня эта особенность полбы рассматривается как преимущество по сравнению со стандартной голозерной пшеницей [3,4,5]. Дело в том, что белок и минеральные вещества у полб различных видов находятся как в первых трех слоях - плодовой, семенной оболочках, алейроновом слое, так и в центральном слое - эндосперме (рисунок 1). У мягкой пшеницы сорта «Саратовская 29» (рисунок 2) - только в первых двух слоях (плодовой и семенной оболочках). Слой эндосперма состоит, в основном, из крахмала. Поэтому в результате сортового помола и просеивания человек употребляет в пищу в основном крахмал (белую муку)[2].

L - продольные клетки; Q - поперечные клетки (L и Q образуют в сумме плодовую оболочку); S - семенная оболочка; Al - алейроновые клетки, содержащие белок (клейковину); Ep - крахмальные клетки, содержащие белок (клейковину)

Рис. 1. Поперечный разрез зерновки Волжской полбы

L - продольные клетки; Q - поперечные клетки (L и Q образуют в сумме плодовую оболочку); S - семенная оболочка; Al - алейроновый слой; Ep - крахмальные клетки и гранулы

Рис. 2. Поперечный разрез зерновки мягкой пшеницы «Саратовская 29»

Оболочки защищают зерно полбы от неблагоприятного влияния окружающей среды (микотоксинов, пестицидов, химических удобрений, радионуклидов), повышают всхожесть семян [1, 4]. Например, очищенное от пленок зерно полбы дает пониженную всхожесть (53-78 %). Это учитывается при подготовке семенного материала, не допуская к посеву зерно полбы без пленок [2].

Пищевая ценность крупяных культур определяется особенностями химического состава: содержанием хорошо усваиваемых белков, углеводов, большим количеством полезных минеральных солей, органических кислот, витаминов и липидным комплексом.[1]

Сравнительный анализ химического состава зерна Волжской полбы и пшеницы мягкой «Саратовская 29» представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав в 100 г зерна

Показатели	Мягкая пшеница «Саратовская 29»	Полба «Волжская»
Влажность, %	14,00	11,00
Массовая доля сырого белка, %	12,70	17,70
Массовая доля жира, %	2,20	2,43
Массовая доля углеводов:		
крахмала, %	55,50	58,52
содержание общего сахара, %	2,50	6,82
редуцирующих сахаров, %	1,09	3,02
целлюлозы, %	2,00	5,33
Зола, %	1,70	2,08
Витамины, мг:		
Витамин В ₁ (тиамин)	0,44	0,36
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,15	0,12
Витамин В ₅ (пантотеновая)	1,15	1,16
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,53	0,23
Витамин В ₉ (фолиевая кислота) мкг	37,50	45,00
Витамин Е (токоферол)	3,00	1,20
Витамин Н (биотин) мкг	10,40	9,30
Витамин РР (никотиновая кислота)	5,30	2,57
Холин	90,00	91,00
Минеральные вещества		
Содержание макроэлементов, мг		
Са	54,00	27,00
К	337,00	338,00
Mg	108,00	136,00
Р		
Содержание микроэлементов, мг	370,00	401,00
Fe	5,40	4,44
Zn	2,79	3,28
Cu, мкг	470,00	511,00
Mn	108,00	115,00
Se, мкг	29,00	11,70
Калорийность, ккал	305,00	338,00

Из таблицы 1 видно, что по количеству питательных веществ полба богаче протеинами, углеводами, в частности, сахарами, чем обычная пшеница. Количество белка в зерне полбы больше чем в зерне пшеницы на 5%. Достаточно высокое содержание белка делает полбу ценным источником растительного белка. Это особенно актуально в условиях низкой калорийности и несбалансированности рационов большинства групп населения.

Так же в зерне полбы содержится в 2,5 раза больше клетчатки, чем в зерне пшеницы. Роль клетчатки в питании велика: она снижает уровень холестерина

в крови, стимулирует кишечную перистальтику, выводит из организма канцерогены, усиливает секрецию кишечных желез и придает пище объем, что вызывает ощущение сытости.

В работе Баженовой И.А. [1] изучено содержание полифенолов в зерне полбы. Оно составляет 1120-1300 г/кг, что почти в два раза больше, чем в зерне обычной пшеницы. Феноловые кислоты обладают антимуtagenным и антиканцерогенным действием против полициклических ароматических углеводородов, микотоксинов.

На следующем этапе работы было произведено исследование качественных показателей муки пшеничной высшего сорта (ОАО «Казаньзернопродукт», республика Татарстан, г. Казань) и муки полбяной «Волжская».

Результаты качества муки полбяной представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества муки полбяной «Волжская»

Наименование показателя	Результаты исследования
Цвет	кремовый с сероватым оттенком, присутствуют оболочечные частицы полбяной муки
Запах	без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	сладкий с ореховым привкусом, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Содержание минеральной примеси	при разжёвывании хруст не ощущался
Влажность, %	11,6±0,15
Клейковина сырая: количество, % качество	24,0±0,35 2-ая группа качества удовлетворительно слабая (ИДК 78 усл. ед)
Заражённость и загрязнённость вредителями	не обнаружено
Крупность помола, по ГОСТ 4403, %: остаток на сите (из шёлковой ткани № 35) проход через сито (из шелковой ткани № 27)	9,43±0,35 90,57±5,50
Массовая доля золы в пересчёте на сухое вещество, %	1,24±0,25
Кислотность, град	3,7±0,02
Массовая доля крахмала, %	69,3±3,50

По результатам таблицы 2 можно сделать вывод, что проходу через сито 90,57% и остатку на сите 9,43% соответствует размер частиц муки полбяной 180-250 мкм. Следовательно, мука полбяная имеет больший размер частиц по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта, для которой он составляет 30-50 мкм.

