

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

*Материалы
Четвертой всероссийской научно-практической конференции
(23–25 апреля 2013 г.)*

Часть I



Петропавловск-Камчатский
2013

УДК [001+37+001.895](063)
ББК 72+74
НЗ4

Ответственный за выпуск

Я.В. Ганич,
кандидат экономических наук, доцент

НЗ4

Наука, образование, инновации: пути развития : материалы Четвертой все-российской научно-практической конференции (23–25 апреля 2013 г.) / отв. за вып. Я.В. Ганич. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2013. – 243 с.

ISBN 978-5-328-00270-7
ISBN (ч. I) 978-5-328-00271-4

В сборнике рассматриваются вопросы социально-экономического развития общества и государства, модернизации системы образования и проблемы техники и технологий. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений, в том числе КамчатГТУ, сотрудники организаций, которые занимаются изучением современного состояния науки, образования и инноваций в этой сфере.

УДК [001+37+001.895](063)
ББК 72+74

ISBN (ч. I) 978-5-328-00271-4
ISBN 978-5-328-00270-7

© КамчатГТУ, 2013
© Авторы, 2013

Содержание

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Агеев В.А. Подготовка специалистов морских специальностей при международном сотрудничестве стран Азиатско-Тихоокеанского региона на примере Китайской народной республики.....	7
Ильин И.А., Ильина И.В., Пережогин А.С., Нощенко Д.С. Классификация дифференциальных уравнений седьмого порядка	11

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Басипов А.А. Семантическое аннотирование текстовых документов. Системы семантического аннотирования.....	18
Волынский И.А., Кокуев А.Г. Оптический расходомер многофазных потоков	21
Голубкин И.А. Повышение эффективности проведения внутритрубной диагностики газопроводов	23
Жмырко Р.Г. Проектирование локальной вычислительной сети предприятия на основе системы поддержки принятия решения.....	26
Ивакин А.А., Береснев И.А. Анализ возможности использования технологии мобильной передачи данных LTE в мультимедийном вещании.....	28
Кайченев А.В., Селяков И.Ю., Власов А.В., Власова А.Р. Разработка системы автоматического управления малогабаритной установкой для поиска оптимальных технологических режимов	32
Квятковский К.И., Петраев А.В., Полумордвинова А.О. Аналитико-синтетический подход к созданию информационных систем для сферы электронных услуг.....	34
Мальцева Н.С., Барабанова Е.А., Жидусова Т.С., Мальцев Д.Б. Обзор методов коммутации сетей передачи данных	36

Секция 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Барабанова Е.А., Мальцева Н.С., Барабанов И.О. Моделирование коммутационных систем с параллельной обработкой	43
Бочарникова М.Ю. Принятие управленческих решений на основе сбалансированной системы показателей и имитационной модели	51
Каримов М.Ш., Байрашевский И.В., Васильев Т.Р., Руденко М.Ф. Аналитические исследования термодинамической эффективности адсорбционного термотрансформатора на рабочей паре активированный уголь – аммиак	60

Лиходедов А.Д., Швецов В.А. О совершенствовании информационного обеспечения потребителей насосов для систем водоснабжения	67
Мандрикова О.В., Глушкова Н.В. Многокомпонентное моделирование и анализ данных ионосферного слоя F2 на основе совмещения вейвлет-преобразования и авторегрессионных моделей.....	69
Мандрикова О.В., Жижикина Е.А. Анализ и классификация геомагнитных данных на основе совмещения вейвлет-преобразования с радиальными нейронными сетями	74
Пичугин Д.А. Методология создания математической модели оптимизации нефтегазопромыслового флота	77
Полозов Ю.А., Мандрикова О.В. Выделение аномалий в ионосферных параметрах на основе совмещения вейвлет-пакетов и нейронных сетей с использованием разных вейвлет-базисов.....	83
Шаталович М.Ю. Автоматизированная система оценки запасов и анализа данных по водным биологическим ресурсам Камчатского края	87

Секция 3. ИННОВАЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Белавина О.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В., Белозёров П.А., Пахомов В.А. Инновационная технология подготовки проб золотосодержащего минерального сырья к анализу.....	91
Головачева С.А., Морозов А.А., Чернышева Н.Л. Влияние консервирующих добавок на качество и безопасность охлажденной продукции из водных биологических ресурсов	92
Джамбеков А.М. Применение на предприятиях нефтегазовой отрасли геоинформационных систем с использованием данных ДЗЗ и технологии GPS	101
Ильин Р.А. Применение инновационной жидкокристаллической теплоизоляции на объектах теплоэнергетики	108
Ильин Р.А., Куртынов С.Е. Новый подход к оценке эффективности котлов	115
Ильин Р.А., Малышев Н.В. Термодинамическая эффективность инновационных газотурбинных установок атмосферного типа	118
Кайралиева А.И., Пыхалова Н.В. Комбинирование процессов селективной очистки и депарафинизации масляного сырья	121
Киричко Н.А., Садретдинова Л.И. Перспективы использования топинамбура для получения продуктов функционального назначения	125
Марченко А.А. Процесс получения максимальной механической мощности на валу электродвигателя при испытаниях электрических машин	128
Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Некоторые аспекты инновационного подхода к созданию комбинированных продуктов на основе мясного и рыбного сырья для геродиетического питания	130

Телятник О.В.	
Инновационные технологии промысла лосося ставными неводами	134
Труднев С.Ю.	
Разработка математической модели вторичного источника питания	143
Турко Д.А.	
Обоснование перспективных направлений развития высокотехнологичного сектора Украины	146
Фам Тхи Ми, Цибизова М.Е.	
Некоторые аспекты получения пектина с помощью специфических гидролизующих агентов-ферментов	149
Цибизова М.Е., Аверьянова Н.Д.	
Некоторые аспекты систематизации технoхимических свойств и биохимических показателей мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна	154
Чернышова О.В., Цибизова М.Е.	
Инновационный подход к получению экстрактов пряно-ароматических растений.....	161
Шишкин Н.Д., Манченко Е.А.	
Инновационные технические решения по применению возобновляемых источников энергии	163

Секция 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Батуев Э.Н.	
Теоремы вложения и компактности для некоторых пространств с весовыми нормами	169
Горюшкин А.П.	
О факторгруппах свободного произведения двух циклических групп	180
Недвигина Н.Л.	
Численное решение уравнений с частными производными. Метод сеток	188
Суворова Н.В., Ригель А.А.	
Моделирование нестационарных процессов теплопроводности	192
Шулюпин А.Н., Чернев И.И., Чермошенцева А.А.	
Расчет производительности пароводяных скважин при реконструкции	195

Секция 5. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Агеев В.А.	
Компетентностный подход при подготовке специалистов морских специальностей во время проведения производственной практики в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов в условиях социального партнерства Камчатского государственного технического университета и работодателей	199
Андрянова Е.В.	
Необходимость отражения аспекта ресурсосбережения в учебном процессе	204
Бирюкова Н.В.	
Интегративная роль дисциплинарных модулей в процессе обучения экономическим дисциплинам в СУЗах	207
Герасюк Т.А.	
К вопросу об использовании фразеологизмов в речи и литературных источниках	209

Жигadlo В.Ф.	
Особенности проведения занятий по физической культуре в атлетическом зале	212
Космачева И.М., Давидюк Н.В., Сибикина И.В.	
О совершенствовании обучения специалистов по информационной безопасности в современных условиях	221
Моргулев А.И.	
Взаимосвязь профессиональной подготовки судоводителей и аварийности судов на море	227
Мурзина Н.И.	
Функциональный аспект изучения фразеологии русского языка	229
Пономарева Е.И.	
Формирование морально-волевых качеств у студентов на занятиях по физической культуре	233
Прыгина Е.П.	
Дифференцированное обучение на уроках математики как лично-ориентированный подход к процессу обучения	236
Тулeпбергенова Д.Ю.	
К вопросу о содержательной стороне и основных этапах при конструировании кейс-методов	240

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 37(510)

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПРИ МЕЖДУНАРОДНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ СТРАН АЗИАТСКО- ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

В.А. Агеев

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В настоящей статье проведен анализ подготовки специалистов морских специальностей на международном рынке труда, рассмотрены вопросы международного сотрудничества в области морского образования в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, представлена концепция по содержанию международных обменов и сотрудничества Китайской народной республики в области образования, приведены примеры подготовки кадров морских специальностей в Даляньском и Шанхайском морских университетах, предложены мероприятия по международному сотрудничеству в области морского образования.

Морское образование по определению является интернационализированным. Во-первых, требования к подготовке моряков унифицированы. Их базовое содержание определяется международной Конвенцией и Кодексом о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ/ STCW), которая действует в 168 странах-членах Международной морской организации (далее ИМО). Во-вторых, до 50 процентов судов имеют международные экипажи. На рынке международных образовательных услуг у «морских» вузов есть существенное преимущество – они выдают диплом международного образца и выступают в роли заведений, работающих в сфере подготовки кадров для международного рынка труда.

2010 год был объявлен ИМО Годом Моряка в знак признания тяжелого и крайне необходимого труда людей морской профессии. На всех судах мира работают 1,5 миллионов моряков, в соотношении с количеством населения планеты – величина незначительная. Однако при этом на долю морского транспорта приходится 90% всех перевозимых в мире грузов. Такая зависимость рынка мировых перевозок от морского транспортного сектора накладывает обязательства на качество подготовки специалистов морского флота [1].

Международное морское сообщество планомерно вводит все более высокие стандарты качества подготовки морских специалистов, способных к профессиональному росту и быстрому перепрофилированию для эксплуатации современных судов всех типов. По данным международных организаций нехватка специалистов командного состава на транспортном флоте всего мира составляет около 50 тысяч человек. Резко упал интерес молодежи промышленно развитых стран к морским специальностям, наблюдается старение работающих моряков. В 2000 году флот развитых стран насчитывал 26 000 специалистов командного состава старше 55 лет, а в 2010 году уже более 52 000. Среди причин аварийности на флоте увеличивается роль человеческого фактора. В основе 84% аварийных случаев лежат ошибки, связанные с недостаточной компетенцией специалистов, управляющих судном и эксплуатирующих судовые энергетические установки и системы. Снижается базовый уровень подготовки, у моряков недостает практических навыков. Все это заставляет задуматься о будущем морского образования в целом.

Иллюстрацией признания высокого качества российского морского образования является его признание международным сообществом. Так, в декабре 2000 года Российская Федерация была включена в так называемый «белый список» ИМО, то есть в перечень государств, чьи морские дипломы и квалификационные свидетельства признаются международным морским сообществом. Так же, показательно, что Россия является серьезным экспортёром квалифицированных кадров, например, по данным на 2012 г. около 35 тыс. российских моряков работало на судах под иностранными флагами. На сегодняшний день мировой спрос на рынке «морского» образования на готовые кадры значительно превышает спрос на образовательные услуги морского профиля [1].

Крупнейшим поставщиком кадров для морского флота является также Китайская народная республика (далее КНР). Одним из конкретных проявлений независимой и самостоятельной мирной внешней политики КНР является осуществление всесторонних международных обменов и сотрудничества в области образования.

Автор [2] указывает на то, что международные обмены и сотрудничество Китая в области образования имеют под собой законодательно обеспеченную базу. «Закон о высшем образовании Китайской Народной Республики» устанавливает: «Государство поощряет и поддерживает международные обмены и сотрудничество в области высшего образования».

Содержание международных обменов и сотрудничества Китая в области образования затрагивает многосторонние и двусторонние рамки деятельности правительства, органов образования, неправительственных организаций. Правительство КНР принимает деятельное участие в работе ЮНЕСКО, и развернуло с ней многопрофильное взаимодействие. Оно подписало документы о развитии обменов и сотрудничества в области образования с более чем 160 странами и районами мира. Китайские органы просвещения от начальной школы до университета наладили отношения сотрудничества с органами просвещения того же уровня многих стран. Особенно следует отметить развертывание многостороннего сотрудничества университетов с зарубежными университетами и предприятиями. В настоящее время на китайском материке уже работают около 300 учебных заведений, основанных на сотрудничестве Китая и зарубежных стран. Развиваются активные двусторонние и многосторонние обмены в сфере образования китайских неправительственных организаций по обмену с более чем 130 организациями или коллективами 30 с лишним стран и районов мира.

Международные обмены и сотрудничество Китая в области образования захватили в свое русло многостороннюю деятельность, включая контакты преподавателей, обмен студентами на учебу, совместные исследования, совместное обучение. Китай направляет в некоторые страны своих преподавателей и аналогично приглашает к себе преподавателей из некоторых стран. Китай в настоящее время больше всех стран мира посылает на учебу за границу своих студентов. В последние несколько лет их было направлено около 300 тысяч в 103 страны и районы, из них 110 тысяч человек, окончив учебу, вернулось на Родину. Вместе с тем Китай – одна из стран мира, принимающая сейчас на учебу довольно много иностранных студентов. За последние 20 лет было принято более 200 тысяч человек из 152 стран. В настоящее время число приехавших в КНР на учебу иностранных студентов достигает около 20 тысяч человек. В основном все высшие учебные заведения Китая наладили разного рода взаимодействие с зарубежными органами высшего образования, в том числе совместное проведение исследовательских работ [2].

Международные обмены и сотрудничество Китая в области образования находится в ведении министерства образования КНР. Повседневной работой в этой сфере занимаются Управление международного сотрудничества и обменов министерства образования. Соответственно административные органы образования на местах в Китае имеют свои организации, занимающиеся повседневной работой по международным обменам и сотрудничеству в сфере образования. Китайское правительство учредило Всекитайский комитет ЮНЕСКО и аккредитовало в этом органе ООН свою миссию, на местах в Китае имеются филиалы этого комитета.

Всекитайской неправительственной организацией, занимающейся международными обменами и сотрудничеством в области образования, является Китайская ассоциация международных обменов в области образования, на местах в Китае функционируют ее филиалы. Ведутся оживленные, активные и богатые по содержанию общественные контакты в этой области. В китайских высших учебных заведениях, как правило, функционируют органы, ответственные за международные обмены и сотрудничество в области образования. Обычно они называются «Отделом международных обменов и сотрудничества» или же «Центром международных обменов и сотрудничества» [2].

Стремление судоходных компаний повысить свою конкурентоспособность и снизить потери от аварийных случаев заставляет их участвовать в подготовке кадров. Это индивидуальные контракты с кадетами, организация плавательных практик для курсантов, стажировок для инструкторов и преподавателей. Появляется тенденция создания собственных учебных центров и заведений. По данным журнала «Морской флот» еще в 2000 году крупнейшая датская судовладельческая компания и Министерство коммуникаций КНР отобрали 30 студентов-первокурсников Пекинского университета для прохождения в Копенгагене в компании

56-месячного курса обучения теории и практике судоходства. Судоходная ассоциация Норвегии совместно с в 2000 году начала набирать и обучать моряков из Китая, чтобы восполнить дефицит командного состава в норвежском торговом флоте. Первый набор составил 50 студентов, срок обучения – три года, включая год плавательной практики на норвежских судах. Выпускников направили офицерами на норвежские суда. Упомянутая выше контейнерная судоходная компания в 2002 году построила в Дании судно. Оно работает на одной из регулярных линий компании и используется как учебное (оснащено обучающим центром для 10 кадетов). Подобные центры имеются еще на двух однотипных контейнеровозах. В конце 2005 года малазийская национальная судоходная компания приобрела у государственной корпорации главную национальную морскую академию. С 2006 года японская компания (NYK) организовала специальные курсы подготовки моряков на факультете морского обучения в университете Сплита (Хорватия) и морском университете Констанцы (Румыния). Эти страны важные поставщики морских кадров для NYK. Компания продвигает программы подготовки моряков в Китае и Японии. На Филиппинах в пригороде Манилы компания NYK намерена открыть морской университет.

Китай уделяет большое внимание морскому образованию. И это видно не в декларативном виде, а на практике. Крупнейшими центрами Китая по подготовке кадров морских специальностей являются Даляньский морской университет и Шанхайский морской университет.

Даляньский морской университет (ДМУ) – ведущий морской университет Китая и единственный ведущий университет при Министерстве путей сообщений Китая. ИМО считает его одним из лучших университетов в мире в области морского образования. В его стенах получают образование больше 23 тысяч студентов и аспирантов дневного отделения. Основанный в 1909 году университет был обозначен ключевым учреждением высшего образования в КНР в 1960 году. Позже, в 1983 году, Совет управляющих программ развития ООН и ИМО создали при колледже Азиатский морской центр обучения. В 1985 году здесь открыли отделение Международного морского университета. В 1997 году университет включен в рамки национального проекта № 221, подразумевающего создание и поддержку 100 лучших университетов в Китае. В 1998 году Даляньскому морскому университету был выдан Сертификат качества ИСО 9001, аккредитованный в Норвежской компании «Норске Веритас» (Det Norske Veritas) и в Управлении морской безопасности Китая. Таким образом, он стал первым университетом в КНР, обладающим Сертификатом качества ИСО 9001. Надо отметить, что Университет готовит только морских специалистов [3].

Даляньский морской университет имеет 16 научно-образовательных подразделений: Судоводительский институт, Судомеханический институт, Институт автоматики и информационных технологий, Институт управления морским транспортом, Институт логистики, Институт юриспруденции, Институт защиты моря, Гуманитарный институт, Институт иностранных языков, Математический факультет, Физический факультет, Физкультурный факультет, Институт специальных учёных степеней, Институт дополнительного профессионального образования, Государственный навигационный центр и Научно-исследовательский институт развития паромства.

Даляньский морской университет сотрудничает с зарубежными ВУЗами по всему миру. Когда в 1979 году в стране стартовала политика «открытости», университет установил контакты с более чем 40 известными морскими университетами, в таких странах, как Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки, Япония, Великобритания, Корея, Австралия, Швеция, Египет, Вьетнам и Шри-Ланка. Академическое сотрудничество постоянно поддерживается за счет обоюдных визитов, программ студенческого и профессорско-преподавательского обмена, совместных программ и исследовательских проектов. Университет играет важную роль в международных организациях, такие как Международная морская организация (ИМО), Международная ассоциация морских университетов (IAMU), Ассоциация морского образования и союз институтов в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АМЕТИАР), Международная морская ассоциация лекторов (IMLA), Международная судоходная федерация (ISF) и Международная ассоциация обществ классификаций (IACS). Даляньский морской университет – всестороннее высшее учебное заведение. Это – одно из 79 высших учебных заведений, которое имеет право принимать на учебу иностранных студентов. Он подготовил около 4 тысяч морских специалистов для 70 других стран мира [3].

В отраслях навигации много известных специалистов, профессоров и талантливых молодых людей, так сложилась система специальностей, в ней много соответствующих дисциплин, в том числе ведущая навигация, морской транспорт. Даляньский морской университет подготовил

около 30 тысяч навигационных работников для страны и более 2 тысяч зарубежных специалистов для 30 стран и районов. Он получил звание «колыбель навигаторов». Даляньский морской университет занимает территорию более 720 тысяч квадратных метров, строительную площадь более 430 тысяч квадратных метров. В университете современный вычислительный центр, центр обучения с помощью технических средств, навигационный центр, библиотека, плавательный бассейн, планетарий, более 40 лабораторий и два судна для практики. Имущество Даляньского морского университета составляет почти 65 миллионов долларов США. Оно включает учебные здания, лабораторные здания, библиотеку, вычислительный центр, мультимедийный инструкторский центр, исследовательский центр морских наук, навигационные учебные тренажеры, морские технические тренажеры и три океанских учебных судна водоизмещением более 10 000 тонн каждый. Этот университет стал высококвалифицированным морским учебным заведением.

Даляньский морской университет связан с 15 морскими университетами Российской Федерации, Японии, Кореи, Англии, в тоже время уделяет большое внимание сотрудничеству с университетами, городами и предприятиями, все это содействует его строительству и развитию.

Международная конвенция по Стандартам Знаний, Сертификации и Стандартизации для Мореплавателей изданная в 1978 году, исправленная в 1995 году (STCW 95), разъясняют стандарты, вводит квалификационные требования для тренеров и налоговых чиновников, и обеспечивает эффективные механизмы для принудительного осуществления условий. Университет поэтому принял меры, чтобы пересмотреть его учебные планы и программы, чтобы выполнить требования этих стандартов. Как свидетельство принятых обязательств к усовершенствованию образования, в 1998 году Университету Международная Организация по Стандартизации 9001, выдала свидетельство, выпущенное Норвежского общества классификации судов (DNV) и китайской Морской Администрацией Безопасности. Даляньский морской университет предпринял усилия к усовершенствованию стандартов управления, установил систему проверки качества. Университет стал первым учебным заведением, который первый в Китае получил свидетельство Международной Организацией по Стандартизации 9001 и первым в Китае, который выполнил требования STCW 95 [3].