Для получения муки полбяной, аналогичной муке пшеничной 1-го сорта, используется вальцовая мельница «Нагема Мюленбау А46» (Германия) с шестью драными, девятью размольными, двумя сходовыми и одной шлифовочной системами. После драного процесса, включающего шесть систем, извлекается 61% мелкой крупки, 17,1% крупной крупки, 0,9% дунстов, 2% муки, аналогичной муке пшеничной 2-го сорта, 1,37% муки, аналогичной муке пшеничной 1-го сорта, 17,63% отрубей. В результате размола крупок и дунстов, полученных после драного помола, извлекается 70% муки, аналогичной муке пшеничной 1-го сорта, 18,52% муки, аналогичной муке пшеничной 2-го сорта, 2,48% мелкой крупки, 9% отрубей.

Сравнительный анализ химического состава пшеничной и полбяной муки представлен в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительный анализ химического состава пшеничной и полбяной муки, $n = 5$

Пищевое вещество	Содержание, % на сухое вещество			
	пшеничная мука высшего сорта	пшеничная мука первого сорта	мука из зерна полбы «Волжская»	мука из зерна полбы «Л 133»
Моно- и дисахариды	0,80±0,05	1,6±0,05	4,02±0,20	3,58±0,22
Крахмал	66,10±3,20	66,3±3,30	62,40±3,22	63,50±3,21
Белок	10,80±1,40	10,30±1,45	13,60±1,20	13,50±1,22
Жиры	1,36±0,02	1,32±0,05	1,55±0,05	1,50±0,03
Целлюлоза	0,22±0,01	0,31±0,01	0,67±0,01	0,48±0,02
Гемицеллюлозы	0,90±0,05	1,05±0,07	2,85±0,05	1,98±0,06
Зола	0,70±0,05	0,70±0,05	0,98±0,05	0,85±0,05
Витамины, мг				
Пантотеновая кислота B ₅	0,30±0,01	0,35±0,01	0,55±0,01	0,48±0,01
Фолиевая кислота B ₉	27,10±1,80	35,50±1,50	43,00±4,50	45,00±4,00
Холин	52,00±3,20	55,00±3,50	78,00±5,45	73,00±5,35
Содержание макроэлементов, мг				
К	122,00 ±6,30	174±7,50	179,00±6,90	175,00±6,91
Mg	16,00±1,55	44±2,40	18,00±1,60	16,5±1,55
P	86,00±3,50	115,0±3,80	138,00±4,20	140,00±4,10
Содержание микроэлементов, мг				
Zn	1,01±0,02	1,01±0,01	1,51±0,02	1,55±0,02
Cu, мкг	180,00±6,75	180,00±6,80	205,00±6,95	195±6,90

Установлено, что полбяная мука в своем составе содержит большое количество белков и пищевых волокон. В муке из полбы «Волжская» «отмечается повышенное содержание общего сахара (5,82/100 г), редуцирующих сахаров (3,02 г/100 г), что указывает на ее высокую сахаробразующую способность (сладкая мука) и высокую активность амилолитического фермента амилазы (ферментативно активная мука), необходимые для нормальной жизнедеятельности хлебопекарных дрожжей (по норме

5-6 г/100 г растворимых углеводов), приготовления высококачественного хлеба, выпечки, сдобы, сохранения их свежести и увеличения сроков хранения.

Белки зерновых составляют примерно треть потребляемого человеком белка. Поэтому практический интерес представляют такие вопросы, как содержание белка в зерне и муке, сбалансированность белка по незаменимым аминокислотам. Аминокислотный состав полбяной и пшеничной муки представлен в таблице 4.

Таблица 4. Аминокислотный состав муки мг/100 г продукта

Наименование аминокислоты	Мука пшеничная	Мука полбы «Волжской»
Незаменимые аминокислоты:		
валин	500,00±3,50	850,00±5,15
изолейцин	430,00±2,70	650,00±4,75
лейцин	830,00±5,10	1200,00±6,75
лизин	300,00±2,10	520,00±4,15
метионин	180,00±1,50	310,00±2,45
треонин	320,00±2,50	470,00±4,60
триптофан	150,00±1,30	140,00±1,45
фенилаланин	600,00±4,80	1000,00±6,25
Итого незаменимых кислот	3310,00	5140,00
Заменимые аминокислоты:		
аланин	360,00±3,10	600,00±4,75
аргинин	420,00±4,50	720,00±4,95
аспарагиновая кислота	410,50±3,70	950,00±6,10
гистидин	250,00±2,40	360,00±3,05
глицин	430,00±3,90	650,00±4,85
глутаминовая кислота	322,00±2,55	385,00±3,15
пролин	105,00±1,30	239,00±2,30
серин	450,00±4,25	470,00±4,55
тирозин	200,00±2,15	530,00±4,25
цистеин	220,00±2,25	360,00±3,15
Итого заменимых аминокислот	3167,50	5264,00
Общее количество аминокислот	6447,50	10404,00

Следует отметить, что содержание незаменимых аминокислот в полбяной муке составляет 5140 мг/100 г продукта, заменимых – 5264 мг/100 г продукта. Эти показатели выше в 1,55 и 1,60 раз соответственно, чем в пшеничной муке. Содержание валина, изолейцина, лейцина, суммы метионин+цистеин приближается к «идеальному» белку; скоры этих аминокислот больше 90 %.

Отмечается повышенная концентрация глутаминовой кислоты, нормализующей обмен веществ в организме человека, кроме того придает специфический вкус и запах продукту, аргинина, являющегося донором азота, триптофана, способствующего биосинтезу никотиновой кислоты - витамина РР, низкий уровень метионина, усиливающего обмен жиров в организме, изолейцина, входящего в состав природных белков, пролина - предшественника глутаминовой кислоты и валина - одного из исходных веществ в биосинтезе пантотеновой кислоты - витамина В₃.

Результаты расчета аминокислотного сора представлены на рисунке 2.

Рис. 2. Аминокислотные scores исследуемых образцов муки, %

Из рисунка видно, что полбяная мука лимитирована по лизину и треонину, но лизина в ней содержится больше в 1,7 раза, чем в пшеничной муке.

Фракционный состав белка клейковины представлен в таблице 5.

Таблица 5. Фракционный состав белка клейковины

Сырье	Доля фракций белка, % от белкового азота			
	альбумины	глобулины	проламины	глютелины
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	7,75±0,55	36,61±0,70	38,38±0,75	17,26±0,45
Мука из зерна полбы «Волжская»	39,28±0,50	23,45±0,45	28,74±0,50	8,53±0,50
Мука из зерна полбы «Л 133»	24,29±0,45	25,28±0,40	40,85±0,80	9,58±0,50

В муке полбяной отмечается пониженное содержание спирторастворимой фракции пшеничной клейковины (28,74% глиадины), излишнее употребление которой может оказывать токсическое действие на слизистую оболочку кишечника человека и, как следствие, вызывает появление целиакии (глютеновой болезни), пищевой глютеновой аллергии, аллергического дерматита, аутизма, рака кишечника. Считается, что чем больше водо- и солерастворимых фракций, тем выше питательная ценность белка.

Таким образом, анализ химического и аминокислотного состава показал целесообразность использования полбяной муки сорта Волжская в рецептуре печенья, так как она содержит наибольшее количество пищевых веществ и более сбалансирована по аминокислотному составу, чем пшеничная мука высшего сорта.

Также, были изучены изображения размолотых частиц зерна пленчатой полбы сорта Волжский методом микроскопии на оптическом микроскопе OLYMPUS BX51 (Япония). Исследования проводились совместно с к.т.н доцентом Юковым В.В. Обработку и анализ полученных оптических изображений проводили с помощью системы автоматизированного анализа изображений SIAMS Photolab, предоставленной компанией SIAMS (Россия, г. Екатеринбург) [3].

Перед анализом линейных размеров частиц проводили предварительную обработку оптических изображений, которая заключалась в выделении частиц на исходном изображении и разделении контактирующих частиц неправильной формы. Контактующие частицы неправильной формы разделяли с помощью гранулометрического преобразования.

В результате исследований определены функции распределения линейных размеров размолотых частиц с аппроксимацией по методу Гаусса, дисперсия, максимальный, минимальный и средний линейные размеры частиц. Результаты показали, что функция распределения линейных размеров частиц крахмала (рисунок 3) и клейковины (рисунок 4) подчиняется закону нормального распределения случайных величин Гаусса, а для размеров частиц мелкой крупки полбяной муки, муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта этот известный закон не действует, а определяется законом Максвелла для неоднородных по размеру частиц.

Для исследованных проб полбяной муки, аналогичной 1-му сорту (рисунок 5) муки, муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (рисунок 6) и мелкой крупки (рисунок 7) средний размер частиц составил 10,55 мкм (микрочастицы), их среднее количество на стеклянной поверхности площадью 1 мкм² равно 20-40 шт. При этом максимальный размер (99,1 мкм) имеют частицы полбяной муки, аналогичной 1-му сорту, минимальный размер (43,9 мкм) имеют частицы мелкой крупки.

(а) оптическая визуализация частиц нативного пшеничного крахмала

(б) функция распределения линейных размеров частиц, аппроксимация функций распределения Гаусса

Рис. 3. Полбяной крахмал

(а) оптическая визуализация частиц пшеничной клейковины;

(б) функция распределения линейных размеров частиц, аппроксимация функций распределения Гаусса

Рис. 4. Клейковина полбы

(а) оптическая визуализация частиц муки

(б) функция распределения линейных размеров частиц

Рис. 5. Мука полбяная аналогичная первому сорту

(а) оптическая визуализация частиц муки

(б) функция распределения линейных размеров частиц

Рис. 6. Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта

(а) оптическая визуализация частиц муки

(б) функция распределения линейных размеров частиц

Рис. 7. Крупка мелкая полбяная

Таким образом, благодаря микроразмерам, размолотые частицы - продукты тонкого лабораторного помола зерна полбы - будут равномернее распределяться среди частиц другого пищевого и другого сырьевого материала, образовывать более гомогенизированные смеси, повышать их механическую прочность, стойкость при хранении, быстрее набухать или растворяться в питьевой воде.

Сопоставляя анализ собственных исследований и литературных данных химического состава и биологической ценности пшеничной муки высшего сорта и полбяной муки, можно сказать, что изделия с применением полбяной муки будут обладать повышенной пищевой ценностью.

Список используемых источников:

1. Баженова И.А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicoccum* Schrank.) и разработка кулинарной продукции с его использованием: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. СПб., 2004. 152 с.
2. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 2. С. 75-81.
3. Юков В.В. и др. Определение линейных размеров частиц зерна полбы методом оптической микроскопии // Хлебопродукты. 2008. № 7. С. 58-60.
4. Богатырёва Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2013. № 2. С. 39-42.
5. Матвеева Т.В., Корячкина С.Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография. Орел, 2011. 358 с.

References:

1. Bazhenova I.A. Study of the technological properties of grain of Emmer wheat (*Triticum dicoccum* Shapc.) and development of culinary products with his use. Dissertation. SPb., 2004. 152 p.
2. Kryukova E.V., Liberova N.V., Likhacheva E.I. the Study of the chemical composition of spelt flour. Bulletin of SUSU. A series of "Food and biotechnology". 2014. No. 2. P. 75-81.
3. Yukov V.V., etc. Determination of the linear dimensions of the particles of the grain of Emmer wheat by optical microscopy. the Bread products. 2008. No. 7. P. 58-60.
4. Bogatyreva T.G. the Use of spelt flour in the technology of bakery products. Bakery products. 2013. № 2. P. 39-42.
5. Matveeva T.V., Karachkina S.Y. Flour confectionery products of functional purpose. Scientific bases, technology, formulations. Orel, 2011. 358 p.