Ещё одним крупным центром морского образования является Шанхайский морской университет. Он один из старейших вузов Китая, история которого началась с основания в 1909 году Шанхайского промышленного колледжа. В 1959 году после расширения и слияния с другими учебными заведениями колледж «дорос» до университета. А в 2008 году университет переехал из центра Шанхая в новый кампус Лингань (Lingang).

На сегодняшний день Шанхайский морской университет состоит из 14 школ (институтов). Помимо учебы на морских специальностях ребята изучают экономику, логистику, менеджмент, инженерное дело, экологию, право, гуманитарные науки и даже искусство. В университете обучаются более двадцати тысяч студентов и аспирантов очной формы обучения. Из более 1000 штатных преподавателей, 135 профессоров и 45 процентов имеют ученую степень. В Китае Шанхайский Морской Университет был награжден как «колыбель специалистов международного судоходства». Особая гордость Шанхайского морского университета – это тренажер управления судном. В его рубке может поместиться не один десяток курсантов. Курсанты могут примерить виртуальную «капитанскую фуражку» и повести виртуальный контейнеровоз по волнам, лавируя между портовыми сооружениями и скалами. Тренажер машинного отделения занимает целое отдельное здание [4].

Международное сотрудничество в области морского образования может принести большую пользу и ВУЗам России.

Международные контакты «морских» ВУЗов достаточно разнообразны, но организовать массовый приток иностранных обучающихся им пока не удаётся. По мнению автора [5] учебная миграция направлена на решение проблем как государственного, так и вузовского уровней. На государственном уровне это решение демографических, геополитических и экономических задач. Так, например, учебная миграция может стать дополнительным демографическим ресурсом, что особенно актуально на фоне общероссийской тенденции сокращения численности молодежи, от которой напрямую зависит численность абитуриентов. В ходе обучения иностранные граждане приобщаются к российским ценностям, что может обеспечить лояльное отношение к России, если впоследствии они станут частью политической, либо экономической элиты на родине. ВУЗы, прежде всего, рассматривают экспорт образовательных услуг, как дополнительный источник финансирования.

Пока присутствие российских морских университетов на международном рынке образовательных услуг малозаметно, и денежные поступления от учебной миграции незначительны. В качестве выгод, которые может получить «морской» ВУЗ в ходе продвижения своих образовательных услуг, на международный рынок, учитывая мнение автора [5] можно обозначить следующие:

- приобретение источника внебюджетного финансирования (это могут быть как доходы от обучения иностранных граждан, так и доходы от предложения сопутствующих услуг (общежитие, питание и т.д.);
- возможности реализовывать образовательные услуги по более высокой цене на международном рынке, чем на внутреннем;
- возможность сохранения старых и открытия новых рабочих мест (в связи с увеличением количества обучающихся за счёт иностранных граждан, организация управленческих структурных подразделений, работающих с иностранными студентами, открытие факультетов довузовской подготовки иностранных студентов);
- установление новых международных связей в учебно-научной сфере (например, в ходе проведения рекламно-информационной деятельности);
- формирование имиджа учебного заведения на международном рынке.

В результате вышеизложенного можно сделать вывод, что при проведении правильной образовательной политики в области морского образования России и международного сотрудничества, страны Азиатско-тихоокеанского региона смогут стать поставщиками кадров морских специальностей для Мирового морского флота.

Литература

1. *Огай С.А.* Развитие сотрудничества в сфере морского образования и науки со странами Азиатско-Тихоокеанского региона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.msun.ru>
2. *Чинкирова Э.С.* Система образования КНР. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://education.Imextrade.ru/education/the-educational-system-of-china/history-review/up>
3. Даляньский морской университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dlmu.edu.cn>
4. Шанхайский морской университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.shmtu.edu.cn>
5. *Попова Е.С.* Основные аспекты формирования маркетинговой политики «морских вузов» по продвижению образовательных услуг на международном рынке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2009/0387/analit04.php>

УДК 517.9

КЛАССИФИКАЦИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ СЕДЬМОГО ПОРЯДКА

И.А. Ильин^{1,2} И.В. Ильина³, А.С. Пережогин², Д.С.Нощенко¹

¹*Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский,*

²*Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка,*

³*Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский*

В работе рассмотрена классификация дифференциальных уравнений в частных производных седьмого порядка по типам имеющихся решений заданного типа. Установлены соотношения между коэффициентами дифференциального уравнения, обеспечивающими наличие решения в комплексном времени заданного порядка сингулярности решения и заданного порядка сингулярности членов уравнения. Результаты приведены в виде соотношений, накладываемых на коэффициенты.

Исторически первые результаты в исследовании нелинейных уравнений связаны с двумя нелинейными дифференциальными уравнениями второго порядка:

нелинейного уравнения Шредингера

$$iu_t = u_{xx} + 2u|u|^2 = 0,$$

уравнения Син-Гордона

$$u_{xt} = \sin u$$

и уравнением третьего порядка Кортевега-де Вриза (КдВ)

$$u_t + uu_x + u_{xxx} = 0,$$

причем основные результаты получены при изучении последнего.

Именно исследуя уравнение КдВ, Забуски и Крускал в работе [1] открыли солитон и исследовали его основные свойства.

Уравнение КдВ описывает диспергирующую и нелинейную систему одномерных волн. При этом слабая нелинейность uu_x и слабая дисперсия u_{xxx} взаимно компенсируют друг друга, что приводит к формированию устойчивой уединенной волны, которая дает однопараметрическое семейство решений, определяемое уравнением

$$u = 12\eta^2 \operatorname{sech}^2[\eta(x - 4\eta^2 t)]. \quad (1)$$

Здесь величина $4\eta^2$ играет роль скорости уединенной волны, так что волна с большей амплитудой движется с большей скоростью.

Было установлено, что при любом начальном условии $u(x,0)$ решение уравнения КдВ при $t \rightarrow \infty$ разлагается в сумму некоторого числа слагаемых типа с различными η . Когда волна с большей скоростью (а значит и амплитудой) догоняет волну с меньшей скоростью, то они взаимодействуют. Однако после взаимодействия форма волн остается неизменной, лишь изменяется фаза между ними. Такие уединенные волны ведут себя подобно частицам, за что в [1] они были названы солитонами.

В 1971 году в работе [2] Хирота предложил метод решения уравнения КдВ, основанный на сведении уравнения КдВ к некоторой специальной билинейной форме, и разработал эффективный метод решения этих билинейных уравнений.

В 1995 году Ньюсейр в работе [3] применила упрощенный вариант метода Хироты к решению нелинейных уравнений более высокого порядка, в частности уравнения Курамото-Сивашинского

$$u_t + uu_x + au_{xx} + bu_{4x} = 0,$$

уравнения Фишера с конвекцией

$$u_t + buu_x - u_{xx} - u(1-u) = 0,$$

дисперсионно-диффузионное уравнения

$$u_t + uu_x + bu_{3x} - a(u_t + tuu_x)_x = 0,$$

уравнения Каупа-Купершмидта

$$u_t + 10uu_{3x} + 25u_x u_{2x} + 20u^2 u_x + u_{5x} = 0,$$

уравнения Савады-Котера

$$u_t + 5uu_{3x} + 5u_x u_{2x} + 5u^2 u_x + u_{5x} = 0,$$

уравнения Лакса

$$u_t + 10uu_{3x} + 20u_x u_{2x} + 30u^2 u_x + u_{5x} = 0$$

и ряда других. При этом для некоторых уравнений получены одно-, двух- и трехсолитонные решения.

Одной из важнейших характеристик нелинейного дифференциального уравнения в частных производных является порядок сингулярности s предполагаемого решения на сингулярном многообразии при исследовании уравнения на прохождение теста Пенлеве. В зависимости от значения s можно попытаться найти решение уравнения в виде

$$u(x, t) = K(D_x)^s(\log \tau_i(x, t)), \quad (2)$$

где $\tau_i(x, t)$ некоторая функция, выбранная подходящим образом и обычно называемая функцией Хироты.

При подстановке такого решения в исходное уравнение, члены последнего также имеют некоторый порядок сингулярности, который будем обозначать E . Для различных членов уравнения, E может быть различным. Однако по крайней мере два слагаемых должны иметь одинаковый порядок сингулярности, в противном случае старшая по порядку особенность не компенсируется.

В настоящей работе мы рассматриваем нелинейные 1+1 дифференциальные уравнения седьмого порядка при всевозможных значениях p и E . Нас интересовал вопрос существования решения уравнения в виде (2), где

$$\tau_1(x, t) = (1 + \exp(px - qt + \theta)),$$

$$\tau_2(x, t) = (1 + \exp(px - qt + \theta) + \exp(2(px - qt + \theta)))$$

или

$$\tau_3(x, t) = (1 + \exp(px - qt + \theta) + \exp(2(px - qt + \theta)) + \exp(3(px - qt + \theta))).$$

Заметим, что решений с $\tau_n(x, t)$ при $n > 3$ не существует.

В исследуемое уравнение включались все слагаемые с заданным порядком сингулярности E и только они. Оказалось, что уравнения имеют решения только при наличии определенных связей между значениями коэффициентов указанных слагаемых. Действительно, нелинейность и диссипация могут компенсировать друг друга только (но не всегда) при наличии определенного баланса между ними. Ниже приводятся соответствующие различным значениям s и E уравнения, формы решения и условия существования этих решений в виде ограничений на коэффициенты уравнений.

1. Случай $s = 1, E = 8$, уравнение имеет вид:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + a1u(x, t)^8 + a2u(x, t)^6 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + a3u(x, t)^5 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right) + \\ & + a4u(x, t)^4 \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) + a5u(x, t)^4 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^2 + a6u(x, t)^3 \left(\frac{\partial^4}{\partial x^4} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^6}{\partial x^6} u(x, t) \right) + \\ & + a12u(x, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^4}{\partial x^4} u(x, t) \right) + a13u(x, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right) + \\ & + a14 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^5}{\partial x^5} u(x, t) \right) + a15 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^2 \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) + a16 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^4 + \\ & + a17 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^4}{\partial x^4} u(x, t) \right) + a18 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right)^2 + a19 \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right)^2 + \\ & + \frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) = 0. \end{aligned}$$

1.1. Существует решение в виде

$$u(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r)).$$

Условия разрешимости имеют вид

$$p=q^7, a_1=0$$

$$a_2 = \frac{1}{K^6}(-78a_1 1K - 2a_9 K^3 + 2a_{12} K^2 - 2a_4 K^4 + 18a_8 K^2 + a_5 K^5 + 2a_{18} K^2 + 12a_{17} K - 2520 + 24a_{19} K + a_{16} K^3)$$

$$a_3 = \frac{1}{K^5}(-77a_1 1K - 2a_9 K^3 + 2a_{12} K^2 + a_6 K^3 - 3a_4 K^4 + 17a_8 K^2 + a_5 K^5 + 2a_{18} K^2 + 12a_{17} K - 2520 + 24a_{19} K + a_{16} K^3)$$

$$a_{10} = \frac{1}{K^3}(43a_8 K^2 + 3a_{12} K^2 - 133a_1 1K - 10a_6 K^3 - 3a_9 K^3 + a_4 K^4 + a_7 K^4 + 2a_{18} K^2 + 12a_{17} K - 2520 + 24a_{19} K + a_{16} K^3)$$

$$a_{14} = -\frac{a_{17} K + a_{19} K + a_{11} K - 126}{K}$$

$$a_{15} = -\frac{a_8 K^2 + a_{18} K^2 + a_{12} K^2 + 14a_{17} K - 2100 + 18a_{19} K - 31a_{11} K}{K^2},$$

остальные параметры произвольные.

Первое из условий разрешимости является дисперсионным соотношением и для всех исследуемых уравнений остается неизменным. Поэтому в рассматриваемых ниже случаях мы его не приводим. Аналогично значения a_1 для всех исследованных случаев равно нулю, мы его также не приводим.

1.2. Существует решение в виде

$$u(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r) + \exp(2(p \cdot t - q \cdot x + r))).$$

Условия разрешимости имеют вид

$$a_2 = \frac{1}{4428668K^6}(56425662a_8 K^2 + 25732754a_4 K^4 - 44447622a_6 K^3 - 441778864a_{19} K - 90928a_9 K^3 + 59247a_{17} K^4)$$

$$a_3 = \frac{1}{22143341K^5}(59326401a_8 K^2 + 36807052a_4 K^4 - 50005974a_6 K^3 - 478209863a_{19} K + 3951168a_{17} K^4 - 9120552a_9 K^3 + 593574a_{17} K^4)$$

$$a_5 = \frac{1}{8857336K^5}(-20691925a_8 K^2 + 8529900a_4 K^4 - 12505455a_6 K^3 - 357338363a_{19} K - 2952477a_{17} K^4 - 1755213a_9 K^3 + 4232202a_{17} K^4)$$

$$a_{10} = \frac{1}{8857336K^3}(220424430a_8 K^2 + 12606640a_4 K^4 - 739976442a_6 K^3 - 473498988a_{19} K + 3912244a_{17} K^4 - 9511038a_9 K^3 + 6194906a_{17} K^4)$$

$$a_{11} = -\frac{2}{22143341K}(10625705a_8 K^2 + 210180a_4 K^4 - 180135a_6 K^3 + 291447985a_{19} K + 2408064a_{17} K^4 - 22153a_9 K^3 + 8824a_{17} K^4)$$

$$a_{12} = \frac{1}{4428668K^2}(-25892873a_8 K^2 + 8217192a_4 K^4 - 3232624a_6 K^3 + 580657594a_{19} K - 4797633a_{17} K^4 - 9541084a_9 K^3 + 889874a_{17} K^4)$$

$$a_{13} = \frac{1}{4428668K^3} (-8881977508K^2 + 320083564K^4 - 2699062296K^3 + 339526737068 - 28053105619K - 1979486889K^3 + 819730897K^4)$$

$$a_{14} = \frac{1}{2160326K} (-1053237654 + 6179108K^2 - 77173019K - 1053666K^3 - 106829K^3 + 136064K^4 + 58157K^4)$$

$$a_{15} = -\frac{1}{2530667K^2} (-253012258K^2 + 248663344K^4 - 1379595906K^3 + 36382209780 - 23494357219K - 353984269K^3 + 243987757K^4)$$

$$a_{15} = -\frac{3}{12653338K^3} (630889758K^2 + 965099944K^4 - 641810526K^3 + 10717477282 - 3760150019K - 207158069K^3 + 109353267K^4)$$

$$a_{17} = -\frac{1}{15271270K} (-1501148418 + 29023708K^2 + 2039445619K - 4963666K^3 - 449549K^3 + 671904K^4 + 289357K^4)$$

$$a_{18} = \frac{1}{17714673K^2} (-145667816419K + 555002321421 + 7371497258K^2 - 8451494586K^3 - 2133123029K^3 + 1407088244K^4 + 1348740977K^4)$$

1.3. Существует решение в виде

$$u(x, t) = K \frac{\partial}{\partial x} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r) + \exp(2(p \cdot t - q \cdot x + r)) + \exp(3(p \cdot t - q \cdot x + r))).$$

Условия разрешимости имеет вид

$$a_2 = -\frac{4}{216282685} \frac{-48873331080 + 72085679K^3}{K^6},$$

$$a_3 = -\frac{51}{432565370} \frac{-5780831762 + 52577159K^3}{K^5},$$

$$a_4 = -\frac{9}{173026148} \frac{-30565029752 + 141134599K^3}{K^4},$$

$$a_5 = -\frac{11}{86513074} \frac{8408671230 + 88067839K^3}{K^5},$$

$$a_6 = -\frac{1}{1880719} \frac{-2165275296 + 3816239K^3}{K^3},$$

$$a_7 = -\frac{1}{43256537} \frac{64411448936 + 316140979K^3}{K^4},$$

$$a_8 = -\frac{9}{865130740} \frac{21657790320 + 54406939K^3}{K^2},$$

$$a_{10} = -\frac{3}{43256537} \frac{-483655992372 + 61465949K^3}{K^3},$$

$$a_{11} = -\frac{18}{216282685} \frac{312387327 + 1208609K^3}{K},$$

$$a_{12} = -\frac{3}{432565370} \frac{324798633960 + 1443466879K^3}{K^2},$$

$$a_{13} = -\frac{1}{86513074} \frac{1165789062952 + 6975809249K^3}{K^3},$$

$$a_{14} = -\frac{1}{1557235332} \frac{76483328496 + 1152448549K^3}{K},$$

$$a_{15} = -\frac{33}{17026148} \frac{47409664540 + 1988592349K^3}{K^2},$$

$$a_{16} = -\frac{1}{259539222} \frac{4744382757576 + 18267841879K^3}{K^3},$$

$$a_{17} = -\frac{1}{865130740} \frac{139094003636 + 18389597549K^3}{K},$$

$$a_{18} = -\frac{3}{43256537} \frac{103025069460 + 409088949K^3}{K^2},$$

$$a_{19} = \frac{8}{389308833} \frac{4947289143 + 723223049K^3}{K},$$

2. Случай $s = 2$, $E = 9$, уравнение имеет вид:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + a_1 u(x, t)^3 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + a_2 u(x, t)^2 \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) + a_3 u(x, t) \left(\frac{\partial^5}{\partial x^5} u(x, t) \right) + \\ & + a_4 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^4}{\partial x^4} u(x, t) \right) + a_5 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) + \\ & a_6 u(x, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right) + a_7 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^3 + \frac{\partial^7}{\partial x^7} u(x, t) = 0. \end{aligned}$$

2.1. Существует решение в виде

$$u(x, t) = K \frac{\partial^3}{\partial x^2} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r))$$

Условия разрешимости имеют вид

$$a_1 = -\frac{2(-25200 + 60a_4K + 108a_5K + 4a_7K^2 + 3a_6K^2)}{K^3},$$

$$a_2 = -\frac{30a_4K - 10080 + 42a_5K + a_7K^2 + a_6K^2}{K^2}.$$

$$a_3 = -\frac{a_4K - 252 + a_5K}{K}.$$

Здесь и ниже не приведенные в условиях разрешимости параметры могут быть произвольными.

2.2. Существует решение в виде

$$u(x, t) = K \frac{\partial^2}{\partial x^2} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r) + \exp(2(p \cdot t - q \cdot x + r))).$$

Условия разрешимости имеют вид

$$a1 = -\frac{24 \ 5a4K - 35091}{7 \ K^3}, \quad a2 = -\frac{6 \ 5a4K - 53172}{7 \ K^2},$$

$$a3 = -\frac{2 \ a4K - 1197}{7 \ K}, \quad a5 = -\frac{1 \ 5a4K + 4158}{7 \ K},$$

$$a6 = -\frac{12 \ 5a4K + 59283}{7 \ K^2}, \quad a7 = \frac{90 \ a4K + 4732}{7 \ K^2}.$$

3. Случай $s = 3, E = 10$, уравнение имеет вид

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + a1 u(x, t)^2 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + a2 u(x, t) \left(\frac{\partial^4}{\partial x^4} u(x, t) \right) + \\ & + a3 \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) \left(\frac{\partial^3}{\partial x^3} u(x, t) \right) + a4 \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right)^2 + \frac{\partial^7}{\partial x^7} u(x, t) = 0. \end{aligned}$$

3.1. Существует решение в виде

$$u(x, t) = K \frac{\partial^3}{\partial x^3} \log(1 + \exp(p \cdot t - q \cdot x + r)).$$

Условия разрешимости имеют вид

$$a1 = \frac{36(a2K - 42)}{K^2}, \quad a3 = \frac{252}{K}, \quad a4 = -\frac{-252 + a2K}{K}.$$

При $s \geq 4$ решений указанного типа нет.

Заметим, что добавление линейных слагаемых может разрушить решение или существенно изменить условия его существования. Так, например, добавление $u(x, t)$ в уравнение $s = 1, E = 8$ разрушает решение $K(Dx)s(\log \tau_1(x, t))$. Первая и третья производные могут быть добавлены с любым коэффициентом. Добавление других производных возможно, но со специально подобранными коэффициентами. Добавление u_x разрушает решение $K(Dx)1(\log \tau_2(x, t))$. Однако u_x и u_{5x} могут быть добавлены в уравнение с любыми коэффициентами, добавление других производных возможно только со специальными коэффициентами. Добавление u_{5x} разрушает решение $K(Dx)1(\log \tau_3(x, t))$. Аналогичные факты имеют место и для других исследованных выше уравнений.