© 2015, Чугунова О.В., Крюкова Е.В.
Агрономические свойства полбы, как
нетрадиционного сырья для производства мучных
кондитерских изделий

© 2015, Chuginova O.V., Kryukova E.V.
Agronomic properties of spelt as unconventional raw
materials for production of flour confectionery
products

DOI: 10.17117/nv.2015.03.101

Поступила (Received): 09.09.2015

post@kantiana.ru

Сикачина А.А.**Адсорбция фенолсульфидов на стали, действующих как ингибиторы коррозии в водно-солевых средах, имитирующих морскую воду****Sikachina A.A.****Adsorption of persulfide on steel that act as corrosion inhibitors in aqueous and salt environments, simulating sea water**

В публикуемой научной работе представлен смоделированный в среде квантовохимического пакета HyperChem версии 8.0.9 при помощи полуэмпирического метода ZINDO/1 процесс адсорбции органических соединений класса фенолсульфидов, на железе (имеющегося в испытываемой марке стали в количестве 97%). Научная новизна проводимого исследования заключается в отходе от технологии кластерного моделирования и привлечения более информативного приближения донорно-акцепторного взаимодействия органических соединений с атомами железа. Такой подход, как будет показано далее, с высокой точностью отражает процесс защиты от электрохимической коррозии в водно-солевых коррозионных средах, имитирующих морскую воду, путем электро- и хемосорбции испытываемого как ингибитор коррозии органического соединения на поверхности металла с образованием комплексного соединения. В процессе исследования были получены и проанализированы: составы полученных комплексов (железофенолсульфидов), график, отображающий зависимость локальной электрофильности атома серы, от величины защитного эффекта (обратно пропорционального величине скорости коррозии)

Ключевые слова: фенолсульфиды, скорость коррозии

Сикачина Андрей Анатольевич
Аспирант
Балтийский Федеральный Университет
им. Иммануила Канта
г. Калининград, ул. Университетская, 3

In published scientific work presents the simulated environment in the quantum chemistry package HyperChem version 8.0.9 using semiempirical method ZINDO/1 the adsorption process of organic compounds of the class of sulphidefenols, on iron atoms (available in tested steel grade in the amount of 97%). The scientific novelty of the research is to move away from the technology cluster simulation and attracting more informative approximation to donor-acceptor interaction of organic compounds with the iron atoms. This approach, as will be shown, with high accuracy reflects the process of galvanic corrosion protection in water-salt corrosive environments, simulating sea water, by electro-chemisorption test as a corrosion inhibitor organic compounds on the metal surface with the formation of complex compounds. In the research process were obtained and analyzed: the composition of the complexes (ironsulphidefenols), a graph showing the dependence of the local electrophilicity the sulfur atom, the magnitude of the protective effect (inversely proportional to corrosion rate)

Key words: sulphidefenols, corrosion rate

Sikachina Andrey Anatolyevich
Postgraduate student
Immanuel Kant Baltic Federal University
Kaliningrad, Universitetskaya st., 3

Введение (Introduction)

Производные фенолов, содержащие в структурах различные функциональные группы и гетероатомы (S, N, P), находят разнообразное применение в качестве присадок к маслам и топливам, термо- и светостабилизаторов высокополимеров, лигандов для нанесенных катализаторов и др. [2, с. 2148; 3, с. 583].

Как показывает анализ литературы в этой области, дальнейший прогресс в развитии химии фенольных соединений в немалой степени будет обусловлен успехами, связанными с использованием в различных процессах алкенилзамещенных фенолов [5, с. 18; 6, с. 100; 8, с. 27].

Наличие в них одновременно нескольких реакционноспособных фрагментов, таких как кратная С=С- связь, ОН-группа и ароматическое ядро позволяет целенаправленно подойти к синтезу многочисленных новых соединений с полезными свойствами [7, с.53].

В настоящей статье приводятся результаты исследований по изучению ОС класса фенолсульфиды в качестве ингибиторов коррозии стали марки Ст. 3. Прежде всего такое свойство зависит от наличия в структуре ОС гетероатомов, поскольку несение свободных электронных пар позволяет таким ОС дозировать электронную плотность на незаполненные d-подуровни металла, давая поверхностные комплексы, в той или иной мере тормозящие катодную и анодную реакцию электрохимической. Как следствие, должно наблюдаться снижение скорости коррозии. Из вышеуказанных гетероатомов последний обладает наименьшей электроотрицательностью, что в работе [1, с.10-12] расценивается как положительный признак.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Исследованные соединения (класса фенолсульфидов) были следующие (рисунок 1 и таблица 1) [7, с. 52]:

Рис. 1. Общая структура исследуемых молекул

Расшифровка кодовых обозначений дана в таблице 1.

Таблица 1. Расшифровка состава радикалов каждой молекулы

Код радикала	ОС1	ОС2	ОС3	ОС4	ОС5
R	н-амил	н-нонил	н-додецил	н-амил	н-амил
R1	-H	-H	-H	метил	-H
R2	-H	-H	-H	-H	метил

Данные по Z конкретной выборки фенолсульфидов были взяты также из [7, с. 53].

Квантовохимические электронные свойства исходных фенолсульфидов были получены в среде квантовохимического пакета HyperChem версии 8.0.9, используя уровень теории MM+/AM1. Квантовохимические электронные свойства конечных железофенолсульфидов были получены путем моделирования протекания электрофильной реакции $x\text{Fe} + \text{OCY} = \text{Fe}_x(\text{OCY})$, используя уровень теории OPLS/AM1/ZINDO1 [12, с. 21].

Научная новизна проводимого исследования заключается в отходе от технологии кластерного моделирования и привлечения более информативного приближения донорно-акцепторного взаимодействия ОС с атомами железа (что является хорошим приближением, поскольку в стали Ст3 имеется 97% железа).

Технология проведения численного эксперимента состояла в задании предельного числа атомов железа, каковым считалось такое их число a , когда из $(a+b)$ заданных атомов железа несли нулевой заряд их число b . Тогда принималось, что донорные возможности ОС исчерпывались. Получаемые соединения по общепринятой классификации следует отнести к комплексным, поскольку налицо существование донорно-акцепторных взаимодействий, где атомы железа – акцепторы электронной плотности, в связи с этим заряжающиеся отрицательно [13, с. 104]. Методика расчета величин электрофильности атомов и их групп была применена согласно [4, с. 80].