Литература

1. *Zabusky N., Kruskal M.D.* – Phys. Rev. Lett. 15, 240 (1965).
2. *Hirota R.* – Phys. Rev. Lett. 27, 1192 (1971).
3. *Nuseir A.* Symbolic Computation of Exact Solutions of Nonlinear Partial Differential Equations Using Direct Methods. Thes. DPh, Colorado School of Mines, Colorado, 1995. – 126 pp.
4. *Ньюэлл А.* Солитоны в физике и математике. – М.: Мир, 1987. – 223 с.
5. *Новокушенов В.Ю.* Введение в теорию солитонов. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. – 96 с.

**Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ
И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ**

УДК 004.423.4

**СЕМАНТИЧЕСКОЕ АННОТИРОВАНИЕ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ.
СИСТЕМЫ СЕМАНТИЧЕСКОГО АННОТИРОВАНИЯ**

А.А. Басипов

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В статье рассматривается понятие семантического аннотирования и представлены основные его компоненты. Описывается существующая модель семантического аннотирования. Определены рекомендации для систем семантического аннотирования, по которым представлен сравнительный анализ.

Смысловое значение, которое содержится в неструктурированной информации (например, в тексте или аудиовизуальном контенте), не может быть полностью описано на чисто формальном семантическом уровне по ряду причин, среди которых временные затраты и проблемы с формализацией сущностей мира. Однако есть возможность частичного описания информации с помощью метаданных (хотя и не в полной мере с точки зрения семантики). Метаданные – это информация о другой информации. Сохранение данных и метаданных в системе также важно, как и составление связи между ними. Процесс добавления метаданных к какой-либо информации для описания ее семантики называется семантическим аннотированием.

Существуют различные синтаксические стандарты для представления метаданных и их связи с описываемыми данными. Такие языки разметки, как HTML и XML, являются сейчас наиболее распространенными, но они имеют ряд ограничений в уровне выразительности [1]. В последние несколько лет активно развиваются технологии, основанные на онтологическом представлении данных, которые направлены на преодоление существующих ограничений. Например, представим, что существует документ, содержащий слово «ягуар». Существует неоднозначность с определением истинного значения этого слова – относится ли оно к животному или к машине. Семантическое аннотирование данных, основанное на использовании онтологий, позволяет связывать слово «ягуар» с онтологическим элементом, определяющим «ягуар» как абстрактный концепт «животное», тем самым устраняя неоднозначность.

Таким образом, семантическое аннотирование текстовой информации, основанное на выявлении концептов с помощью онтологий предметных областей, является важным процессом в разрешении семантической неоднозначности. Для этой цели должен использоваться надежный метод текстового анализа, который будет способен выявить объекты в тексте, определить отношение между этими объектами и проанализировать, в каком виде объекты и их отношения формируются в онтологические концепты. Следовательно, сущностью семантического аннотирования является определение экземпляров классов онтологий в тексте с использованием текстового анализа и отображение этих экземпляров на классы онтологий.

С этой точки зрения модель семантического аннотирования состоит из следующих элементов [2]:

- онтология, описывающая предметную область;
- процесс или метод аннотирования, который связывает сущности, объекты и концепты в тексте с классами в онтологии;
- представление семантики аннотируемых документов, т.е. метаданные.

Далее опишем существующие средства, основанные на описанной модели, и дадим общее описание элементов этой модели [3].

GATE (General Architecture for Text Engineering) – это инфраструктура для разработки программных компонентов для работы с естественными языками. Система представляет ряд функ-

циональных возможностей для работы с ними, среди которых возможность аннотирования текстовых данных в ручном и автоматическом режиме. GATE использует средство шаблонного поиска JAPE для распознавания сущностей. JAPE умеет создавать отображение сущностей на классы онтологий во время процесса распознавания. В GATE задача текстового аннотирования состоит в определении правил, специфичных для конкретной предметной области, в дополнение к уже существующим базовым правилам.

KIM – это другая система семантического аннотирования, основанная на применении онтологий, использующая специальную базу знаний KIMO, которая уже содержит свыше 200.000 сущностей. KIM использует GATE, SESAME и Lucene для многих задач распознавания информации. KIM имеет возможность автоматического добавления в онтологию новых экземпляров, найденных в тексте. Система также выполняет шаг по устранению смысловой неоднозначности.

Melita предоставляет интерфейс для семантического аннотирования текстовых документов с использованием техники адаптивного извлечения информации (AdaptiveInformationExtraction). Эта техника облегчает процесс текстового аннотирования для пользователя. Сначала пользователь вручную проводит аннотирование текстовых данных. После сохранения проанализированной информации система начинает сама обучаться процессу аннотирования.

MnM – это еще одна система, основанная на технике контролируемого обучения для аннотирования текста. Система предоставляет среду для ручного аннотирования специального текстового корпуса, используемого затем в качестве входных параметров для системы, основанной на алгоритме Lazy-NLP (Natural Language Processing). Результатом будет библиотека индуцированных правил, которые могут быть использованы для извлечения информации из корпуса текстов.

Magpie – это система семантической разметки, использующая онтологии, которая способна аннотировать веб-документы на лету. Система использует онтологию для аннотирования документа либо с использованием предопределенного словаря в онтологии, либо с помощью техники распознавания сущностей.

Существует также ряд других систем, используемых для семантического аннотирования, такие как OntoMat (работает как MnM и Melita), AeroDML (использует подход с использованием шаблонов) и др.

Можно определить 7 основных рекомендаций для систем семантического аннотирования информации:

- стандартные форматы: использование стандартных форматов предпочтительно всегда, так как это способствует безболезненному развитию новых инструментов и сервисов в будущем;
- ориентированный на пользователя дизайн: в случае инструментов ручного аннотирования является важным предоставление пользователю удобного интерфейса для упрощения процесса работы;
- поддержка нескольких онтологий: инструменты аннотирования должны быть способны работать с несколькими онтологиями. Например, в медицинской сфере может существовать одна онтология для общих метаданных о пациенте и другие технические онтологии, связанные с диагностикой и лечением;
- поддержка разнородных форматов документов: зачастую системы аннотирования делают предположение, что размечаемые документы находятся в веб-совместимом формате, таком как HTML и XML. Однако с распространением в интернете мультимедиа-контента, документы могут быть в различных форматах.
- контроль версий документов: онтологии и документы изменяются постоянно, что означает, что процесс аннотирования не должен быть фиксированным;
- хранилище метаданных: модель аннотирования, использующая в своей основе онтологию, принимает правилом, что метаданные должны храниться отдельно от аннотируемых документов. Однако многие инструменты аннотирования не разделяют метаданные и описываемую информацию;
- автоматизация: важный аспект упрощения аннотирования документов. Является основным шагом для быстрого приведения неструктурированной информации к семантическому представлению.

Работа [4] анализирует различные средства аннотирования, беря во внимание описанные выше рекомендации. В табл. 1 представлено сравнение по первым 6 пунктам, в то время как в табл. 2 – только по пункту автоматического аннотирования.

Сравнение средств аннотирования по рекомендациям 1–6

Название	Стандартные форматы	Ориентированный на пользователя дизайн	Форматы документов	Хранилище метаданных
Amaya	RDF(S) XLink, XPointer	Веб-браузер и редактор	HTML, XHTML и XML	Локальное хранение
Mangrove	RDF	Графический интерфейс		RDF хранилище (Jena)
Vannotea	XML	Поддержка совместного аннотирования	MPEG-2, JPEG2000, Direct3D	
Onto Mat	DAML+OIL, OWL, SQL, XPointer	Drag&drop	HTML	Встраивается в веб-страницу, отдельный файл
M-Onto Mat-Annotizer	XML, RDF(S) DOLCE	Автоматическое выделение визуальных дескрипторов	MPEG-7	
SHOE Knowledge annotator	SHOE	Подсказки	HTML	Встраивается в веб-страницу
SMORE	RDF(S)	Веб-браузер и редактор	HTML, текст, e-mail и изображения	
Open Ontology Forge	RDF(S), XML, XLink, XPointer	Веб-браузер + drag & drop	HTML, текст, изображения(SVG)	Локальный RDF или XML файл
COHSE annotator	DAML+OIL	Плагин для Mozilla и IE	HTML	
MnM	RDF(S), DAML+OIL, OCML	Веб-браузер	HTML, текст	Встраивается в веб-страницу
Melita	RDF(S) DAML+OIL		HTML, текст	
Armadillo	RDF(S)		HTML	RDF хранилище
SmartWeb	RDF, RDF(S), OWL			RDF база знаний
AeroSWARM	OWL	Веб-сервис	HTML	
KIM	RDF(S), OWL	Различные плагины интерфейса	HTML	RDF(S) база знаний
Rainbow Project	RDF WSDL/SOAP	AmphorA XHTML база данных	HTML	RDF репозиторий (Sesame)
WiCKOffice	Microsoft Smart Documents	Приложения Office	Microsoft Office	
Semantic Word	DAML+OIL	Microsoft Word интерфейс	Word	
Magpie	HTMLOCML	Плагин веб-браузера	HTML	

Сравнение средств аннотирования по рекомендации 7

Название	Автоматизация	Использование алгоритмов машинного обучения
Amaya	–	
Mangrove	–	
Vannotea	–	
OntoMat	+	Контролируемый алгоритм обучения
M-OntoMat-Annotizer	+	Генетический алгоритм
SHOE Knowledge annotator	+	Нет
SMORE	+	Нет
Open Ontology Forge	+	Нет
COHSE annotator	+	Нет
MnM	+	Контролируемый алгоритм обучения
Melita	+	Контролируемый алгоритм обучения
Armadillo	+	Неконтролируемый алгоритм обучения
SmartWeb	+	Неконтролируемый алгоритм обучения
AeroSWARM	+	Нет
KIM	+	Нет

Название	Автоматизация	Использование алгоритмов машинного обучения
Rainbow Project	+	Контролируемый алгоритм обучения
WiCK Office	+	Нет
Semantic Word	+	Нет
Magpie	+	Нет

Как видно из табл. 2, многие существующие средства позволяют автоматическое или полуавтоматическое аннотирование документов.

В статье представлено понятие семантического аннотирования, его роль для выявления смыслового значения текстовых документов и устранения семантической неоднозначности. Описана существующая модель семантического аннотирования, а также произведен сравнительный анализ систем, использующих эту модель. В результате исследования выявлен большой набор систем и инструментов, использующих автоматическое или полуавтоматическое аннотирование документов, ориентированных на обработку различных входных форматов. Впоследствии инструменты такого рода могут быть использованы для работы системы семантического поиска.

Литература

1. *Passin T.* Explorer's Guide to the Semantic Web. – New York, NY, USA: Manning Publications, 2004. – С.14–18.
2. *Zeeshan A.* Domain Specific Information Extraction for Semantic Annotation. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – С.11–13.
3. *Fernandez M.* Semantically enhanced Information Retrieval: an ontology-based approach. – Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, 2011. – С. 434–452.
4. *Uren V., Cimiano P., Iria J., Handschuh S., Vargas-Vera M., Motta E.* Semantic annotation for knowledge management: Requirements and survey of the state of the art. – Journal of Web Semantics, 2006. – С. 5–8.

УДК 622.276.3

ОПТИЧЕСКИЙ РАСХОДОМЕР МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ

И.А. Волынский, А.Г. Кокуев

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В данной статье рассматриваются проблемы технологического контроля дебита нефтяной скважины, а также способы измерения расхода многофазного газожидкостного потока. Предложен метод определения расхода фаз, объединяющий в себе корреляционный и оптический способы измерения. Приведена блок-схема системы измерения.

Решение проблемы технологического контроля дебита нефтяной скважины представляет весьма актуальную, но в тоже время сложную задачу, возникающую при разработке месторождений. Острота проблемы обуславливается жесткой необходимостью увеличения уровня отдачи при добыче нефти и сопутствующих полезных ископаемых, что не представляется возможным без качественного оперативного влияния на режим работы скважин.

В условиях современного мирового энергопотребления, нефтедобыча является весомым аргументом и мощным рычагом воздействия в руках руководства страны. Соответственно, особенно ярко острота проблемы контроля дебита нефтяной скважины проявляется в системе платного недропользования в рамках отношений Государство – Нефтедобывающая компания.

Для того чтобы оперативно управлять процессом нефтегазодобычи геологам, разработчикам, технологам и другим специалистам необходимо иметь как можно больше информации о поднимаемой из скважины смеси из нефти, газа и воды.

Почти повсеместно в нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности определение количества добываемого продукта на устье скважины производится путем замера сепарированных жидкостей и газа с помощью обычных однофазных измерительных приборов, устанавливаемых на выпускных трубах для газа, нефти и воды двух- или трехфазных сепараторов. Точность таких измерений невелика, а продолжительность их может составлять от нескольких часов до суток [1].

Другой способ измерения параметров газожидкостного потока состоит в его предварительной подготовке путём перемешивания (диспергирования). В этом случае добиваются однородного распределения газа и жидкости по сечению и вдоль оси трубопровода на определённом его участке. Данный способ является достаточно затратным и требующим дополнительного влияния на многофазный поток, что не всегда является возможным. Все это в совокупности ведет к необходимости создания приемлемых по стоимости, простых и надежных, обеспечивающих непрерывный контроль эксплуатационных параметров скважин, и, прежде всего, расхода компонентов нефтегазового потока.

На смену многофазным расходомерам, работающим на принципе предварительной подготовки потока, сейчас приходят расходомеры, не требующие специальных воздействий на контролируемую среду. Принцип действия этих расходомеров основан на специфических свойствах потоков продукции нефтяных скважин, выявленных в ходе многолетних экспериментальных исследований, и до конца теоретически необоснованных.

Измерения, проводимые в реальном масштабе времени, позволяют по-новому подойти к решению проблемы разработки месторождений и оптимизации процесса добычи.

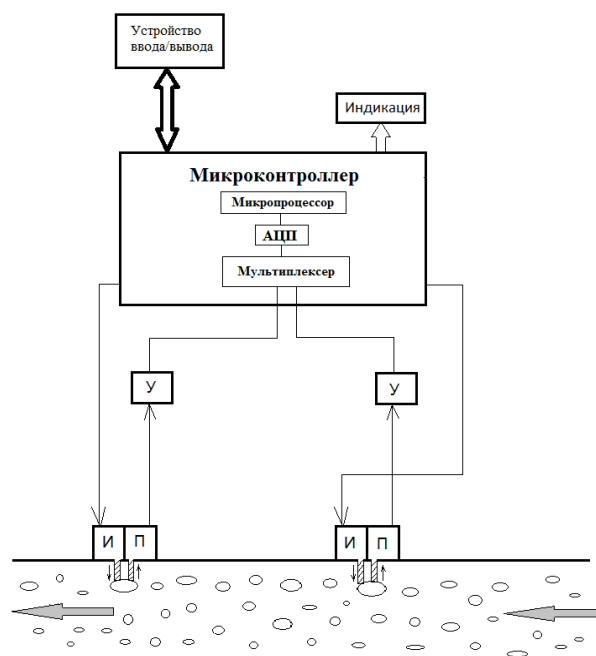
Для измерения многофазного потока предлагается объединить корреляционный и оптический методы измерения расхода. А именно, на горизонтальном участке трубопровода, на фиксированном расстоянии друг от друга установить два оптических датчика. Получая информацию с этих датчиков, можно определить по функции корреляции расход фаз [2].

К преимуществам использования оптических датчиков относятся:

- зондовая конструкция (обеспечивает легкость монтажа/демонтажа);
- отсутствие взаимной интерференции сигналов;
- взрывобезопасность (гарантируется абсолютной неспособностью оптоволоконна быть причиной искры);
- высокая коррозионная стойкость.

Принцип работы прибора представлен на рисунке. Сигнал с микроконтроллера поступает на светодиод, где преобразуется в оптический сигнал. Далее, отражаясь от среды, оптический сигнал поступает на приемник, в качестве которого выступает фотодиод. Принятый сигнал усиливается и поступает обратно в микроконтроллер на вход мультиплексора, куда приходит также сигнал со второго датчика. Затем сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя, а затем уже в микропроцессор, где и происходит его обработка и вычисление текущего расхода. В данном случае используется свойство отражения оптического сигнала от различных сред. А именно, отраженный сигнал от жидкой, газовой и твердой фазы будет иметь различную амплитуду, в силу различности оптических свойств данных сред. Благодаря этому можно избавиться от ошибки, при отражении сигнала от твердых включений.

На приборе будет также предусмотрена местная индикация и передача информации на персональный компьютер или в сеть. С помощью персонального компьютера производится диагностика, а также программирование микроконтроллера.



Блок-схема системы измерения: У – усилитель сигнала; И – источник оптического сигнала; П – приемник оптического сигнала

Литература

1. Тоски Э., Окузбайе Э., Теувени Б., Смит Д. Эволюция измерений многофазных потоков и их влияние на управление эксплуатацией. – Шлюмберже, 2009. – 56 с.
2. Mena P.C., Rocha F.A., Teixeira J.A., Sechet P., Cartellier A. Measurement of gas phase characteristics using a monofibre optical probe in a three-phase flow: Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto, 4200-465 Porto, Portugal, 2008. – 93 с.

УДК 622.691.4:004.896.001

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОПРОВОДОВ

И.А. Голубкин

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Статья посвящена исследованиям методов внутритрубной дефектоскопии. Предложен вариант установки диагностических устройств на мобильных колесных роботах с целью увеличения производительности и эффективности процесса проведения внутритрубной диагностики. Определена конструкция роботизированного комплекса с трехпорной лучеобразной кинематикой, позволяющей преодолевать встречающиеся на пути робота, такие как повороты трубопровода, сужения, гофры, препятствия, наклонные и вертикальные участки.

Внутритрубная дефектоскопия представляет собой наиболее эффективный метод поиска дефектов магистральных газопроводов. Данные, получаемые в ходе проведения внутритрубной диагностики, могут быть использованы для исследования причин возникновения дефектов трубопровода и установки взаимосвязей между различными факторами, влияющими на разрушение стенок газопроводов. Такая информация очень важна для совершенствования технологий всех уровней: производства труб, подбора материала изоляции и способа его нанесения, правил укладки трубопровода, обустройство электростатической защиты и пр.

Целью работы является анализ существующих методов проведения внутритрубной дефектоскопии и обнаруживаемых дефектов трубопроводов и выработка предложений для повышения эффективности дефектоскопии с помощью использования мобильных колесных роботов. Дефектоскопия магистральных газопроводов за рубежом производится в течение достаточно продолжительного времени, что позволяло иностранным компаниям совершенствоваться как оборудованием, с помощью которого производится дефектоскопия, так и технологии, связанные со строительством газопроводов [1].

К началу 90-х годов прошлого столетия в России наиболее актуальной проблемой были дефекты общекоррозионного характера. Затем, когда проведение внутритрубной дефектоскопии вышло на уровень промышленных объемов, и было заменено большое количество труб с коррозионными дефектами, наиболее критичными по степени своего влияния на надёжность газотранспортной системы стали дефекты типа стресс-коррозионного растрескивания стенки трубопровода. С появлением внутритрубных дефектоскопов, способных выявлять такие типы дефектов и их применением, существенно уменьшилось количество аварий, причиной которых являлась стресс-коррозия. В течение этого времени также происходило развитие вычислительных средств и сменилось несколько поколений электронного оборудования, устанавливаемого в дефектоскопы, что позволило существенно увеличить качество проведения внутритрубной диагностики за счёт увеличения количества датчиков, уменьшения шага их опроса, применения более сложных алгоритмов обработки дефектоскопической информации.

Таким образом, буквально за 2 десятилетия в России появилась целая новая отрасль – внутритрубная диагностика, результатом работы которой стало повышение надёжности газотранспортной системы России, которая включает в себя порядка 150 тысяч километров трубопроводов. Для дальнейшего повышения надёжности газотранспортных систем необходимо повышение

достоверности внутритрубной дефектоскопии как наиболее приемлемого метода диагностики магистральных трубопроводов, а также доступности проведения диагностики путем введения бестраншейных методов исследования трубопроводов.

Магистральные трубопроводы по нашим нормам проектируются как бездефектные сооружения. При промышленной эксплуатации газопроводы со временем начинают ухудшаться, появляются трещины, гофры, вмятины, дефекты коррозионного происхождения, в том числе от коррозии под напряжением.