Результаты (Results)

Сгенерированные квантовохимические дескрипторы фенолсульфидов и железофенолсульфидов представлены в таблицах 2 и 3:

Таблица 2. Значения вычисленных парциальных эффективных зарядов молекул фенолсульфидов и комплексных соединений на их основе

Код молекулы по порядку	Дескриптор	Величина у железофенолсульфида	Величина у фенолсульфида	$\omega_{\text{глоб}}$ исходной молекулы	$\omega_{\text{лок}}$ гетероатомов фенолсульфида
ОС1	Q_s	0,097	0,060	0,893	0,037
	Q_o	-0,191	-0,253		0,062
	Q_{CH_3}	-0,112	-0,211		0,088
	Q_{RCH_3}	-0,032	-0,211		0,179
	$\sum_B Q_c$	1,250	-0,561		1,811
ОС2	Q_s	0,070	0,035	0,887	0,031
	Q_o	-0,206	-0,257		0,045
	Q_{CH_3}	-0,057	-0,210		0,136
	Q_{RCH_3}	-0,042	-0,210		0,149
	$\sum_B Q_c$	1,258	-0,561		1,819
ОС3	Q_s	-0,022	0,035	0,952	-0,054
	Q_o	-0,198	-0,251		0,050
	Q_{CH_3}	-0,062	-0,200		0,131
	Q_{RCH_3}	-0,006	-0,211		0,195
	$\sum_B Q_c$	1,216	-0,581		1,711

Код молекулы по порядку	Дескриптор	Величина у железосульфидов	Величина у фенолсульфида	$\omega_{\text{глоб}}$ исходной молекулы	$\omega_{\text{лок}}$ гетероатомов фенолсульфида
OC4	Q_s	0,159	0,051	0,864	0,126
	Q_o	-0,170	-0,255		0,099
	Q_{CH_3}	-0,069	-0,205		0,158
	Q_{RCH_3}	-0,006	-0,211		0,239
	$Q_{\text{пара-CH}_3}$	-0,127	-0,173		0,054
	$\sum_B Q_C$	1,377	-0,489		1,867
OC5	Q_s	0,064	0,046	0,929	0,017
	Q_o	-0,108	-0,270		0,150
	Q_{CH_3}	-0,100	-0,212		0,104
	Q_{RCH_3}	0,011	-0,209		0,204
	$Q_{\text{орто-CH}_3}$	-0,050	-0,177		0,118
	$\sum_B Q_C$	1,312	-0,270		1,470

Таблица 3. Значения вычисленных энергий граничных орбиталей молекул фенолсульфидов и комплексных соединений на их основе

Код фенолсульфида	OC1	OC2	OC3	OC4	OC5
Значение $E(\text{ВЗМО})$	-8,301	-8,307	-8,339	8,267	-8,329
Значение $E(\text{НСМО})$	0,408	0,431	0,251	0,488	0,312
Состав железосульфидов	$\text{Fe}_{11}\text{OC1}$	$\text{Fe}_{13}\text{OC2}$	$\text{Fe}_{15}\text{OC3}$	$\text{Fe}_{13}\text{OC4}$	$\text{Fe}_{13}\text{OC5}$
Значение $E(\text{ВЗМО})$	-7,498	-7,376	-7,318	-7,762	-7,486
Значение $E(\text{НСМО})$	-0,089	-0,351	-0,367	-0,300	-0,071

Зависимость $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы фенолсульфидов от защитного антикоррозионного эффекта, проявляемого ОС в концентрации 200 мг/л представлена на рис. 2:

Условные знаки: ◆ - ОС, внесенные в гетерогенную систему «сталь Ст3/хлорид натрия»;
■ - ОС, внесенные в гетерогенную систему «сталь Ст3/3% хлорид натрия + н-октан»

Рис. 2. Зависимость скорости коррозии от плотности заряда на железе

Обсуждение и заключение (*Discussion and Conclusion*)

Сложность состава кластера железокомплекса в данном случае прямо пропорционален сложности исследуемого ОС и, как, например, в [12, с. 23] несет в себе наименьшую информационную нагрузку.

Очевидно, что данные ОС абсолютно электродонорны, за исключением ОС3, где атом серы проявляет акцепторные свойства (его функция Фукуи отрицательна). Несмотря на то, что акцепторные свойства проявляет лишь один гетероатом, это существенно обуславливает Z – наиболее низкий по величине из всей представленной выборки. Вероятно, это происходит вследствие наличие самого длинного R , поскольку в ОС2 где R включает в себя 9 атомов углерода, и где бензольное кольцо не содержит иной радикал, $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы наименьшая. $\omega_{\text{лок}}$ кислорода изменяется аналогичным образом. $\omega_{\text{лок}}$ метильных групп в составе соответствующих R наиболее высока у ОС4 и ОС5, поскольку в них имеются метильные группы в *орто*- и *пара*-положениях бензольного кольца (по отношению к фенольному гидроксилу), также подающие электронную плотность на бензольное кольцо. Из имеющихся радикалов метил наиболее электродонорен радикальный, из заместителей бензольного кольца – *орто*-метил, который резко понижает электрофильность бензольного кольца.

По данным таблицы видно, что бензольное кольцо является основным центром хемосорбции — даже наблюдается смена знака величины его заряда в процессе донирования электронной плотности на металл. Вероятнее всего, что сера выступает как центр электросорбции, на что указывает ее положительный заряд как в свободной молекуле, так и в ад-молекуле. Конечно, имеется тенденция к преобразованию данного центра электросорбции в центр хемосорбции, учитывая меньшую электроотрицательность серы по сравнению с кислородом.

Выборка ОС презентована так, что ОС4 и ОС5 являются изомерами, а ОС1...3 – гомологами. На примере первых можно проследить, что метил в *орто*-положении дает: повышение $\omega_{\text{глоб}}$ молекулы, слабее донирует бензольное кольцо, атом серы, радикалы метил всей упоминаемой природы. Сам *орто*-метил проявляет более сильные донорные свойства. На примере вторых можно проследить, что $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы падает (в случае ОС1 и ОС2 наличествуют очень близкие величины здесь и далее). Если задать ряд «ОС3-ОС1-ОС2», падает величина $\omega_{\text{глоб}}$ молекулы вследствие укорочения R , а также растет $\omega_{\text{лок}}$ бензольного кольца, при уменьшении $\omega_{\text{лок}}$ радикального метила, что говорит о явлении донирования R на бензольное кольцо.