В настоящее время внутритрубная диагностика осуществляется с помощью односекционных и комбинированных дефектоскопов [2]. К односекционным приборам относятся:

- профиломеры многоканальные – для выявления вмятин, гофр, овальностей;
- ультразвуковые дефектоскопы WM – для выявления коррозионных дефектов, рисок, расслоений, дефектов геометрии, смещений сварных швов;
- магнитные дефектоскопы MFL – для выявления дефектов кольцевых сварных швов и питтинговой коррозии;
- ультразвуковые дефектоскопы CD – для выявления трещиноподобных дефектов в металле трубы и сварных швах. Применяются в 3-х исполнениях в зависимости от конструкции носителя датчиков.

В комбинированном магнитно-ультразвуковом дефектоскопе совмещены функции ультразвуковых WM+CD и магнитного дефектоскопа MFL. Преимуществом является увеличение объёмов диагностических работ при снижении суммарных затрат на диагностику и ремонт, выявление всех типов дефектов трубопровода.

В России компаниями ЦТД «Диаскан» и НПО «Спецнефтегаз» созданы (спроектированы и изготавливаются) комплексы внутритрубного магнитного, ультразвукового оборудования для трубопроводов диаметром от 270 мм до 1420 мм включительно. «Диаскан» разработал уникальные комбинированные магнитно-ультразвуковые снаряды, имеющие более высокую разрешающую способность, а также приборы для определения пространственного положения трубопровода. «Спецнефтегаз» создал опытные образцы СКС снарядов для выявления зон КРН на стадии зарождения и дефектоскопов для определения изгибных напряжений в трубопроводах.

Согласно исследованиям ЦТД «Диаскан», распределение дефектов по типам, выявленных на магистральных трубопроводах по результатам 18 лет проведения ВТД представлено в следующем виде:

- потери металла – 62%;
- риски – 12.2%;
- вмятины и гофры – 11.2%;
- расслоения (в том числе, с выходом на поверхность и примыкающие к швам) – 8.1%;
- дефекты сварных швов (несплавления, аномалии, смещения) – 6.2%;
- комбинированные дефекты (вмятины с рисками, смещения с непроваром и др.) – 0.2%.

Наибольшую опасность для целостности нефтепроводов представляют механические повреждения – риски и комбинированные дефекты – вмятины с рисками, которые появляются при некачественном проведении строительно-монтажных и ремонтных работах.

ЗАО «НПО «Спецнефтегаз», которое проводит диагностику трубопроводов ОАО «Газпром» выявляет следующие типы дефектов:

- дефекты геометрии (вмятины, гофры, овальности, провисы, зоны повышенных напряжений);
- дефекты потери металла (общая, питтинговая коррозия, механические повреждения);
- расслоения металла;
- разноориентированные трещины, в том числе стресс-коррозионного характера;
- дефекты кольцевых сварных швов, включая трещины;
- дефекты отслоения изоляции.

Потребность в проведении дефектоскопии растет, как и число трубопроводов, на которых необходимо проводить обследование. Объёмы диагностики НПО «Спецнефтегаз» по ОАО «Газпром» представлены на рис. 1.

К самым опасным дефектам относятся зоны продольных трещин. Этот тип дефектов, в основном, формирует статистику аварийности магистральных газопроводов.

Распределение дефектов по типам представлено на рис. 2.

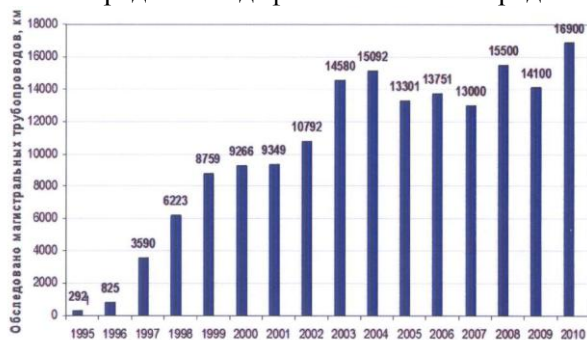


Рис. 1. Объемы диагностики НПО «Спецнефтегаз» по ОАО «Газпром»



Рис. 2. Распределение дефектов по типам

На основе описанных средств диагностики трубопроводов можно сделать вывод, что в России есть компании, производящие высококачественное оборудование по дефектоскопии, но у данного оборудования и методик диагностики есть существенный недостаток, заключающийся в необходимости раскопки и зачастую извлечения из земли трубопроводов для проведения исследования. Данные работы достаточно трудоемки и не позволяют проводить большой объем работ в короткое время.

Существенным увеличением производительности будет служить установка рассмотренного оборудования на передвигающейся платформе, в качестве которой может выступать мобильный робот. Данный способ позволит производить осмотр объектов без вскрытия и демонтажа труб и достигнуть коммерческой выгоды при использовании мобильных диагностических роботов.

Конструкция мобильных технологических роботов, способных передвигаться внутри труб, значительно отличается от конструкции традиционных промышленных роботов. Подобные роботы представляют собой интеллектуальные многомерные устройства, построенные на мехатронных принципах и технологиях [3], способные эффективно выполнять программы функциональных движений в изменяющихся условиях трубопроводных систем.

По принципу передвижения внутри трубопроводов мобильные роботы разделяются на устройства с «механическим» двигателем и с подачей избыточного давления. В свою очередь устройства с «механическим» двигателем подразделяются на: колесные, гусеничные, стено-нажимные, шагающие, ползущие и винтообразные. Подробное описание каждого типа с примерами существующих роботов представлено в [4]. Из проведенного описания типов диагностических роботов следует, что роботы с «механическим» двигателем обладают наибольшей маневренностью и предоставляют широкий спектр возможностей по инспектированию трубопроводов. Необходимо отметить, что мобильные роботы с традиционными типами двигателей – колесными и гусеничными, обладают более простой конструкцией, но при использовании различных схем и конструкций роботов с изменяемой геометрией могут предоставить такие преимущества, как движение по наклонным (вертикальным) поверхностям и преодоление встречающихся на пути препятствий.

Конструкция предлагаемого робота для перемещения диагностических устройств включает в себя использование роботизированного комплекса с трехопорной лучеобразной кинематикой. Основным преимуществом данной конструкции перед традиционной для мобильных роботов мобильной конструкцией является преодоление наклонных и вертикальных участков трубопроводов.

Для описания процессов работы мобильного внутритрубного робота используется имитационное моделирование, в котором представлена совокупность внутренних параметров робота, внешних и внутренних параметров трубопровода, параметров маршрута робота. Формализация данных параметров с описанием каждого множества имитационной модели представлена в [5].

В заключение можно сказать, что в данной работе рассмотрены методы проведения внутритрубной дефектоскопии и виды дефектов. Предложен вариант установки диагностических устройств на мобильных колесных роботах с целью увеличения производительности и эффективности процесса проведения внутритрубной диагностики. Определена конструкция роботизированного комплекса с трехопорной лучеобразной кинематикой, позволяющей преодолевать встречающиеся на пути робота, такие как повороты трубопровода, сужения, гофры, препятствия, наклонные и вертикальные участки. Данное исследование становится перспективной базой для дальнейшего конструирования роботизированного устройства и интеллектуальной системы управления роботом.

Литература

1. *Подгорбунских А.М.* Разработка системы автоматического поддержания скорости движения внутритрубного снаряда дефектоскопа. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Екатеринбург, 2008. – С. 3–6.
2. *Чирсков В.Г.* Решение Проблемного научно-технического совета Российского союза нефтегазостроителей по теме «Новые научные и технические достижения во внутритрубной диагностике трубопроводов». 28.09.2011. – М. – С. 6–14.
3. *Голубкин И.А., Кирилин С.А., Щербатов И.А.* Принципы разработки мультимедийных прикладных роботизированных устройств. Журнал «Вестник Астраханского государственного технического университета». Серия: «Управление, вычислительная техника и информатика» № 2/2010. – Астрахань. – С. 153–157.
4. *Голубкин И.А.* Использование мобильных роботов при дефектоскопии внутренней поверхности газопроводов // «Наука + молодежь = успех»: сборник статей молодых работников ООО «Газпром добыча Астрахань». – Астрахань, 2012. – С. 20–28.
5. *Golubkin I. & Shcherbatov I.* Systems analysis of gas pipeline inspection by mobile robot // Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach. Titusville, FL, USA, L&L Publishing, 2013. – Vol. 4. – Technical Sciences. – P. 95–96.

УДК 004.732:658

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Р.Г. Жмырко

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В статье рассматривается и обосновывается необходимость разработки и создания локальной компьютерной сети на базе уже существующего компьютерного парка.

Большое значение для развивающейся экономики России имеет использование компьютерных сетей масштаба предприятия (корпоративных сетей) для эффективной организации производственного процесса. Очень часто при этом возникает необходимость в разработке сети на базе уже существующего компьютерного парка и одного или нескольких программных комплексов. Создаваемая в этом случае корпоративная сеть должна отвечать современным научно-техническим требованиям с учетом дальнейшего постепенного развития в связи с появлением новых технических и программных решений.

Задача поддержки принятия решений при проектировании компьютерных сетей сводится к следующему: помощь проектировщику или лицу, принимающему решение (ЛПР), в оценке технических требований и выборе стандартов; выявление предпочтений ЛПР; анализ и обобщение имеющихся знаний; генерация альтернативных решений; анализ и оценка альтернатив; выбор лучшего варианта.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС, локальная сеть, сленг. 'локалка'; англ. Local Area Network, LAN) – компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт). Также существуют локальные сети, узлы которых разнесены географически на расстояния более 12 500 км (космические станции и орбитальные центры). Несмотря на такие расстояния, подобные сети всё равно относят к локальным.

Локальная вычислительная сеть – представляет собой особый тип сети, объединяющий близко расположенные системы.

Существует множество способов классификации сетей. Основным критерием классификации принято считать способ администрирования. То есть в зависимости от того, как организована сеть и как она управляется, её можно отнести к локальной, распределённой, городской или

глобальной сети. Управляет сетью или её сегментом сетевой администратор. В случае сложных сетей их права и обязанности строго распределены, ведётся документация и журналирование действий команды администраторов.

Компьютеры могут соединяться между собой, используя различные среды доступа: медные проводники (витая пара), оптические проводники (оптические кабели) и через радиоканал (беспроводные технологии). Проводные, оптические связи устанавливаются через Ethernet, беспроводные – через Wi-Fi, Bluetooth, GPRS и прочие средства. Отдельная локальная вычислительная сеть может иметь связь с другими локальными сетями через шлюзы, а также быть частью глобальной вычислительной сети (например, Интернет) или иметь подключение к ней.

Чаще всего локальные сети построены на технологиях Ethernet или Wi-Fi. Следует отметить, что ранее использовались протоколы Frame Relay, Token ring, которые на сегодняшний день встречаются всё реже, их можно увидеть лишь в специализированных лабораториях, учебных заведениях и службах. Для построения простой локальной сети используются маршрутизаторы, коммутаторы, точки беспроводного доступа, беспроводные маршрутизаторы, модемы и сетевые адаптеры. Реже используются преобразователи (конвертеры) среды, усилители сигнала (повторители разного рода) и специальные антенны.

Маршрутизация в локальных сетях используется примитивная, если она вообще необходима. Чаще всего это статическая либо динамическая маршрутизация (основанная на протоколе RIP).

Иногда в локальной сети организуются рабочие группы – формальное объединение нескольких компьютеров в группу с единым названием.

Сетевой администратор – человек, ответственный за работу локальной сети или её части. В его обязанности входит обеспечение и контроль физической связи, настройка активного оборудования, настройка общего доступа и предопределённого круга программ, обеспечивающих стабильную работу сети.

Технологии локальных сетей реализуют, как правило, функции только двух нижних уровней модели OSI – физического и канального. Функциональности этих уровней достаточно для доставки кадров в пределах стандартных топологий, которые поддерживают LAN: звезда (общая шина), кольцо и дерево. Однако из этого не следует, что компьютеры, связанные в локальную сеть, не поддерживают протоколы уровней, расположенных выше канального. Эти протоколы также устанавливаются и работают на узлах локальной сети, но выполняемые ими функции не относятся к технологии LAN [1].

Локальная вычислительная сеть — это связанные между собой в единую информационную систему персональные компьютеры, принтеры, факсы, серверы и другое телекоммуникационное оборудование. Сеть дает возможность отдельным сотрудникам организации взаимодействовать между собой и обращаться к совместно используемым ресурсам; позволяет им получать доступ к данным, хранящимся на персональных компьютерах как в удаленных офисах, так и соседних ПК. Кроме того, правильная организация ЛВС обеспечивает информационную безопасность (исключает несанкционированный доступ к информационным блокам).

С помощью современного оборудования можно передавать большие информационные потоки данных не только по проводным линиям, но и по радиоканалу, что увеличивает эффективность и гибкость создаваемых локальных и корпоративных сетей связи.

Вложенные на этапе организации финансовые средства обеспечивают системе долговечность и эффективность, в дальнейшем сеть быстро окупается и требует минимальных затрат на эксплуатацию.

Проектирование локальной вычислительной сети (ЛВС) является сложной задачей структурного и параметрического синтеза и оптимизации, проходящих в условиях неполноты и недостоверности информации. Решение данной задачи требует от человека учета множества различных по своей природе факторов, что в большинстве случаев вызывает трудности, особенно если речь идет о поиске оптимального решения в условиях ограничения времени. Для содействия человеку в решении подобного рода задач используются системы поддержки принятия решений (СППР).

В настоящее время функциональность специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР) ограничивается лишь моделированием физической работы сети, что является недостаточным для принятия взвешенных решений при проектировании. Поэтому представляется актуальной разработка СППР, сочетающей в себе не только методы имитационного моделирования, но и другие методы поддержки принятия решений.

Для решения задачи структурной и параметрической оптимизации ЛВС предлагается использование генетического алгоритма, эффективность которого в решении данной задачи подтверждается несколькими исследованиями [2].

При разработке проекта ЛВС проектировщик часто сталкивается с полными или частичными повторениями удачных решений. Как показано в [3], использование технологии рассуждения на основе прецедентов (case-based reasoning, CBR) позволяет решать новые проблемы аудита информационной безопасности путем адаптации ранее использованных решений. В данном случае предлагается применение технологии CBR ко всем этапам проектирования ЛВС.

Алгоритм работы СППР выглядит следующим образом:

- сбор данных СППР о существующей ЛВС (опционально);
- ввод технических требований ЛПР к разрабатываемой ЛВС;
- анализ ранее созданных прецедентов (опционально);
- адаптация наиболее подходящего прецедента к новым требованиям или генерация новой конфигурации ЛВС;
- оптимизация конфигурации ЛВС с использованием генетического алгоритма и имитационного моделирования;
- принятие решения ЛПР об окончании работы (переход на пункт 7) или внесении поправок и дальнейшей оптимизации (переход на пункт 5);
- генерация отчета и технической документации. Выход.

Если перед разработчиком стоит задача модернизации существующей ЛВС, то имеет смысл сначала получить как можно больше данных о ее конфигурации и функционировании. Далее необходимо предоставить системе данные о требуемых показателях качества конечного проекта. После чего можно будет сравнить имеющиеся данные и требования с уже завершенными проектами и при необходимости выбрать наиболее подходящий из них для дальнейшей оптимизации. Оптимизация конфигурации ЛВС проходит с использованием генетического алгоритма и имитационного моделирования в зависимости от критериев важности сформулированных ЛПР. Результаты моделирования предоставляются ЛПР, которое решает, устраивает ли его данная конфигурация или же необходимо ее доработать.

Применение СППР должно сократить временные и материальные затраты на проектирование ЛВС, а также повысить качественные показатели готового проекта.

Литература

1. Комарцова Л.Г. Исследование возможностей нейронных сетей для создания проекта локальной вычислительной сети // *Нейрокомпьютеры. Разработка и применение*. – М.: Радиотехника. – 2001. – № 6. – С. 44–52.
2. Тынченко С.В. Система поддержки принятия решений при проектировании эффективной конфигурации вычислительной сети для распределенного решения сложных задач / С.В. Тынченко, В.В. Тынченко // *Вестник сибирского государственного аэрокосмического университета им. Академика М.Ф. Решетнева*. – Красноярск, 2008. – № 3. – с. 19–23.
3. Васильев В.И. Экспертная система поддержки принятия решений в процессе аудита информационной безопасности / В.И.Васильев, Т.З. Хисамутдинов, А.С. Красько, П.В. Матвеев. – 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.contrterror.tsure.ru/site/magazine4/02-13-Vasilev-Hisamutdinov-Krasko-Matveev.htm>

УДК 004.032.6

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ LTE В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ ВЕЩАНИИ

А.А. Ивакин, И.А. Береснев

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Приведен анализ технологии мобильной передачи данных LTE для оказания услуг мультимедийного вещания, в частности интерактивного телевидения. Определены особенности предоставления подобных услуг, проанализировано место данной технологии на рынке услуг мультимедийного вещания, а также ее перспективы.

В условиях насыщения рынка инфокоммуникационных услуг и повышенной конкуренции получение дополнительной прибыли оператором связи возможно только при расширении спектра предоставляемых абонентам услуг, прежде всего мультимедийных. Ведущие операторы мобильной связи мира стали всё чаще строить сети по технологии LTE (Long Term Evolution – «долгосрочное развитие»), созданной на основе проектов 3GPP и 3GPP2 (3rd Generation Partnership Project). Её особенность, обеспечивающая преимущества LTE для вещательных услуг, заключается в использовании технологии OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов). При этом используется большое число близко расположенных ортогональных поднесущих. Каждая из них модулируется по обычной схеме на низкой символьной скорости, сохраняя при этом общую скорость передачи данных, как у обычных схем модуляции одной несущей в той же полосе пропускания. На практике сигналы OFDM получают путем использования Быстрого Преобразования Фурье (БПФ).

Помимо LTE, технологией, использующей OFDM, является система цифрового телевидения DVB (Digital Video Broadcast), которая будет использоваться как стандарт российского цифрового телевидения. Основы этой технологии были разработаны ещё в 60-х годах прошлого века, однако, доступной для широкого применения она стала лишь относительно недавно, поскольку расчёты, связанные с БПФ, требуют высокой вычислительной мощности оборудования [1].

Технология LTE была разработана в качестве технологии, способной удовлетворить постоянно растущие запросы пользователей на долгосрочный период времени. Испытания в реальных условиях позволяют сделать вывод о том, что LTE будет обеспечивать высокую пропускную способность – более чем 150 Мбит/с в нисходящем (downlink) и 40 Мбит/с в восходящем (uplink) канале. Кроме того, минимум средней пропускной способности в нисходящем канале составит около 30 Мбит/с, что означает существенное повышение производительности для сотовых систем. В связи с этим можно сделать вывод, что уже сейчас LTE более чем в 6 раз превосходит по производительности действующие системы.

Отличительной чертой сетей LTE является то, что все предоставляемые услуги будут поддерживаться на основе пакетной передачи. Так достигается более высокая по сравнению с функционирующими сетями 3GUMTS (Universal Mobile Telecommunications System – Универсальная мобильная телекоммуникационная система) спектральная эффективность, и, соответственно, производительность системы. Для сервисов использование пакетного доступа означает лучшую интеграцию между предоставляемыми мультимедийными услугами, а также и беспроводной и фиксированной связью [2].

Рассмотрим возможность использования LTE для мультимедийного вещания и особенности оказания этой услуги.

Услуги мобильной связи предусматривают применение модели организации связи «точка - точка» (PTP, point-to-point), когда как для вещательных услуг необходима модель «точка - много точек» (PTM, point-to-multipoint), когда пакеты данных от одного источника передаются одновременно нескольким адресатам (абонентам), объединённым в специальную вещательную группу. Необходимо пояснить, что оказание вещательных услуг подразумевает существование большой группы пользователей, заинтересованных в получении идентичной услуги (например, абоненты сети телевизионного вещания). В противном случае оказание подобных услуг нерентабельно.

Архитектура и особенности сети LTE с возможностью предоставления вещательных услуг описаны в спецификации TS 23.246, а протоколы и форматы представления таких услуг – в спецификации TS 26.346 [3]. Для этого используется технология MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service – служба группового мультимедийного вещания), разработанная в рабочих группах 3GPP и включенная в Release 6 на систему UMTS. Она основана на трансляции мультимедиа контента одновременно нескольким получателям по одному каналу вещания. В качестве канала вещания используется канал сети сотовой связи (в данном случае сеть LTE) [4].

Предоставление услуг вещания осуществляется в соответствующей зоне вещания (BA, Broadcast Area), т.е. части области покрытия сети (в рассматриваемом случае сотовой), которая может совпадать со всей территорией покрытия. Источником (провайдером) контента (вещательных услуг) может быть как оператор, так и независимый провайдер.

На рис. 1 представлена упрощённая структурная схема организации вещательных услуг в сети LTE. Связь между сетью и провайдером осуществляется через центр вещательных услуг ((e)BM-SC, Evolved Broadcast Multicast Service Center), пакеты данных от которого поступают в шлюз мультимедийного вещания ((e)MBMS Gateway, MBMS-шлюз) и далее – на базовые станции (БС), находящиеся в зоне вещания. Для вещания необходима адаптация потока данных, осуществляемая приведением их в соответствие с возможностью радиосети. Услуги мультимедийного вещания передаются в нисходящем групповом управляющем канале MCCN (Multicast Control Channel) (параметры физического канала, информация о доступе, наличие данной услуги в соседних сотах и др.) и групповом трафиковом канале MTCH (Multicast Traffic Channel), по которому передаётся пользовательская информация.

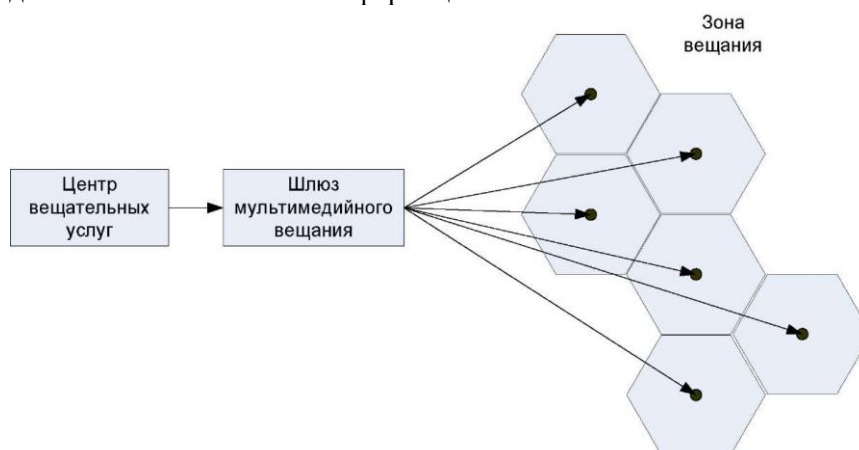


Рис. 1. Упрощённая структурная схема организации вещательных услуг

Согласно спецификациям, выделяется обычное вещание (broadcastmode) и групповое вещание (multicastmode) мультимедийных услуг. В обоих режимах осуществляется ненаправленная, т.е. одинаковая для всех, передача мультимедиа контента по модели «точка – много точек» и обеспечивается достаточно эффективное использование радиоресурсов, поскольку данные передаются по общим каналам.

Отличие двух режимов состоит в наличие или отсутствии требований, налагаемых на пользователей, при организации доставки к ним мультимедийного контента. В режиме группового вещания существует возможность доставки услуг в отдельные соты, входящие в соответствующую вещательную группу, на основании предварительной подписки. Режим обычного вещания не предполагает каких-либо определённых требований, связанных с подпиской или активацией услуг.

В отличие от услуг сотового вещания (CBS, Cell Broadcast Service), связанных с низкоскоростной передачей информации, мультимедийное вещание изначально ориентировано на передачу данных с высокой скоростью, как в потоковом режиме, так и в прерывистом.

Так же, как и для передачи невещательных мультимедийных сообщений, источником мультимедийного вещания могут быть как внешние контент-серверы, так и специализированные серверы, входящие в структуру данной сети. Доставка мультимедийной вещательной услуги основана на соответствующем MBMS-контексте, формируемом в пользовательском терминале, обслуживающем шлюзе и центре вещательных услуг.

Обмен информацией между центром вещательных услуг и MBMS-шлюзом (рис. 2) осуществляется через SG-mb-интерфейс (для обмена служебной информацией) и SGi-mb-интерфейс (доставка пользовательской информации). Для обмена служебной информацией между БУМ (блок управления мобильностью) и MBMS-шлюзом служит Sm-интерфейс; между MBMS-шлюзом и обслуживающим шлюзом – Sn-интерфейс.

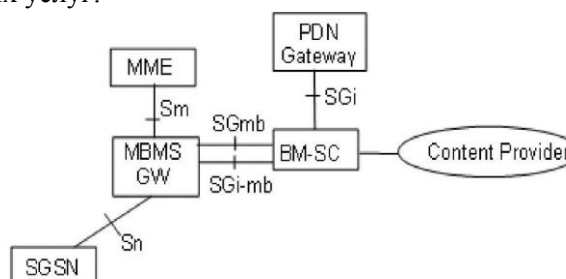


Рис. 2. Архитектура сети LTE с возможностью мультимедийного вещания

В зависимости от способа доставки услуги мультимедийного вещания выделяют четыре типа:

- потоковые услуги (streaming service), т.е. непрерывный поток данных, являются базовыми услугами мультимедийного вещания;
- услуги по загрузке файлов;
- карусельные (carousel) услуги, т.е. комбинация части потоковых услуг (текст и неподвижные изображения) и услуг по загрузке файлов;
- телевизионные услуги, т.е. синхронизированные потоки звука и изображения.

В сетях LTE, что является отличительной чертой систем мобильной связи 3-го и 4-го поколений, возможна односотовая (в пределах одной соты) или многосотовая (в пределах нескольких сот) передача вещательных услуг. При односотовой передаче данные (индивидуальный трафик) передаются по транспортному нисходящему совместному каналу DL-SCH (Downlink Shared Channel), на который отображаются логические каналы MTCH и MCCH, при этом порядок следования пакетов данных определяется базовой станцией. При многосотовой – одновременно передаются идентичные радиосигналы на территории нескольких сот. В этом случае логические каналы MTCH и MCCH отображаются на транспортный канал MCH (Multicast Channel), обеспечивая передачу информации по модели «точка – много точек». Такой режим называют одночастотной групповой вещательной сетью MBSFN (Multicast Broadcast Single Frequency Network) [3].

Таким образом, можно судить, что сети LTE изначально разработаны с заложенной в их основу возможностью мультимедийного вещания. Представляет интерес следующий факт. По прошествии года с того момента, как TeliaSonera запустила первую в мире сеть LTE, компания провела исследования, изменила ли LTE вкусы ее абонентов. Был проведен опрос среди абонентов в четырех странах и 23% опрошенных заявили, что стали больше смотреть онлайн TV [5], что говорит о заинтересованности абонентов в подобной услуге. В России уже введены в опытную эксплуатацию сети LTE на территории объектов Олимпийских Игр в Сочи 2014 года компаниями ОАО «Ростелеком» и «Мегафон» и в подмосковной Кубинке ОАО «Основа Телеком» [6]. Испытания подтвердили, что возможности сети 4G более чем в десять раз превосходят скоростной диапазон сети 3G – скорость передачи данных превышает 70 Мбит/с [7]. Услуги мультимедийного вещания в сетях LTE уже внедряются ведущими операторами связи. На выставке IFA 2011, Vodafone Germany представил новую услугу – телевизионное вещание через свою сеть LTE. Компания считает, что новое предложение будет актуально в сельской местности и других местах, где строительство DSL-сети экономически невыгодно и поэтому сейчас доступны не все услуги оператора. Стоимость услуги «VodafoneTV» через LTE будет такой же, как при использовании через DSL, т.е. 10 евро/месяц за стандартный пакет, расширение пакета по стоимости также будет сравнимо с условиями при подключении через DSL. Пока что сеть находится в тестовой эксплуатации, однако коммерческий запуск планируется уже в ближайшее время [8]. Аналогичное направление коммерческого применения будет перспективно и в России.

Литература

1. Технология TD-LTE набирает обороты во всем мире // Мобильные телекоммуникации. 2010. – № 8. – С. 8–9.
2. Серых С.А., Соловьев В.Р., Ильин О.А., Гайдур Г.И. Прошлое, настоящее и будущее технологии LTE // Зв'язок. – 2011. – № 2. – С. 2–9.
3. Гельгор А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 51–57.
4. Тихвинский В., Терентьев С. Мобильное цифровое телевизионное вещание: анализ технологий и бизнес-моделей // Информационные телекоммуникационные сети. – 2008. – № 7. – С.19–20.
5. LTE меняет мультимедийные привычки европейских абонентов [Электронный ресурс]. URL: <http://nag.ru/news/newsline/20018/lte-menyaet-multimediynye-privychki-evropeyskih-abonentov.html> (дата обращения: 05.02.2013).
6. Медведев увидел LTE [Электронный ресурс]. URL: http://voentelecom.ru/press-center/publications/index.php?id_4=416 (дата обращения: 05.02.2013).
7. WiMAX или LTE? // Мобильные телекоммуникации. – 2010. – № 8. – С. 7.
8. Vodafone Germany: ТВ через LTE [Электронный ресурс]. URL: <http://nag.ru/news/newsline/21039/vodafone-germany-tv-cherez-lte.html> (дата обращения: 05.02.2013).

УДК 664.956:681.51

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

А.В. Кайченев, И.Ю. Селяков, А.В. Власов, А.Р. Власова

Мурманский государственный технический университет, Мурманск

В статье описана структура системы автоматического управления установкой для поиска оптимальных технологических режимов. Использование этих режимов в процессе сушки рыбной продукции на промышленных установках позволит повысить качество выпускаемой продукции и сократить затраты электрической энергии.

В настоящее время востребованы способы обработки сырья при минимальных энергетических и временных затратах, позволяющие снизить себестоимость продукции, повысить эффективность использования оборудования, сократить выбросы в атмосферу вредных веществ. Для создания современных технологий необходимо совершенствование, как процессов, так и самого оборудования [1].

Холодная сушка рыбы – это процесс, при котором происходит обезвоживание высушиваемого материала при температурах до 40°C.

Поиск режимов обезвоживания традиционным экспериментальным путем достаточно трудоемок, поэтому зачастую параметры режимов получают расчетными методами, учитывающими закономерности распределения влаги внутри продукта в течение всего процесса обезвоживания [1]. В настоящее время, благодаря появлению доступных средств автоматизации на базе микропроцессорной техники, стало возможным получать параметры режимов обезвоживания экспериментальным путем с использованием методов планирования активного эксперимента с наименьшими временными, энергетическими и трудозатратами.

Оптимальным можно считать режим обезвоживания, при котором скорость удаления влаги с поверхности изделий равняется скорости подведения ее из внутренних слоев. Режим характеризуется совокупностью параметров сушильного агента (воздуха): температуры, относительной влажности, скорости воздуха, а также продолжительности процесса и его периодов.

Критерий оптимальности режима определяется как совокупность следующих параметров:

- качество продукции;
- энергозатраты на процесс;
- продолжительность процесса.

Важным технологическим приемом является релаксация сырья во время процесса. Он состоит в том, что подведение тепла и удаление воздушно-водной смеси приостанавливается на короткий период. Вследствие этого градиент влажности изделий снижается. Продолжительность релаксации в процессе обезвоживания влияет на режим обезвоживания [2].

В рамках совместной научно-исследовательской работы кафедры Технологии пищевых производств (ТПП) и Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) разработана установка для поиска оптимальных технологических режимов, представленная на рисунке 1 [3].

Описание разработанной системы

Установка для поиска оптимальных технологических режимов состоит из четырех независимых камер 3 (рис. 1). В каждой камере расположен нагревательный элемент (ТЭН) 1, датчик температуры

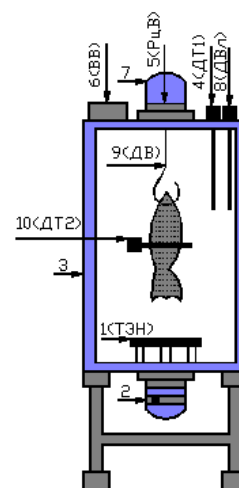


Рис. 1. Секция установки для поиска оптимальных технологических режимов
1 – нагревательный элемент, 2 – заслонка для подачи свежего воздуха, 3 – камера для вяления рыбы; 4 – датчик температуры в камере; 5 – рециркуляционный вентилятор; 6 – вытяжной вентилятор; 7 – рециркуляционный воздуховод; 8 – датчик влажности в камере; 9 – датчик веса; 10 – датчик температуры внутри сырья

(ДТ1) 4 и датчик влажности (ДВл) 8. Над камерой установлены вытяжной (ВВ) 6 и рециркуляционный (РцВ) 5 вентиляторы. Вытяжной вентилятор утилизирует сушильный агент с избыточной влажностью. Вентилятор 5 служит для рециркуляции нагретого воздуха внутри камеры. К рециркуляционному вентилятору подключен воздуховод 7, на котором расположена заслонка 2 для подачи свежего воздуха. Внутри камеры расположены датчик контроля веса (ДВ) 9, а также датчик температуры (ДТ2) 10, располагаемый непосредственно в продукте. Эти датчики позволяют непрерывно контролировать такие параметры обезвоживания как потери массы сырья и температура внутри сырья.

Управление температурой и влажностью внутри секций осуществляется при помощи универсального восьмиканального микропроцессорного регулятора ОВЕН ТРМ-148, установленного в блоке системы автоматического управления.

Структурная схема одной секции системы управления установкой представлена на рисунке 2.

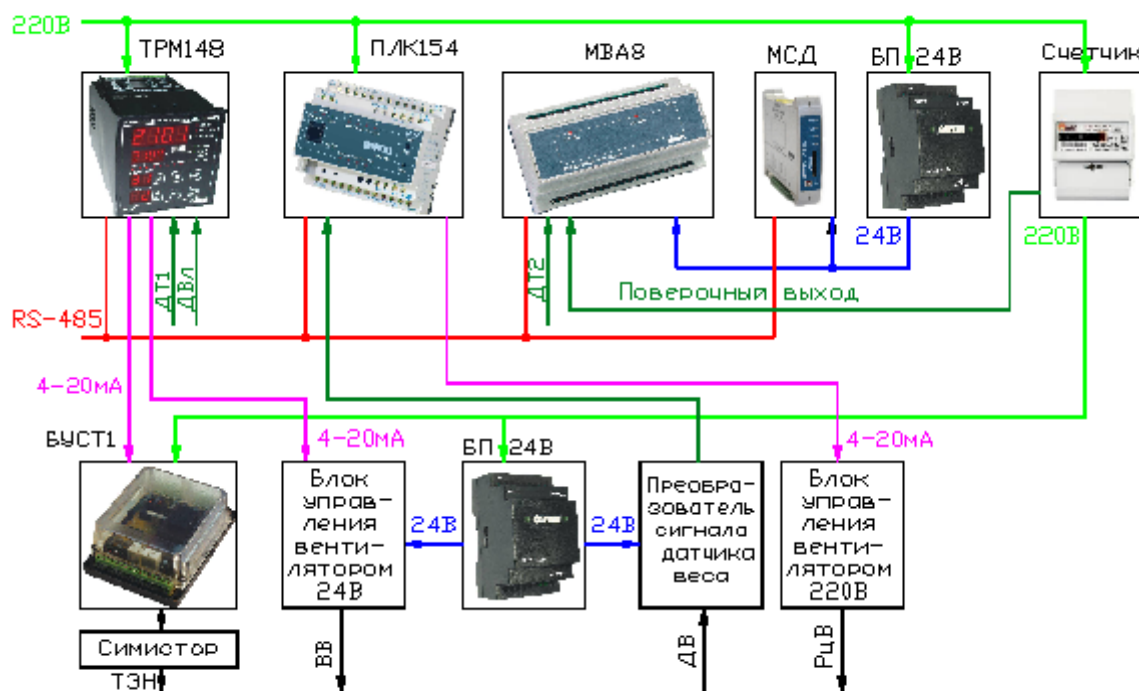


Рис. 2. Структурная схема одной секции системы управления установкой

Сигналы с датчиков температуры (ДТ1, ДВл) поступают на микропроцессорный регулятор. Каналы ТРМ148 с 1 по 4 сконфигурированы на регулирование и индикацию температуры в секциях. Изменение температуры осуществляется путем подачи большего или меньшего напряжения на ТЭНы, которое изменяется в зависимости от выходного сигнала регулятора с помощью блока управления симисторами и тиристорами (БУСТ1) и симистора. Каналы с 5 по 8-й микропроцессорного регулятора ТРМ 148 осуществляют регулирование и индикацию влажности внутри каждой камеры. На выходы этих каналов подключены блоки управления вытяжных вентиляторов, которые используются для изменения влажности внутри секций. Измерение влажности осуществляется с помощью датчика ДВТ-02М.

Управление температурой и влажностью производится в соответствии с заранее заданным оператором установки графиком технологического процесса. Регулирование частоты вращения рециркуляционного вентилятора осуществляется с программируемого логического контроллера (ПЛК154) с помощью блока управления вентилятором 220В.

Подсчет количества энергозатрат на процесс осуществляется однофазным счетчиком электроэнергии с цифровым выходом, подключенным модулю ввода аналоговых сигналов ОВЕН МВА-8. Для определения потерь массы сырья установлены тензодатчики «безменного» типа, подключенные через преобразователь сигнала датчика веса к ПЛК154. Таким образом, будет осуществляться непрерывный контроль веса в течение всего технологического процесса. Датчик температуры ДТ2 «капиллярного» типа, подключенный к модулю МВА8, позволяет контролировать температуру внутри сырья.

Все данные по температуре, влажности, изменению веса, потреблению энергии будут регистрироваться программируемым логическим контроллером, а также записываться на карту памяти при помощи модуля сбора данных (МСД), а потом обрабатываться на персональном компьютере.

Установка для поиска оптимальных технологических режимов обладает рядом достоинств:

- реализация четырех технологических процессов, различных по: влажности, температуре, воздушному потоку в камерах и времени релаксации;
- обеспечение одинаковых условий проведения технологических процессов (температура и влажность цехового воздуха в равной степени влияют на все четыре камеры);
- сокращение времени поиска оптимальных технологических режимов обезвоживания продукции;
- малогабаритная установка потребляет значительно меньшее количество электроэнергии по сравнению с промышленными установками;
- оптимальная система управления процессом позволяет повысить энергоэффективность установки.

Разработка системы автоматического управления малогабаритной установки позволяет осуществлять поиск оптимальных технологических режимов с наименьшими временными, энергетическими и трудозатратами. Использование режимов в процессе сушки рыбной продукции на промышленных установках позволит повысить качество выпускаемой продукции и сократить затраты электрической энергии.

Литература

1. *Ершов М.А.* Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.12 / М.А. Ершов; Мурман. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2007. – 24 с.
2. *Глазунов Ю.Т.* Элементы теории «пунктирного» обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы / Ю.Т. Глазунов, А.М. Ершов, М.А. Ершов, И.Ю. Селяков, В.А. Аминов // Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2012. – Т.15. – № 1. – С. 15–20.
3. *Маслов А.А.* Малогабаритная сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов / А.А. Маслов, М.А. Ершов, И.Ю. Селяков, А.В. Кайченев, В.А. Аминов // Наука и образование – 2012: материалы международной научной конференции (2–6 апреля 2012) [Электронный ресурс] / МГТУ. Электронные текстовые Данные (139 Мб). – Мурманск: МГТУ, 2012.

УДК 004.9

АНАЛИТИКО-СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СФЕРЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСЛУГ

К.И. Квятковский, А.В. Петраев, А.О. Полумордвинова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №12-07-31122\12. Представлена методологическая основа для разработки алгоритмов, паттернов проектирования и информационных моделей интеграции информационных систем, взаимодействующих в секторе электронных услуг.

Современная тенденция к информатизации всевозможных сфер человеческой деятельности затрагивает как небольшие предприятия и компании, так и крупные организации и федеральные объекты. Результатом этой деятельности является значительное количество разнообразных по объемам, сложности, набору выполняемых функций информационных систем, предназначенных для автоматизации предметной области конкретного субъекта хозяйствования. Необходимость

взаимодействия с другими организациями – источниками или получателями данных, приводящая к необходимости интеграции информационных систем между собой, осложняется наличием большого количества классификаций и вариантов интеграции систем. Особенно сложно она реализуется в крупных системах, интегрирующих несколько различных предметных областей. Одной из таких систем является система государственных услуг, представленных в электронном виде.

Целью работы является повышение эффективности работы государственного или муниципального учреждения на основе разработки механизмов интеграции неоднородных информационных систем, взаимодействующих при организации новых бизнес-процессов, появляющихся при совершенствовании процессов обслуживания граждан.

На данный момент существует большое количество наработок и созданных классификаций, которые характеризуют различные подходы к созданию моделированию, проектированию и созданию информационных систем. Рассматривая интеграцию информационных систем, как один из возможных вариантов создания крупных информационных пространств, необходимо проанализировать аналитико-синтетический подход, предполагающий комбинацию двух возможных вариантов при создании модели информационных систем [1, 2]:

Аналитический, заключающийся в централизованном создании модели информационной системы с определением основных входов и выходов системы, подсистем и ее компонент до заданного уровня детализации, а так же создание типовой модели информационной системы для последующего создания и реализации компонентов информационной системы.