При рассмотрении энергий граничных орбиталей очевидно, что метод AM1 очень хорошо подходит для определения электронных свойств фенолсульфидов, поскольку величина $E(\text{НСМО})$ положительна [1, с. 12], в отличие от отрицательной (в случае ОС2...ОС4, являющихся гомологами по R) или близкой к нулю (в случае ОС1 и ОС5, являющихся гомологами по радикалу *орто*-метил) величины $E(\text{НСМО})$. В общем и целом для ад-молекул в сравнении со свободными молекулами $E(\text{ВЗМО})$ возрастает, $E(\text{НСМО})$ падает. Радикал метил в *орто*-положении бензольного кольца не влияет на падение $E(\text{НСМО})$ и $E(\text{ВЗМО})$. В ОС2 и ОС3 идет самое сильное понижение $E(\text{НСМО})$ и самое сильное повышение

Е(ВЗМО), что можно объяснить наличием самого длинного радикала. В ОС1 и ОС5 Е(НСМО) является практически нулевым.

Z в прямой зависимости от $\omega_{\text{лок}}$ атома серы возрастает, пока сера имеет низкую электрофильность. Z при этом принимает диапазон величин 0...67% (происходит электро- и хемосорбция путем донирования электронной плотности на металл). С диапазона 67%...74% $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы держится на уровне 0,08 (именно с этой величины $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы начинается отток электронной плотности с металла вследствие большого уровня разницы величин электроотрицательности — 1,83 у железа против 2,58 у серы – а также наличия у серы вакантных 3p- и 3d-орбиталей - металл постепенно начинает переходить в ионное состояние). Сдвиг кривых идет относительно точки, где Z = 71%, что свидетельствует о схожести механизмов ингибиторной защиты в водно-солевых средах, имитирующих морскую воду (о чем говорит и близость и наложение точек друг к другу). С диапазона 74%...100% указанная электрофильность резко падает вплоть до нулевого значения при Z = 80%...82% (ликвидация ионизации металла в связи с понижением $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы, рост величины Z, падение скорости коррозии). Присадка n-октана практически повышает $\omega_{\text{лок}}$ атомов серы при конкретной величине Z, вероятно, за счет погружения неполярных фрагментов молекулы в неполярную присадку, что дает с их стороны меньшее влияние Z.

Список сокращений:

ОС – органическое соединение

R – алифатический радикал, образующий связь с атомом серы

Z – защитный антикоррозионный эффект: обратно пропорционален величине скорости коррозии

$\omega_{\text{глоб}}$ – глобальная электрофильность молекулы ОС

$\omega_{\text{лок}}$ – локальная электрофильность конкретных атомов и их групп в структуре ОС

QS – заряд на атоме серы

QO- заряд на атоме кислорода фенольного гидроксидила

QCH3 – заряд на метильной группе, образующей группу атомов:

QRCH3 – заряд метильной группы, образующей группу атомов (R' – некоторый абстрактный радикал):

Qпара-CH3 – заряд метильной группы в пара-положении бензольного кольца по отношению к фенольному гидроксиду

Qорто-CH3 – заряд метильной группы в орто-положении бензольного кольца по отношению к фенольному гидроксиду

ΣBQC – суммарный заряд атомов углерода бензольного кольца

Список используемых источников:

1. Beloglazov G.S., Sikachina A.A., Beloglazov S.M. Modelling macroscopic properties of organic species on the basis of quantum chemical analysis (on an example of inhibiting efficiency of ureides and acetylides against corrosion). Solid State Phenomena. 2014. Vol. 225. P. 7-12.
2. Haino Takcharu, Araki Hiromi. Сенсоры фуллерена на основе каликс [5] арена. Chem.Coomun // РЖХ 2003. № 18. С. 2148-2149.
3. Галимзянова А.У., Биглова П.З., Талипов Р.Ф. Синтезы и антиокислительные свойства серосодержащих олигоизобутиленфенолов. // Органическая химия от Бутлерова и Бельштейна до современности. Санкт-Петербург, 2006. С. 583-584.
4. Захарова В.С., Амангусова Л.А. Квантово-химическое исследование форм тяжелых металлов, извлекаемых из водных растворов методом ионной флотации // Молодой ученый. 2014. № 15. С. 80-82.

5. Заявка 1033950 Германия. Новые лиганды для катализаторов, МПК7C07F 9/53, 2005.
6. Заявка 1211271 ЕПВ, Способ получения сополимеров алкенилфенолов с метакрилатами с контролируемой структурой, МПК7C08 29/02, 2002.
7. Магеррамов А.М., Байрамов М.Р., Джавадова О.Н., Агаева М.А., Алиева С.Г., Джавадов М.А. Получение фенолсульфидов на основе пропенилфенолов и исследование их в качестве ингибиторов коррозии стали // Вестник Бакинского Университета. 2009. С. 52-55.
8. Пат. 6300035 США, Химически усиливаемые позитивные фоторезисты, МПК7G03F/004, 2001.
9. Пат. 6346362 СШФ, Полимеры и их применение, МПК7G03F 7/039, 2002.
10. Пат. 6864381 США. Способ получения ацилксибензолсульфонатов, МПК7C07 B45/40, 2005.
11. Пат. 7226979 США, Сополимеры, содержащие олефины и защищенные или незащищенные оксистирольные звенья, МПК7 C08F 297/00, 2007.
12. Сикачина А.А. Квантовохимическое моделирование адсорбции органических соединений на стали углеродистой конструкционной // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Т. 7. №4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN415.pdf> DOI: 10.15862/47TVN415
13. Сикачина А.А. Квантово-химическое моделирование реакции различных форм 2-аминопропановой кислоты с атомами железа // Вестник КузГТУ. 2015. №3. С. 102-106.
14. Сикачина А.А. О перспективе использования единого квантовохимического подхода для характеристики совокупности форм молекул // Перспективы науки. 2015. № 8. С. 100-104.