Синтетический, позволяющий спроектировать отдельные информационные субмодели для информационных объектов и процессов, которые в последующем будут представлять собой информационную модель всей системы.

В соответствии с данной классификацией при создании информационного пространства предприятия (информационной системы) всегда существует две возможности реализации:

- создание новой информационной системы (аналитический), предполагающий проектирование и реализацию новой информационной системы, которая бы заранее удовлетворяла всем потребностям, позволяла бы вести контроль за деятельностью, а так же организовать совместную работу с данными различных систем, подразделений и отделов предприятия;
- интеграция существующих систем (синтетический) – при наличии имеющихся субмоделей и реализованных по на их основе информационных систем, порождающая новые бизнес-процессы, необходимые для общего контроля за деятельностью, а так же для совместной работы подразделений.

Достоинствами аналитического подхода являются: обеспечение пользователя системы необходимой функциональностью, простота сопровождения, тиражируемость отдельных модулей в филиалах организации, обладающих типовыми бизнес-процессами. Недостатками – значительные денежные и временные затраты на разработку системы, потеря наработанной базы знаний предприятий, затраты на обучение сотрудников.

Практика показывает, что создание новой информационной системы рентабельно только в том случае, когда отсутствуют внедренные информационные системы, зарекомендовавшие себя в данной предметной области.

Интеграция информационных систем позволит объединить существующие системы в единое пространство, что так же является одним из возможных решений задачи построения информационного пространства. Достоинствами данного подхода являются: снижение затрат на создание новой системы, заключающихся в разработке программного компонента – паттерна интеграции; возможность использования наработанной базы знаний из существующих информационных систем, что позволяет производить работы по планированию, прогнозированию и анализу дальнейшей деятельности организации; отсутствие необходимости переобучения сотрудников учреждения навыкам работы с информационной системой [3].

Главными недостатками интеграции систем являются: необходимость проведения анализа двух и более информационных систем с целью организации интеграции; отсутствие метода интеграции данных, который бы соответствовал параметрам заданных информационных систем; необходимость дополнительных затрат на доработку существующих систем или создание системы-медиатора.

Таким образом, если оценить достоинства и недостатки обоих подходов, то становится очевидно, что использование интеграции информационных систем является более выгодным решением в равных условиях с созданием новой информационной системы.

Формализация архитектуры систем интеграции связана с созданием интегрирующей модели данных, являющейся основой единого пользовательского интерфейса. Данная модель необходима в тех случаях, когда создается единое хранилище для данных из разных информационных систем и/или когда создается предоставление интерфейса для взаимодействия с пользователями или другими информационными системами. Разработка подобного интерфейса основана на данных, которые могут предоставить интегрируемые системы, а также требованиях, которые необходимы для создания доступа к интегрированным данным.

Интегрирующая модель данных не должна содержать информацию, которую ей впоследствии не сможет предоставить какая-либо из интегрируемых информационных систем. Если существуют данные, которые необходимы в интегрирующей модели, но они отсутствуют в исходных системах, то необходимо либо провести изменения в структуре данных (и, следовательно, в интерфейсах и функциональных элементах) исходных информационных систем, либо пересмотреть саму модель.

Процесс интеграции значительно ускоряется, когда существует некоторая концептуальная схема, созданная разработчиками, позволяющая осуществить системную детальную формализацию некоторой области знаний. Элементами данной схемы являются структуры данных, содержащих все классы объектов, их связи и правила. Одним из подобных представлений являются онтологии. Наличие онтологий, фиксирующих связи внутри каждой системы, значительно облегчает процесс интеграции. Далее необходимо привести все онтологии, которые используются в интегрируемых системах, к единой общей модели данных, которая будет приемлема для большой общей информационной системы. В этом случае производится отображение онтологий путем установления соответствия между их концептами.

Процесс сводится как к созданию отображений между всеми различными использованными онтологиями, так и приведением полученной общей онтологии к интегрирующей модели системы, так как это должны быть две идентичные сущности, являющиеся основой для интегрированной информационной системы.

Когда данные задачи будут решены, процесс интеграции информационных систем будет завершен. Эти задачи являются основными этапами в процессе интеграции информационных систем.

Литература

1. *Гайрабекова Т.И.* Аналитико-синтетический подход к формированию информационно-аналитической системы управления АПК / Т.И. Гайрабекова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1. – С. 165–171.
2. *Квятковская И. Ю.* Information support for business processes in agro-industrial complex / I. Yu. Kvyatkovskaya, A.V. Petraev, T.I. Gairabekova // Vestnik of Astrakhan State Technical University. Ser.: Management, Computer Science and Informatics. – 2012. – № 2. – P.130–137.
3. *Иринархов М.Г.* Устранение неопределенности в процессах интеграции неоднородных информационных систем / М.Г. Иринархов, К.И. Квятковский // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1. – С. 118–123.

УДК 004.724

ОБЗОР МЕТОДОВ КОММУТАЦИИ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Н.С. Мальцева, Е.А. Барабанова, Т.С. Жидоусова, Д.Б. Мальцев

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Современные системы передачи данных предъявляют высокие требования к скорости коммутации, как одному из важнейших параметров. Скорость установления соединений и передачи информации напрямую зависит от выбранного в данной сети метода коммутации. Рассмотрены различные методы коммутации, применяемые в сетях передачи данных, и сделаны выводы о перспективных направлениях развития коммутационных систем.

Современные системы коммутации осуществляют распределение потоков пакетов и доставку пакетов к адресатам. Любая сетевая технология основывается на алгоритмах и методах коммутации. Быстродействие коммутационных систем напрямую зависят от того, какой из механизмов коммутации и маршрутизации будет выбран. Составление канала связи в центрах коммутации (ЦК) для передачи данных может быть выполнено как с помощью долговременной коммутации, так и с помощью оперативной коммутации. В случае кроссовой коммутации ведется закрепление канала связи между абонентскими линиями и центром коммутации независимо от необходимости передачи сообщений. Чаще всего реализация данного метода коммутации осуществляется вручную.

При реализации методов быстродействующей коммутации канал связи составляется только на время передачи информационного сообщения. Процесс передачи сообщений осуществляется автоматически.

Выделяют два основных метода коммутации:

- коммутация каналов (Circuit Switching);
- коммутация пакетов (Packet Switching).

Возможности этих методов коммутации различны. На рис. 1 показана подробная классификация современных методов быстродействующей коммутации [1].

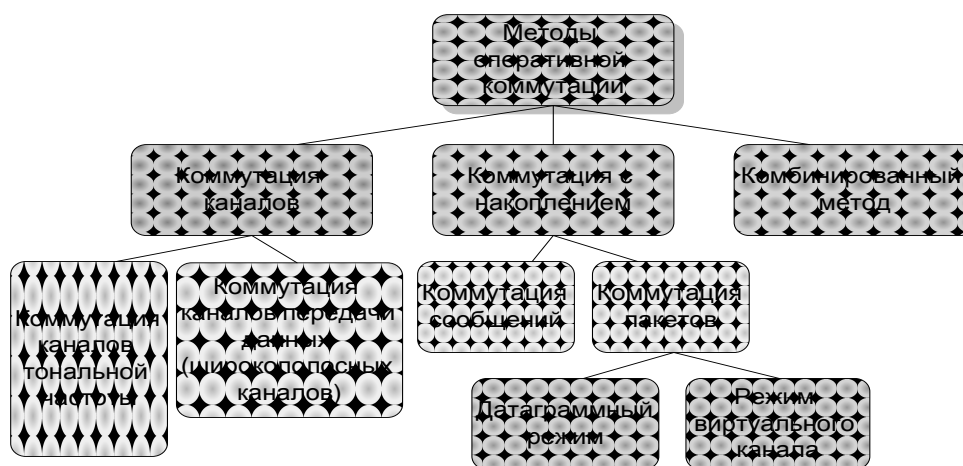


Рис. 1. Классификация современных методов коммутации

Здесь выделены три группы методов коммутации. Первые две группы – коммутация каналов (КК) и коммутация с накоплением (КН), объединение которых образуют третий – комбинированный метод. При коммутации каналов образуется постоянный канал передачи информационных сообщений между абонентами.

Суть метода коммутации с накоплением состоит в том, что сообщение или его часть (пакет) накапливается в буфере каждого коммутатора и передается в соответствии с адресом по мере освобождения необходимого направления передачи данных.

Выделим наиболее общие особенности телекоммуникационных сетей передачи данных с коммутацией каналов и коммутацией с накоплением:

- при КК используется оборудование передачи данных только абонентских пунктов, при КН все центры коммутации соединены между собой и с каналами передачи данных, образованными групповыми или абонентскими комплектами аппаратуры передачи данных;
- в сети передачи данных с КК соблюдается условие полного соответствия параметров всех комплектов аппаратуры передачи данных (АПД), в сети с КН параметры АПД (скорость передачи данных, метод модуляции, код) на разных участках могут быть различными;
- в сети передачи данных с КН проще обеспечить достоверность передачи данных в отличие от сети с КК, что обусловлено повышением верности не в сквозном канале, а на каждом из участков сети;
- в сети передачи данных с КК в случае отсутствия свободного канала тональной частоты на любом из участков заданного направления или же в случае отсутствия свободных коммута-

ционных устройств в центрах коммутации установка соединения абонентов становится невозможна. При этом вызываемому абоненту осуществляется посылка сигнала отказа (занятости). Для успешного установления соединения абонент вынужден повторить заявку на соединение. Такой способ обслуживания абонентов называется обслуживанием с отказами (потерями). Если же использовать метод КН, то при занятости каналов передачи данных сообщение будет записано в запоминающее устройство центра коммутации и будет ожидать освобождения каналов. Такой способ обслуживания называется обслуживанием с ожиданием.

Одним из отличий метода коммутации пакетов (КП) от метода коммутации каналов (КК) является непостоянная пропускная способность между двумя абонентами. В методе КК после образования канала пропускная способность сети между конечными узлами известна. Данные после задержки, связанной с установлением канала, начинают передаваться на максимальной для канала скорости. Время передачи сообщения в сети с КК – равно сумме задержки распространения сигнала по линии связи и задержки передачи сообщения. Время передачи сообщения равно V/C , где V – объем сообщения в битах, а C – пропускная способность канала в битах в секунду [1].

В сети с КП наблюдается другая картина. Процедура установления соединения в этих сетях, если она используется, занимает примерно такое же время, как и в сетях с КК, поэтому будем сравнивать только время передачи данных.

При выборе размера пакета необходимо учитывать также и интенсивность битовых ошибок канала. На ненадежных каналах необходимо уменьшать размеры пакетов, так как это уменьшает объем повторно передаваемых данных при искажениях пакетов.

Предполагается, что в сеть передается сообщение того же объема, что и сообщение при КК, однако оно разделено на пакеты, каждый из которых снабжен заголовком. При передаче сообщения, разбитого на пакеты, по сети с коммутацией пакетов возникают дополнительные временные задержки. Во-первых, это задержки в источнике передачи, который, помимо передачи собственно сообщения, тратит дополнительное время на передачу заголовков $tp.3.$, плюс к этому добавляются задержки $t_{НТ}$, вызванные интервалами между передачей каждого следующего пакета (это время уходит на формирование очередного пакета стеком протоколов).

Во-вторых, дополнительное время тратится в каждом коммутаторе. Здесь задержки складываются из времени буферизации пакета (коммутатор не может начать передачу пакета, не приняв его полностью в свой буфф) и времени коммутации t^{\wedge} . Время буферизации равно времени приема пакета с битовой скоростью протокола. Время коммутации складывается из времени ожидания пакета в очереди и времени перемещения пакета в выходной порт.

Неопределенная пропускная способность сети с коммутацией пакетов – это плата за ее общую эффективность при некотором ущемлении интересов отдельных абонентов.

На эффективность работы сети существенно влияют размеры пакетов, которые транспортирует сеть. Слишком большие размеры пакетов приближают сеть с коммутацией пакетов к сети с коммутацией каналов, поэтому эффективность сети при этом падает. Слишком маленькие пакеты заметно увеличивают долю служебной информации, так как каждый пакет несет с собой заголовок фиксированной длины, а количество пакетов, на которые разбиваются сообщения, будет резко расти при уменьшении размера пакета. Существует некоторая золотая середина, которая обеспечивает максимальную эффективность работы сети, однако ее трудно определить точно, так как она зависит от многих факторов, некоторые из них к тому же постоянно меняются в процессе работы сети. Поэтому разработчики протоколов для сетей с коммутацией пакетов выбирают пределы, в которых может находиться длина пакета, а точнее его поле данных, так как заголовков, как правило, имеет фиксированную длину. Обычно нижний предел поля данных выбирается равным нулю, что разрешает передавать служебные пакеты без пользовательских данных, а верхний предел не превышает 4-х килобайт. Приложения при передаче данных пытаются занять максимальный размер поля данных, чтобы быстрее выполнить обмен данными, а небольшие пакеты обычно используются для квитанций о доставке пакета.

Общий объем передаваемых сетью данных в единицу времени при технике КП будет выше в сравнении с КК. Это происходит потому, что пульсации трафика отдельных абонентов распределяются во времени. Поэтому коммутаторы постоянно и равномерно загружены работой, если число обслуживаемых ими абонентов действительно велико. Трафик, поступающий от конечных узлов на коммутаторы, очень неравномерно распределен во времени.

Каждый режим передачи пакетов имеет свои преимущества и недостатки, дейтаграммный метод не требует предварительного установления соединения и поэтому работает без задержки

перед передачей данных. Это особенно выгодно для передачи небольшого объема данных, когда время установления соединения может быть соизмеримым со временем передачи данных. Кроме того, дейтаграммный метод быстрее адаптируется к изменениям в сети [1, 2].

При использовании метода ВК время, затраченное на установление виртуального тракта, компенсируется быстрой передачей всего потока пакетов. Коммутаторы распознают принадлежность пакета к ВК по специальной метке – номеру ВК, а не анализируют адреса конечных узлов, как это делается при дейтаграммном методе. Метод ВК считается надежным и качественным вариантом передачи информации.

Выделим общие достоинства метода коммутации пакетов:

- 1) высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика;
- 2) возможность динамически перераспределять пропускную способность физических каналов связи между абонентами в соответствии с реальными потребностями их трафика.

Недостатки коммутации пакетов:

- 1) неопределенность скорости передачи данных между абонентами сети, обусловленная тем, что задержки в очередях буферов коммутаторов сети зависят от общей загрузки сети;
- 2) переменная величина задержки пакетов данных, которая может быть достаточно продолжительной в моменты мгновенных перегрузок сети;
- 3) возможные потери данных из-за переполнения буферов.

В настоящее время разработаны методы, позволяющие преодолеть указанные недостатки, которые важны для чувствительного к задержкам трафика, требующего при этом постоянной скорости передачи. Такие методы называются методами обеспечения качества обслуживания (Quality of Service, QoS).

Смешанная коммутация – комплексный транспортный сервис, обеспечивающий коммутацию каналов и коммутацию пакетов.

Смешанная коммутация, именуемая также гибридной коммутацией, осуществляется Цифровой Сетью с Интегральным Обслуживанием (ЦСИО). Для этой цели в ней используются узлы смешанной коммутации, способные выполнять оба вида коммутации. При смешанной коммутации имеющиеся в коммуникационной сети логические каналы, в первую очередь, используются для коммутации каналов и создания последовательностей, соединяющих пары административных систем или абонентских систем. По свободным каналам осуществляется передача блоков данных в режиме коммутации пакетов. Естественно, что в соответствии с запросами систем соотношение числа каналов, входящих в оба множества все время меняется.

Рассматриваемая коммутация выполняет коммутацию каналов и пакетов на базе одного и того же оборудования. Его программное обеспечение позволяет при использовании только физического уровня и физических процессов ретрансляционной системы обеспечить коммутацию каналов. При функционировании физического, канального уровня, сетевого уровня и сетевых процессов ретрансляционная система осуществляет коммутацию пакетов.

Различают сквозную коммутацию и коммутацию с запоминанием.

Сквозная коммутация – способ коммутации, при котором блок данных начинает передаваться ретрансляционной системой до того, как его содержимое ею получено полностью. Важным преимуществом сквозной коммутации является очень небольшая задержка блока в ретрансляционной системе. Поэтому рассматриваемая коммутация, обеспечивая коммутацию каналов, ретрансляцию кадров либо ретрансляцию ячеек, используется в сетях скоростной коммутации данных, а также в коммутируемых локальных сетях. Метод сквозной коммутации основан на том, что выбор канала, по которому далее передается блок данных, происходит тотчас, как только прочитан адрес его назначения. Адрес располагается в начальной части блока.

Между тем, сквозная коммутация имеет и ряд недостатков. Первый из них заключается в том, что в этом режиме не обеспечивается выявление ошибок с помощью Контроля циклической избыточности CRC. Правда, в современных высоконадежных сетях это не имеет существенного значения. Вторым недостатком сквозной коммутации связан с тем, что блок данных не может быть передан из канала с низкой в канал, работающий с более высокой скоростью. Альтернативой рассматриваемой является коммутация с запоминанием.

Коммутация с запоминанием – способ коммутации, при котором блок данных передается ретрансляционной системой после того, как его содержимое получено ею полностью.

Коммутация с запоминанием является классической технологией, используемой при коммутации пакетов и коммутации сообщений. Она заключается в том, что из принятого ретрансляци-

онной системой пакета либо сообщения извлекаются заголовок, концевик и содержащаяся в нем передаваемая информация. Затем, осуществляется проверка ошибок с помощью контроля циклической избыточности CRC [3].

Рассматриваемая коммутация проста, но характеризуется относительно большими задержками, происходящими в ретрансляционных системах. Поэтому в скоростных сетях она заменяется сквозной коммутацией.

Дальнейшее развитие методов коммутации привело к созданию интегральной коммутации. Это универсальный пакетно-ориентированный метод коммутации. В этой технологии коммутация пакетов, коммутация каналов, ретрансляция кадров и ретрансляция ячеек слились в единый способ передачи блоков данных. Связанные с этим операции осуществляются аппаратно и через каждый узел интегральной коммутации одновременно может проходить не один, а группа блоков данных. Благодаря этому выполняется методология скоростной коммутации данных, реализующая сквозную коммутацию быстрых пакетов, что позволяет эффективно загружать широкополосные каналы и скоростные базовые сети. Наиболее перспективной базой для интегральной коммутации является асинхронный способ передачи.

Высокая надежность современных коммуникационных сетей позволяет отказаться от проверки блоков данных во всех промежуточных узлах. Она может происходить только в конечных узлах либо уже в абонентских системах. По существу, коммутация на сетевом уровне заменяется ретрансляцией кадров либо ретрансляцией ячеек, выполняемыми на канальном уровне.

Ретрансляция кадров и ретрансляция ячеек являются новыми методами передачи данных. При этом каждая ретрансляционная система выполняет интегральную коммутацию и с высокой скоростью распределяет потоки кадров либо ячеек в соответствии с их адресацией по каналам передачи данных. В промежуточных узлах коммутации кадры и ячейки не обрабатываются.

Ретрансляция кадров и ячеек являются сквозной коммутацией. Пакет – это блок данных, передаваемый на сетевом уровне. В отличие от него, кадр – это блок данных, передаваемый на канальном уровне. В сетях со сквозной коммутацией кадр принято называть быстрым пакетом, а в тех случаях, когда он имеет постоянную длину – ячейкой [4].

Ретрансляция кадров (frame relay) – технология аппаратной скоростной коммутации данных. Передача больших потоков информации через коммуникационную сеть потребовала резкого увеличения скоростей передачи данных. В результате появились сети ретрансляции кадров (рис. 2).

Технология ретрансляции заключается в сквозной коммутации быстрых пакетов, обеспечивающей аппаратную самомаршрутизацию (распределение в каждом узле интегральной коммутации проходящих кадров по адресам их назначения). Кадры, в которых появились ошибки, уничтожаются. При этом в промежуточных узлах коммутации ради получения высоких скоростей, не осуществляется контроль достоверности и целостности данных. Он возлагается на оконечные узлы коммутации. Последние создают на канальном уровне соединения, осуществляют управление потоками данных через виртуальные каналы, выявляют и исправляют ошибки. Ретрансляция используется в коммуникационных сетях, работающих с малым числом ошибок.

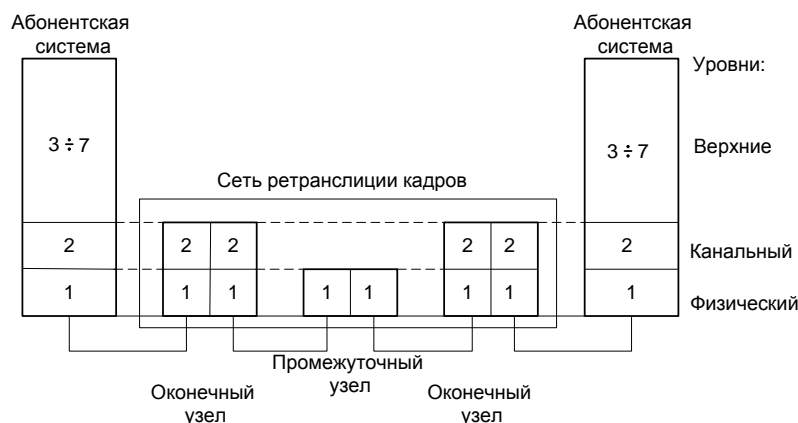


Рис. 2. Структура ретрансляции кадров

В узлах интегральной коммутации над канальным уровнем (2) и физическим уровнем (1) располагаются канальные процессы, связывающие каналы передачи данных. При возникающих ошибках

и перегрузках узлы выбрасывают мешающие им кадры. Сетевого уровня здесь нет. В сети передаются кадры переменной длины размером до 1024 байт. Скорость передачи до 1,5 Мбит/с.

Ретрансляция кадров отличается от коммутации пакетов тем, что в рассматриваемом случае в коммуникационной сети отсутствуют пакеты. Фрагменты данных, передаваемые прикладным процессом, помещаются непосредственно в кадры, которые передаются не только между смежными системами, но и ретранслируются через всю коммуникационную сеть [4].

Ретрансляция ячеек (cell relay) – сетевая технология, обеспечивающая аппаратную скоростную коммутацию данных, упакованных в ячейки. Ретрансляция ячеек выполняет сквозную коммутацию и используется, в первую очередь, в базовых сетях. Она отличается от ретрансляции кадров тем, что обеспечивает передачу через эти сети блоков данных постоянной длины, именуемых ячейками. Это происходит в режиме реального времени. Ретрансляция ячеек выполняется узлами интегральной коммутации. Примерами реализации интегральной коммутации являются баньяновая сеть и матричный коммутатор.

Баньяновая сеть – скоростная распределительная сеть, с каскадной адресацией. Технология скоростной коммутации данных требует максимального использования параллелизма при ретрансляции кадров и ретрансляции ячеек. Важной базой этой технологии являются баньяновые (banyan-управляющий) сети. Структура баньяновой сети, выполненная в виде узла на 16 входов и выходов состоит из простых коммутирующих элементов, соединенных друг с другом (рис. 3).

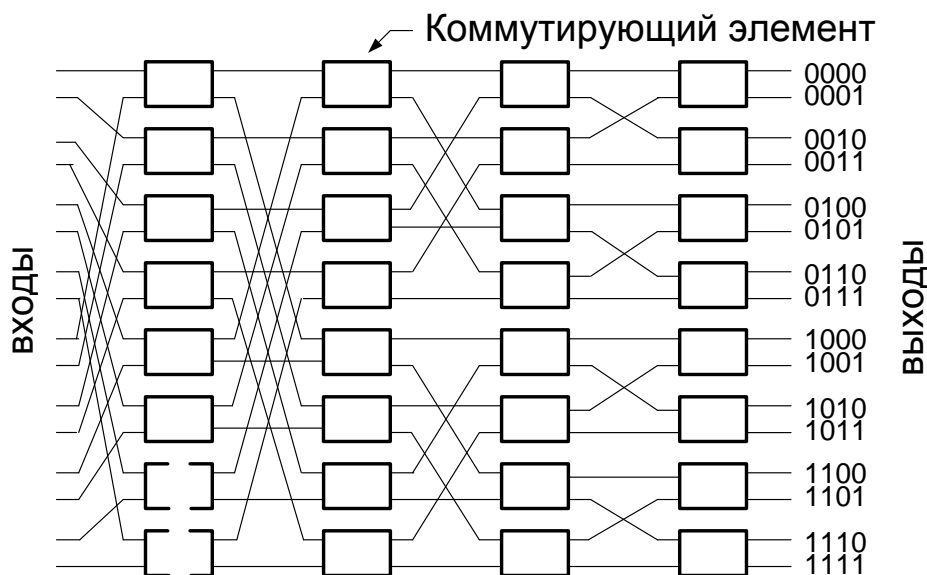


Рис. 3. Кубический узел

Через последовательности этих элементов передаются блоки данных. Изображенная структура имеет четыре каскада коммутирующих элементов. Каждый передаваемый блок данных имеет в заголовке адрес, разрядность которого равна числу элементов баньяновой сети. Блок, поданный на вход i -того каскада, попадает на один из его выходов, если в i -том разряде адреса записан "0". Если в этом разряде находится "1", то блок передается на другой выход элемента. Так, по каскадам, происходит ретрансляция блоков данных, определяемая деревом выбора путей передачи.

Таким образом, осуществляется самомаршрутизация блоков, определяемая их адресами. В результате, баньяновые сети обеспечивают большую пропускную способность, ибо блоки данных через них проходят параллельно, а функции маршрутизации выполняются аппаратно. Однако нужно иметь в виду, что в баньяновых сетях могут происходить взаимные блокировки и возникать тупиковые ситуации. Поэтому в рассматриваемых сетях должны быть приняты специальные меры, предотвращающие появление этих тупиков. Баньяновые сети используются в узлах интегральной коммутации [4].

Матричный коммутатор состоит из множества одинаковых коммутирующих элементов (рис. 4). В узлах сетки имеются коммутирующие элементы, причем в каждом столбце сетки может быть открыто не более чем по одному элементу. Если $N \leq M$, то коммутатор может обеспе-

чить соединение каждого входа с не менее чем одним выходом; в противном случае коммутатор называется блокирующим, т. е. не обеспечивающим соединения любого входа с одним из выходов. Обычно применяются коммутаторы с равным числом входов и выходов $N \times N$. Недостаток рассмотренной схемы – большое число коммутирующих элементов в квадратной матрице, равное N^2 . Для устранения этого недостатка применяют многоступенные коммутаторы.

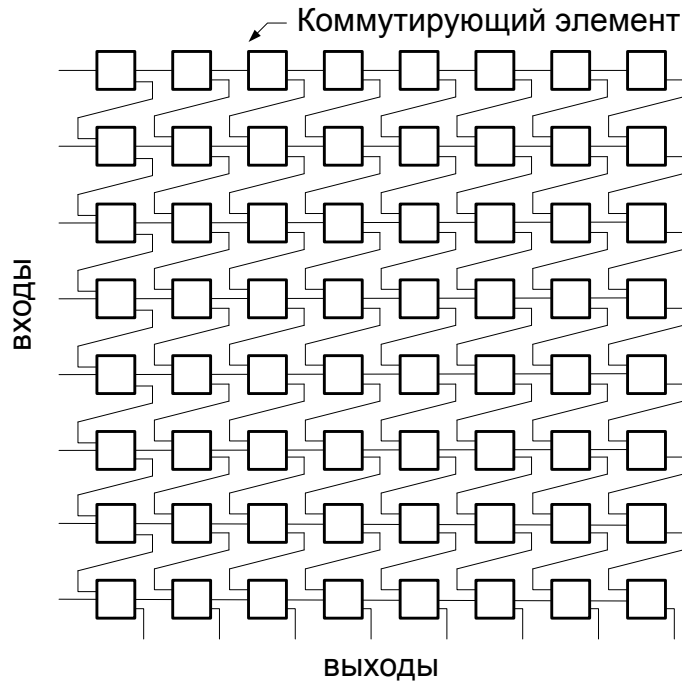


Рис. 4. Схема матричного коммутатора

После рассмотрения различных методов коммутации, применяемых в сетях передачи данных можно сделать вывод, что перспективным направлением является разработка методов быстрой коммутации пакетов, применяемой в неполнодоступных многосвязных коммутационных системах.

Литература

1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации. – СПб.: БХВ, 2003. – 318 с.
2. Гольдштейн Б.С. Протоколы сети доступа. – М.: Радио и связь, 2001. – 292 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Основы сетей передачи данных. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005. – 176 с.
4. Гребешков А.Ю., Карташевский В.Г., Хмельницкий Д.В. Анализ методов и алгоритмов сетевой маршрутизации с обеспечением QoS // Сборник докладов 57-й Научной сессии РНТО им. А.С. Попова, посв. Дню радио (15–16 марта). – М., 2002.

Секция 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.94:621.395.74

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Е.А. Барабанова, Н.С. Мальцева, И.О. Барабанов

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Цель работы – провести имитационное моделирование коммутационных систем с параллельной обработкой и сравнить их характеристики.

Предметом исследования является коммутационная система с параллельным поиском каналов связи и коммутационные системы с последовательным принципом установления соединений.

Имитационное моделирование проводится на базе разработанной программы. Программа позволяет моделировать структуру и алгоритм работы коммутационных систем.

Разработаны имитационные модели многокаскадных КС для систем телекоммуникаций на примере трехкаскадной КС, на базе которой проведены эксперименты, подтверждающие повышение пропускной способности сетей связи за счет использования параллельных алгоритмов поиска информации.

Введение

Главной задачей при разработке современных коммутаторов является увеличение пропускной способности оборудования. Коммутационная техника сегодня использует высокоскоростные интерфейсы, а производительность внутренней коммутационной матрицы может достигать десятков гигабит в секунду. В магистральных сетях передачи данных к производительности коммутационных устройств предъявляются ещё более жёсткие требования.

Традиционно производители коммутационного оборудования используют в качестве коммутирующей среды матричный коммутатор, основное достоинство которого – простота конструкции, а недостаток – ограничение на число входов, так как при увеличении числа входов сложность системы резко возрастает. Выход из сложившейся ситуации – использование трех и более каскадных схем, которые позволяют добиться увеличения пропускной способности системы, но при меньших затратах [1]. Поэтому при небольшом числе входов применяют однокаскадные, а при большом числе входов многокаскадные структуры. Данное правило применимо и для коммутационных систем (КС) с параллельной настройкой [2, 3] которые строятся на принципе итерационного наращивания каскадов.

Коммутационные системы с параллельной настройкой предназначены для использования в высокопроизводительных вычислительных системах и высокоскоростных сетях передачи данных, где требуются системы как с небольшим числом входов, так и многопортовые коммутаторы. В связи с этим исследование принципов построения многокаскадных КС с параллельной настройкой является актуальным и своевременным.

При исследовании пропускной способности коммутационной системы (КС), в которой установление соединений осуществляется в соответствии с некоторым алгоритмом, а также при сравнении различных алгоритмов между собой использование аналитических методов затруднено. Это обусловлено значительной структурной сложностью КС. Поэтому в настоящее время основным методом исследования пропускной способности КС является метод имитационного моделирования [4].

Предлагается сравнить с помощью имитационного моделирования разработанный алгоритм параллельного поиска и существующие методы последовательного поиска соединительных путей в КС. Для этого используется специально разработанная программа, имитирующая работу КС.

Предмет исследования. Схемы и алгоритмы работы многокаскадных КС с параллельной настройкой.

Цель исследования. Разработать имитационные модели многокаскадных КС с параллельной настройкой для использования их в сетях с коммутацией пакетов.

Структурные схемы многокаскадных коммутационных систем с параллельным поиском

Многокаскадные КС с параллельным поиском строятся на базе трёхкаскадной КС [5]. Трёхкаскадная КС (рис. 1) содержит z коммутационные блоки 1.1, 1.2, ..., 1.Z, образующих выходной каскад, y блоков коммутаций 2. 1.2, 2, ..., 2.Y, образующих промежуточный каскад, x блоков коммутации 3.1, 3.2, ..., 3.X, образующих входной каскад, $n \times x$ информационных входов системы ($U.x.n$), $m \times z$ информационных выходов системы ($V.z.m$), линии связи ($C.x.y$) между блоками 3.X и 2.Y входного и промежуточного каскадов, соединяющие выходы данных блоков 3.X входного каскада с входами данных блоков 2.Y промежуточного каскада, и линий связи ($D.y.z$) между блоками 2.Y и 1.Z промежуточного и выходного каскадов, соединяющие соответствующие выходы данных блоков 2.Y с входами данных блоков 1.Z.

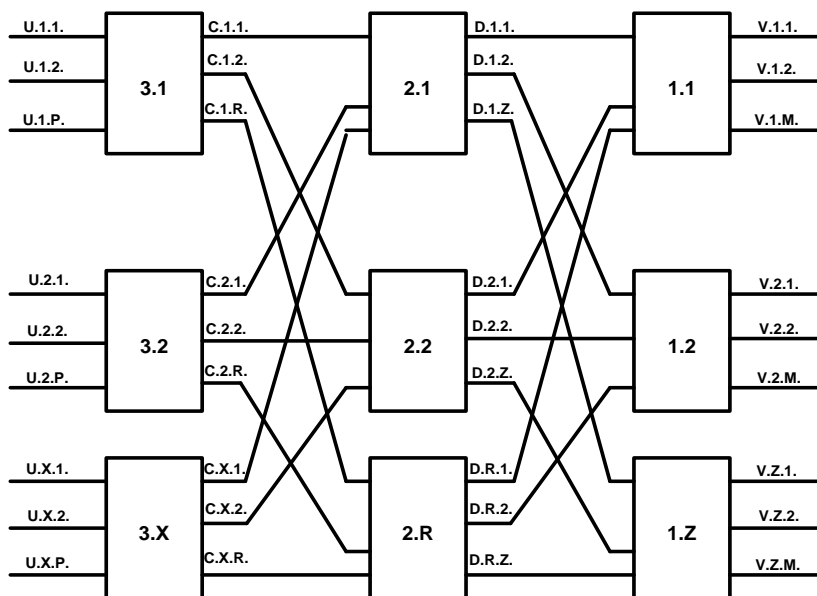


Рис. 1. Трёхкаскадная КС с параллельным поиском каналов связи

На рис. 2 для примера приведена структурная схема пятикаскадной КС с параллельным поиском, она построена из коммутационных блоков двух типов: 32×64 для входного каскада, 64×32 – для выходного и 64×64 для промежуточных каскадов [6].

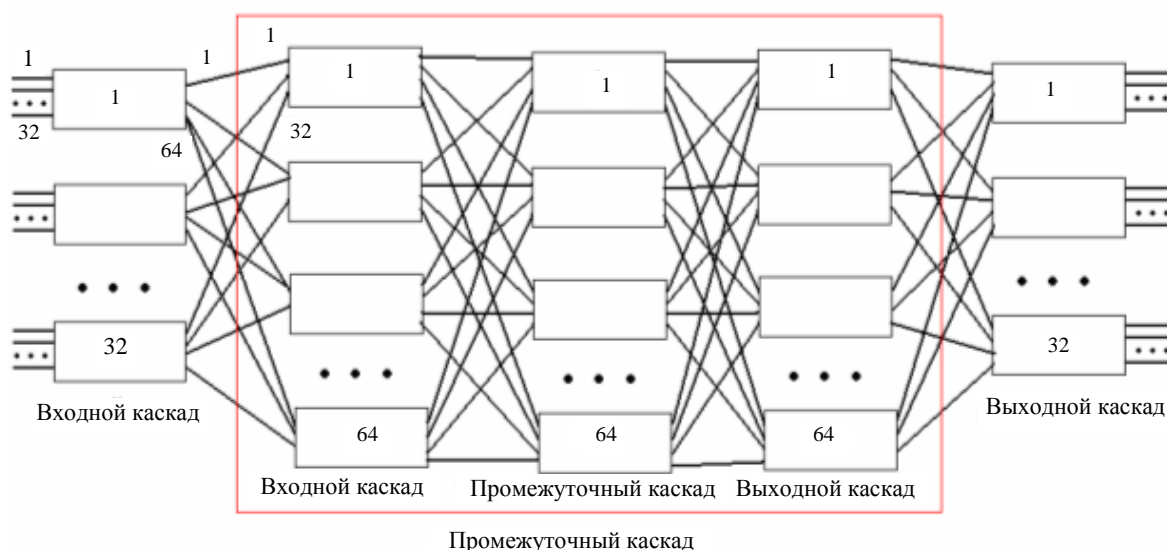


Рис. 2. Структурная схема пятикаскадной КС

Алгоритм работы КС представляет собой вычисление номеров входов в коммутационные блоки всех каскадов КС и состоит из нескольких этапов:

1) формируется массив данных, содержащий сведения о состоянии КС. При этом пятикаскадная КС условно считается трёхкаскадной. В массиве не существует ячеек с одинаковыми значениями параметра b и разными значениями параметра p ;

2) при поступлении заявки на новое соединение массив проверяется на наличие в одной строке элементов с одинаковым значением b . Если такой элемент находится, то он переписывается на строку ниже, и так до тех пор, пока не найдётся строка, не содержащая подобный элемент. Таким образом, устраняется возможность блокировки в КС.

3) аналогичные действия проводятся для центрального каскада КС. Заполняется массив данных для трёх промежуточных каскадов. При этом по горизонтали откладывается количество коммутационных блоков выходного каскада (в данном случае это Z). По вертикали откладывается число коммутационных блоков среднего каскада R . Входными и выходными данными считаются результаты, полученные при выполнении предыдущего пункта.

Каждый такт настройки выполняется за два полутакта. В течение первого производится поиск каналов связи через блоки промежуточных каскадов к блокам входного каскада. Во время второго полутакта производится поиск каналов связи к конкретным входам в блоках входного каскада и образование ветвящихся в блоках промежуточного каскада соединений. Максимальное число тактов, за которое должна настроиться вся рассматриваемая КС равно 64.

Отличие КС с параллельным поиском заключается в том, что поиск свободных каналов связи происходит внутри коммутационного поля, за счёт чего усложняется структура КС. Поэтому необходимо сравнить сложность многокаскадных КС и определить, в каком диапазоне числа выходов предпочтительно использовать пятикаскадные КС, а в каком трёхкаскадные структуры.

Моделирование схем элементов коммутационной системы

Возможности физического моделирования довольно ограничены. Оно позволяет решать отдельные задачи при задании небольшого количества сочетаний исследуемых параметров системы. Так, чтобы определить параметры КС, при которых её работа будет наиболее эффективна, в случае натурального моделирования необходимо изготовить несколько КС в виде набора интегральных микросхем (или одной схемы), проверить работу каждой из них и сравнить результаты.

Проверка на практике около десятка КС с разными параметрами связана не только с большими усилиями и временными затратами, но и с немалыми материальными затратами. Задача создания реальной физической модели КС является сложной также по причине необходимости разработки для неё программного обеспечения.

По этим причинам экспериментальные исследования проводятся путём имитационного моделирования. Можно проводить моделирование структуры КС для проверки работоспособности функциональных схем, а можно алгоритма её работы.

Для экспериментальной проверки работы элементов коммутации, в программе Multisim 7 собраны функциональные схемы разработанных ячеек коммутации. К входам ячеек подключен генератор слов, выдающий по тактам заданную последовательность двоичных сигналов, а к выходам – логический анализатор, позволяющий получать временные диаграммы работы ячеек.

Для примера представлена имитационная модель ячейки коммутации выходного каскада, созданная в программе Multisim 7. Разработанная функциональная схема ячейки представлена на рис. 3, а имитационная модель на рис. 4.