References:

1. Beloglazov G.S., Sikachina A.A., Beloglazov S.M. Modelling macroscopic properties of organic species on the basis of quantum chemical analysis (on an example of inhibiting efficiency of ureides and acetylides against corrosion). Solid State Phenomena. 2014. Vol. 225. P. 7-12.
2. Haino Takcharu, Hiromi Araki. Fullerene sensors based on calix [5] arena. Chem.Coomun // REH. 2003. № 18. P. 2148-2149.
3. Galimzyanov A.U., Biglova P.Z., Talipov R.F. Synthesis and antioxidant properties of sulfur-containing oligoneuriella. Organic chemistry: from Butlerov and Bilstein to the present. Saint-Petersburg, 2006. P. 583-584.
4. Zakharov V.S., Langusova L.A. Quantum-chemical study of the forms of heavy metals extracted from aqueous solutions by ion flotation. Young scientist. 2014. No. 15. P. 80-82.
5. The Application 1033950 Germany. New ligands for catalysts, МПК7C07F 9/53, 2005.
6. The Application 1211271 EPO, a Method of producing copolymers of methacrylates alkenylphenol with controlled structure, МРСА 29/02, 2002.
7. Maharramov A.M, Bairamov M.R., Javadov N.O., Agayeva M.A., Alieva S.G., Javadov M.A. Getting fenolaldegidov based propylphenyl and study them as corrosion inhibitors of steel. Bulletin of the Baku University. 2009. P. 52-55.
8. Pat. 6300035 USA, Chemically amplified positive photoresists МПК7G03F/004, 2001.
9. Pat. 6346362 SSF, Polymers and their applications, МПК7G03F 7/039, 2002.
10. Pat. 6864381 USA. A method of producing alloxanthine, МРСА V/40, 2005.
11. Pat. 7226979 USA, the Copolymers containing an olefin and protected or unprotected oxysterols links, IPC 7 C08F 297/00, 2007.
12. Sikachina A.A. Quantum-chemical simulation of organic compounds adsorption on carbon structural steel. Internet-journal "science of SCIENCE". 2015. Vol. 7, No. 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/47TVN415.pdf> DOI: 10.15862/47TVN415
13. Sikachina A.A. Quantum-chemical modeling of the reaction of different forms of 2-aminopropanoic acid with iron atoms. Bulletin of KuzSTU. 2015. No. 3. P. 102-106.
14. Sikachina A.A. About the prospect of using a uniform quantum-chemical approach to characterize aggregate shapes of molecules. Science Prospects. 2015. No. 8. P. 100-104.

© 2015, Сикачина А.А.

Адсорбция фенолсульфидов на стали, действующих как ингибиторы коррозии в водно-солевых средах, имитирующих морскую воду

© 2015, Sikachina A.A.

Adsorption of persulfide on steel that act as corrosion inhibitors in aqueous and salt environments, simulating sea water

DOI: 10.17117/nv.2015.03.108

Поступила (Received): 24.09.2015

gag@psati.ru

Глущенко А.Г., Глущенко Е.П.
Влияние движения среды на интерференционную
картину, формируемую двумя когерентными
источниками

Glushchenko A.G., Glushchenko E.P.
The influence of the motion of the medium to an interference
pattern formed by two coherent sources

Рассмотрено влияние движения среды на картину интерференции от двух когерентных источников, расположенных в изотропной среде для электромагнитных и для упругих волн. Движение среды приводит к асимметрии суммарной скорости движения волн и волновых чисел. Получены уравнения кривых максимумов и кривых минимумов интенсивности волнового процесса. Получены аналитические соотношения для расчета интенсивности волнового процесса, создаваемого когерентными источниками, во всех точках плоскости, проходящей линию, соединяющую источники. Приведены результаты расчета интерференционной картины в зависимости от скорости движения среды в направлении линии, соединяющей излучатели. Установлено, что движения среды приводит как к сносу интерференционных максимумов и минимумов в направлении движения среды. С ростом скорости движения среды величина смещения положения минимумов и максимумов возрастает. Кроме того увеличение скорости движения среды приводит к увеличению на единицу длины числа интерференционных максимумов и минимумов, стоячие волны «сжимаются» вплоть до срыва интерференционной картины между источниками

Ключевые слова: интерференция, когерентные источники, движение среды

The influence of motion of environment on the interference pattern from two coherent sources located in the isotropic medium for electromagnetic and elastic waves. The motion of the medium leads to asymmetry of the total velocity of the waves and of wave numbers. The equations of curves of maxima and minima of intensity of wave process. The obtained analytical relations for calculating the intensity of wave process generated by coherent sources, at all points in the plane the line connecting the sources. The results of calculation of the interference pattern depending on the velocity of the medium in the direction of the line connecting the emitters. It is established that the motion of the medium leads to the demolition of the interference maxima and minima in the direction of fluid flow. With increasing speed of motion of the medium, the amount of displacement of the position of the minima and maxima increases. Additionally, the increasing speed of the medium increases per unit length number of interference maxima and minima, standing waves are "compressed" up to the breakdown of interference patterns between the sources

Key words: interference, coherent sources, the movement of the medium

Глущенко Александр Григорьевич
Доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой
Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
г. Самара, Московское шоссе, 77

Glushchenko Alexander Grigoryevich
Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor,
Head of the Department
Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics
Samara, Moskovskoe shosse, 77

Глушченко Евгения Павловна

Кандидат физико-математических наук, доцент
Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
г. Самара, Московское шоссе, 77

Glushchenko Evgenia Pavlovna

Candidate of Physico-mathematical Sciences,
associate Professor
Povolzhskiy State University of Telecommunications
and Informatics
Samara, Moskovskoe shosse, 77

Расчет картины интерференции волн от двух когерентных источников (модель опыта Юнга) является классической задачей акустических и электромагнитных источников. Наблюдается формирование в пространстве стационарного перераспределения интенсивности, возникающее за счет перераспределения в пространстве их энергии [1-3]. Движение среды существенно влияет на волновые процессы, что наиболее наглядно проявляется для упругих волн [3]. При этом скорость движения среды может быть сопоставима со скоростью распространения упругих волн в среде [4-5]. Рассмотрим здесь влияние движения среды вдоль оси Ox на интерференционную картину, создаваемую двумя когерентными источниками упругих волн s_1 и s_2 (рис.1) в среде, характеризуемой скоростью распространения волн c . Направление движения среды совпадает с осью Ox .

Рис.1. Интерференция волн от двух источников в подвижной среде.

В соответствии с принципом суперпозиции суммарное давление поля в любой точке пространства P определяется суммой давлений, создаваемых каждым источником: $p = p_1(t) + p_2(t + \tau)$, где $\tau = \frac{r_2}{v_2} - \frac{r_1}{v_1}$ – это время задержки волны, проходящей более длинный путь r_2 от второго источника по сравнению с расстоянием, проходимым волной, распространяющейся по пути r_1 . Скорости распространения для первой и второй волн от источников в направлении точки наблюдения P различаются:

$$v_1 = c + u \cos \alpha_1 \text{ и } v_2 = c + u \cos \alpha_2.$$

Разность фаз этих двух волн описывается формулой: $\Delta\Phi = k_2 r_2 - k_1 r_1$, где волновые числа для первой и второй волн

$$k_{1,2} = \frac{\omega}{v_{1,2}} = \frac{\omega}{c + u \cos \alpha_{1,2}} = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \cos \alpha_{1,2}}$$

Рис. 2. Распределение интенсивности при интерференции от двух когерентных источников, расположенных в подвижной среде в зависимости от скорости движения среды

также различаются. Углы α_1, α_2 , которые определяют направление распространения первой и второй волн в точку P , определяются соотношениями (рис. 1):

$$\operatorname{tg} \alpha_{1,2} = \frac{y}{x \mp d/2}$$

Тогда волновые числа можно представить в виде:

$$k_1 = \frac{k_0}{1 + \frac{u}{c} \frac{x \mp d/2}{\sqrt{(x \mp d/2)^2 + y^2}}}$$

Расстояния от источников до точки наблюдения:

$$r_{1,2} = \sqrt{\left(x \mp \frac{d}{2}\right)^2 + y^2}.$$

При наложении когерентных волн в точке P возникает результирующая волна с той же частотой, а амплитуда волны определяется из соотношения:

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \Delta\Phi.$$

Интенсивность волнового процесса в точке P представим в виде:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos \Delta\Phi = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos \Delta\Phi.$$

Максимальная интенсивность $I_{\max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2}$ будет наблюдаться в тех точках, для которых $\cos \Delta\Phi = 1$, минимальная интенсивность $I_{\min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 \cdot I_2}$ будет наблюдаться в точках, где $\cos \Delta\Phi = -1$. Кривые максимальной и минимальной интенсивности описываются уравнениями:

$$\frac{\sqrt{(x-d/2)^2 + y^2}}{1 + \frac{u}{c} \frac{x-d/2}{\sqrt{(x-d/2)^2 + y^2}}} + \frac{\sqrt{(x+d/2)^2 + y^2}}{1 + \frac{u}{c} \frac{x+d/2}{\sqrt{(x+d/2)^2 + y^2}}} = \begin{cases} 2m \frac{\lambda}{2} & - \max \\ (2m+1) \frac{\lambda}{2} & - \min \end{cases}$$

(где $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$ порядок интерференции). На рис. 2 показано влияние скорости движения среды на распределение интенсивности интерференционной картины. При равной интенсивности двух источников $I_1 = I_2 = I_0$ имеем:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos \Delta\Phi = 2I_0(1 + \cos \Delta\Phi)$$

Движение среды параллельно плоскости, в которой расположены источники, и формирует несимметрию интерференционной картины двух источников относительно оси Ox , проходящей через источники излучения. С ростом скорости растет «снос» интерференционной картины и растет число интерференционных максимумов между источниками на единицу поверхности со стороны движения среды.

Таким образом, движение среды существенно меняет интерференционную картину даже при малой скорости движения среды, что необходимо учитывать при расчете диаграммы направленности излучателей.

Список используемых источников:

1. Глущенко А.Г., Глущенко Е.П., Иванов В.В., Устинова Е.С. Интерференция волн в невязимных средах // В мире научных открытий. 2012. №1.1(25). С. 98-112.
2. Глущенко А.Г., Глущенко Е.П., Иванов В.В., Устинова Е.С. Особенности стоячих волн в невязимных средах // Естественные и технические науки. 2012. №1(57). С. 257-259.
3. Гринченко В.Т., Вовк И.В., Мацыпура В.Т. Основы акустики. Київ: Наукова думка, 2007. 640 с.
4. Осташев В. Е. Распространение звука в движущихся средах. М.: Наука, 1992. 208 с.
5. Шкундин С.З., Румянцев В.А. Повышение точности измерения скорости воздушного потока акустическим анемометром // Измерительная техника. 2001. №1. С. 54-57.

References:

1. Glushchenko A.G., Glushchenko E.P., Ivanov V.V., Ustinova E.S. Interference waves in non-reciprocal environments. In the world of scientific discoveries. 2012. №1.1(25). P. 98-112.
2. Glushchenko A.G., Glushchenko E.P., Ivanov V.V., Ustinova E.S. Peculiarities of standing waves in nonreciprocal media. Natural and technical Sciences. 2012. №1(57). P. 257-259.
3. Grinchenko V.T., Vovk I.V., Matsipura V.T. Fundamentals of acoustics. Kyiv: Naukova Dumka, 2007. 640 p
4. Ostashev V.E. sound Propagation in moving media. M.: Nauka, 1992. 208.
5. Shkundin Z.S., Rumyantsev V.A. Improving the accuracy of measurement of air velocity by anemometer acoustic. Measuring equipment. 2001. No. 1. C. 54-57.

© 2015, Глущенко А.Г., Глущенко Е.П.

Влияние движения среды на интерференционную картину, формируемую двумя когерентными источниками

© 2015, Glushchenko A.G., Glushchenko E.P.

The influence of the motion of the medium to an interference pattern formed by two coherent sources