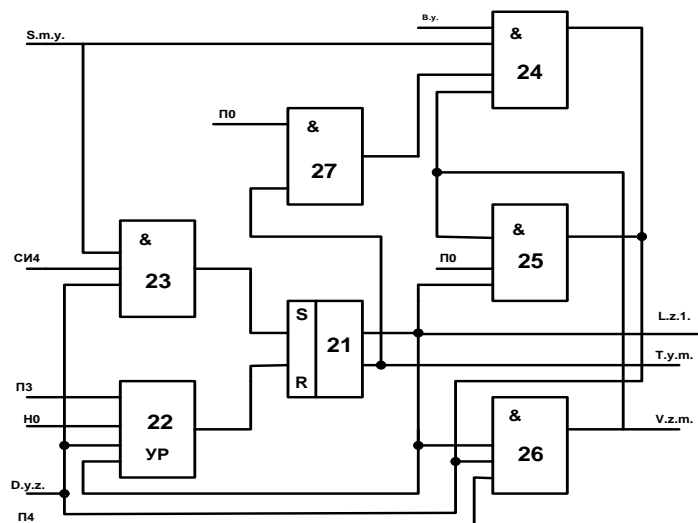


Рис. 3. Функциональная схема ячейки коммутации КБ выходного каскада

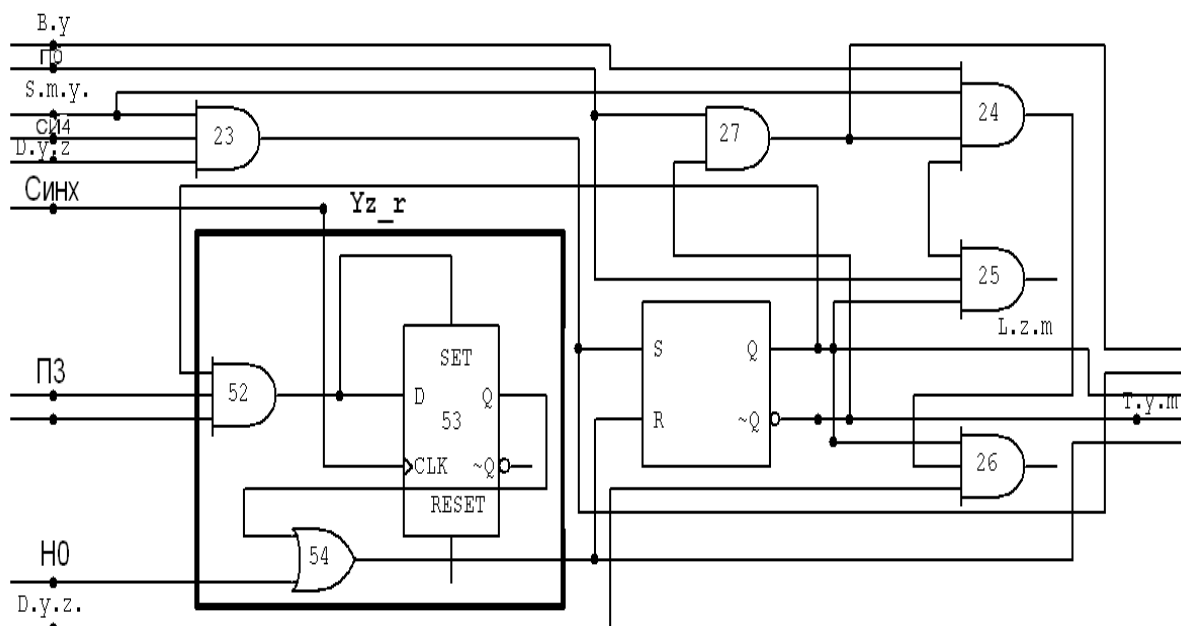


Рис. 4. Имитационная модель ячейки коммутации выходного каскада

Каждая ячейка выходного каскада состоит из триггера 21 коммутации, узла разборки каналов связи 22, элементов И 23-26, а также элементов И 27. Через *T.y.m.* обозначен инверсный выход триггера 21, являющийся выходом занятости ячейки. Через *L.z.m.* обозначен прямой выход триггера 21, сигналы с которого подаются на общую шину *L.z.m.* КБ выходного каскада.

Узел разборки каналов связи в свою очередь состоит из элементов 52, 54 и 53.

Исходными данными для работы ячейки служат управляющие сигналы, порядок следования которых полностью соответствует временной диаграмме работы трёхкаскадной КС. Управляющие сигналы представляют собой двоичные импульсы, которые в программе Multisim 7 задаются с помощью Генератора слов (World Generator). Полученная таким образом временная диаграмма управляющих сигналов изображена на рис. 5.

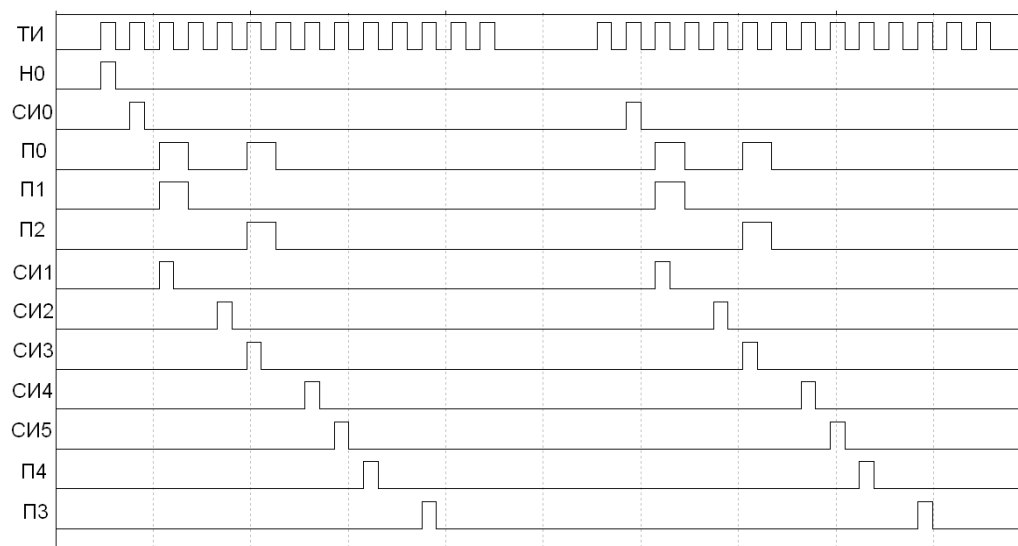


Рис. 5. Временная диаграмма управляющих сигналов

Коммутационная система содержит также следующие управляющие входы, обозначенные на рисунках 4,5: ТИ – вход тактовых импульсов; Н0 – вход установки триггеров коммутационных блоков входного и промежуточного каскадов в состояние «1»; СИ0 – вход начальной установки состояния регистров циклического сдвига; П0 – вход настройки; П1 – первый вход синхронизации, соответствующий первому полушагу настройки; П2 – второй вход синхронизации,

соответствующий второму полушагу настройки; СИ1 – первый вход запуска для запуска узлов сравнения; СИ2 – вход разблокировки для разрешения конфликта при занятии линий связи С.Х.У; СИ3 – второй вход запуска для запуска узлов сравнения во втором полушаге настройки; СИ4 – вход фиксации каналов связи; СИ5 – вход поиска незаблокированных каналов связи; ПЗ – вход разборки каналов связи; П4 – вход разрешения передачи информации.

Для экспериментальной проверки корректности работы ячейки коммутации, к выходам: $T.y.m$, $V.z.m$ и $L.z.m$ ячейки подключен логический анализатор (Logic Analazer).

В ходе имитационного моделирования исследуются следующие режимы работы ячейки коммутации:

- режим настройки (поиска свободных каналов связи);
- режим передачи пакетов;
- режим разборки каналов связи.

В начальный момент времени Н0 триггер ячейки сбрасывается и на выход $T.y.m$ (\bar{Q}) поступает «1», а на выход $V.z.m$ и $L.z.m$ (Q) поступает «0». RS-триггер срабатывает, когда на его вход S поступает «1», это в свою очередь происходит, когда на вход элемента 23 И поступает сигнал фиксации СИ4. Триггер сбрасывается, когда из узла разборки поступает сигнал разборки ПЗ, а по линии связи $D.y.z$ приходит единичный сигнал.

Временная диаграмма процесса функционирования ячейки коммутации выходного каскада, полученная с помощью логического анализатора, показана на рис. 6. На временной диаграмме показаны сигналы с выходов элемента 27 и RS-триггера 21.

В случае если ячейка занята и участвует в образовании канала связи, то её блокировка на следующем этапе процесса установления соединений обеспечивается элементом 27 И. На этот элемент приходят управляющие сигналы П0 и сигнал с инверсного выхода триггера, поэтому если триггер находится в состоянии «1», то данная ячейка не будет участвовать в процессе установления соединений, что подтверждается временной диаграммой.

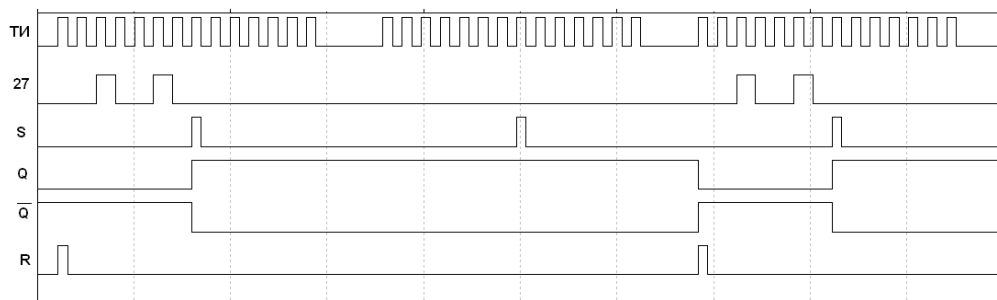


Рис. 6. Временная диаграмма выходных сигналов ячейки коммутации выходного каскада

В результате проведенного анализа экспериментальных данных можно прийти к выводу, что введённые дополнительные элементы позволяют блокировать ячейки, по которым осуществляется передача пакетов, для того, чтобы свободные ячейки были задействованы в новом процессе установления соединений.

Структура программы моделирования коммутационной системы

Имитационная модель представляет собой компьютерную программу, написанную на языке Visual Basicfor Application, которая шаг за шагом воспроизводит алгоритм работы КС. Программа моделирования структуры и алгоритма работы предлагаемой КС включает ряд модулей [7]. По своему функциональному назначению вышеуказанные модули можно объединить в три основных блока программы (рис. 7):

- блок структуры КС;
- блок потока вызовов;
- блок коммутации.

Моделирование структуры КС производится в модуле Set_up_model_Graf. Начальными условиями для построения КС служат число коммутационных блоков (КБ) входного каскада x , число КБ выходного каскада z , число входов в один КБ входного каскада n , число входов в один КБ выходного каскада m .



Рис. 7. Структура программы

Так как структура разрабатываемой КС является симметричной, то $x = z$ и $n = m$. Число промежуточных каскадов y рассчитывается из соотношения: $y = 2m - 1$, которое обеспечивает отсутствие блокировки каналов связи в промежуточном каскаде. Во время процесса исполнения программы появляется необходимость в добавлении к структуре КС буферных запоминающих устройств. Для этого в модуле Set_up_model_Graf имеется обращение к функции Byfer.

Процесс генерирования поступающего потока вызовов (команд коммутации) осуществляется в модуле Modeling_Sream. Для получения последовательности случайных чисел используется равномерный закон распределения случайной величины.

Моделирование значений случайной величины X с равномерным распределением на отрезке $[0,1]$ доступно в Visual Basicfor Application с помощью функции Rnd(). В программе предусмотрен датчик случайных чисел, обращение к которому происходит в следующих случаях:

1) при задании числа занятых выходов КС в процентах от 0 до 100%;

2) при задании номеров входов и выходов КС (программы коммутации), с которыми необходимо установить соединение.

В программе можно задавать количество фаз (этапов) процесса установления соединений.

Исходная программа коммутации представляет собой множество пар, первым элементом которых являлся адрес выхода КС, а вторым – адрес входа, с которым данный выход будет соединен. В программе коммутации, генерируемой для определённого этапа процесса установления соединений, отсутствуют повторяющиеся пары, что исключает вероятность обращения к одному и тому же входу КС.

Моделирование процесса коммутации осуществляется с помощью блока коммутации программы. В блок коммутации входят следующие модули: Commutation, Prom_k_Tackt, Byfer, Otrab.

Моделирование процесса функционирования КС разбивается на группу m экспериментов (серий), в каждом из которых проводится равное число n испытаний. Число испытаний в каждом эксперименте необходимо выбрать таким, чтобы измеряемые статистические характеристики исследуемых вероятностных величин были бы достаточно представительны.

Моделирование позволяет получить зависимости в условных единицах времени (тактах) и единицах измерения количества информации (ячейках). При необходимости всегда можно приравнять 1 модельную единицу времени (1 такт) к конкретной единице времени (N наносекунд или M пикосекунд и т. п.), а 1 модельную единицу измерения количества информации (1 ячейку) к конкретной единице измерения количества информации (N бит, M кбит, и т. п.).

Эксперименты проводились с КС, имеющей 256 входов и выходов. Это означает, что КС имеет $x = 16$ КБ входного каскада, $n = 16$ входов в один КБ входного каскада, $y = 31$ КБ промежуточного каскада (вычисленное согласно оценке Пола, в соответствии с которой $y \leq 2n - 1 = 31$), $z = 16$ КБ выходного каскада, $m = 16$ выходов из КБ выходного каскада.

Структура КС, смоделированная в программе Visual Basicfor Application представлена на рис. 8.

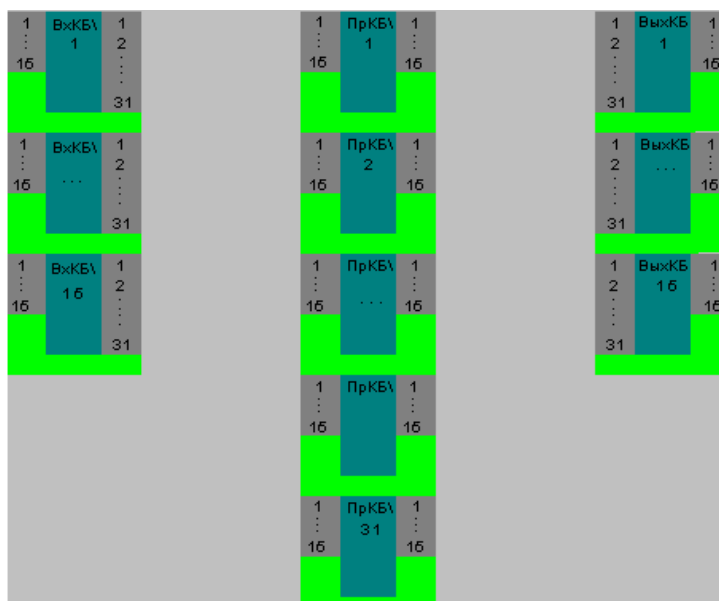


Рис. 8. Структурная схема коммутационной системы на 256 входов в разработанной программе

Сначала вычислялось среднее время процесса установления соединений (настройки), которое для максимальном числе занятых выходов 100 % оказалось равным $t_{настр} = 11$ тактам. Среднее время процесса установления соединений – это интервал времени, через который поступают команды коммутации на выходы КС из буферных запоминающих устройств.

Далее проводились эксперименты при различном числе занятых выходов в %: 10%; 20%; 30%; 40%; 50%; 60%; 70%; 80%; 90%; 100%. И в каждом эксперименте задавалось различная длина пакета полезной информации: $l_n = 15$ ячеек; $l_n = 30$ ячеек; $l_n = 45$ ячеек; $l_n = 60$ ячеек. Для удобства проведения последующего анализа принимается, что 1 ячейка передается за 1 такт.

В каждом эксперименте проводится $n =$ испытаний. Для каждого эксперимента определяются экспериментальные значения: числа обработанных заявок, числа поступивших заявок и максимального размера буфера.

В каждом испытании отдельного эксперимента вычисляется вероятность ожидания для задержанных вызовов ($P_{ож}$) по формуле:

$$P_{ож} = \frac{N_{пост} - N_{обrab}}{N_{пост}}, \quad (1)$$

где $N_{пост}$ – число поступивших команд коммутации; $N_{обrab}$ – число обработанных команд коммутации.

В каждом испытании отдельного эксперимента вычисляется среднее время ожидания пакета в очереди ($T_{ож}$) по формуле:

$$T_{ож} = N_{буф} \cdot (t_{настр} + t_{пер}), \quad (2)$$

где $N_{буф}$ – максимальный размер буфера (определяется экспериментально); $t_{пер}$ – время передачи информации, далее так как 1 ячейка = 1 такту принимается $t_{пер} = l_n$; $t_{настр}$ – время настройки.

В каждом эксперименте определяем экспериментальное значение пропускной способности устройства ($C_{КС}$) по формуле:

$$C_{КС} = \frac{N_{обrab} \cdot l_n}{k \cdot t_{настр}}, \quad (3)$$

где $N_{обrab}$ – число обработанных команд коммутации; l_n – время передачи информации (длина пакета); $t_{настр}$ – время настройки; k – число фаз настройки.

Сравнительный анализ работы КС

При помощи имитационного моделирования на основе вычисленных параметров можно провести сравнение следующих характеристик КС: пропускной способности и задержек во входных буферах устройств.

В программе предусмотрено сравнение характеристик КС с последовательной настройкой, КС, работающих в разовом режиме коммутации (коммутаторы Баньяна, сортирующие схемы) и КС, использующей разработанный алгоритм параллельного поиска, согласно которому процесс установления соединений происходит параллельно с передачей пакетов [8].

На рис. 9 для примера представлены графические зависимости вероятности ожидания пакета в очереди от длины пакета при числе

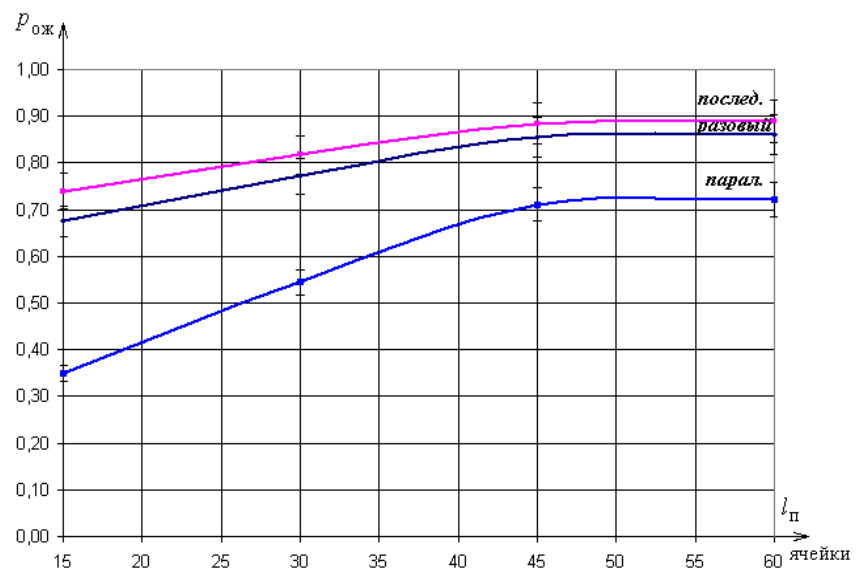


Рис. 9. Зависимость вероятности ожидания пакета в очереди от длины пакета при числе занятых выходов 80 %

занятых выходов – 80% для КС с последовательным принципом установления соединений, КС с разовым режимом коммутации и КС с параллельным принципом установления соединений.

На графиках отображена погрешность моделирования 5%.

Анализируя построенные графики можно сделать вывод, что при длине пакета $l_n = 60$ ячеек вероятность ожидания пакета в очереди для разрабатываемой КС меньше на 20% по сравнению с КС, использующей последовательный алгоритм установления соединений, и на 18% меньше по сравнению с КС, работающей в разовом режиме коммутации.

Следовательно, КС с параллельным поиском каналов связи позволяет обслуживать поступающие пакеты быстрее, что является положительным свойством системы, в случае если передается чувствительный к задержкам трафик.

Заключение

Одним из важнейших направлений развития сетей электросвязи стал переход к пакетным технологиям передачи и коммутации. Эти технологии используются для обслуживания трафика речи, данных и видео. В результате сформировалась возможность перехода к единой сети, которая поддерживает множество инфокоммуникационных услуг. Она получила название "Сеть следующего поколения", а среди специалистов более известна по аббревиатуре NGN – Next Generation Network. В связи с увеличением скорости передачи пакетов возрастают требования к коммутационным устройствам таких сетей, поэтому использование методов высокоскоростной коммутации является актуальным и своевременным. Скорость обработки пакетов зависит не только от выбора коммутационной структуры с параллельной обработкой информации, но и от длины пакета, выбор оптимального размера которого определяет максимальное качество и производительность сети при передаче мультисервисного трафика.

При проектировании пакетных сетей проектировщики столкнулись с очень серьезной проблемой. Если для расчета сетей с коммутацией каналов имеется удобный и проверенный временем математический аппарат, реализованный в виде компьютерных программ на автоматизированном рабочем месте проектировщика, то для сетей с коммутацией пакетов дело обстоит гораздо сложнее. Автоматические телефонные станции появились много десятилетий тому назад и модели их коммутационных структур хорошо описаны в технической литературе, в то время как такие телекоммуникационные устройства сетей с пакетной коммутацией как коммутаторы, маршрутизаторы, мультиплексоры, серверы, шлюзы и некоторые другие стали широко использоваться относительно недавно.

Поэтому модели таких устройств недостаточно проработаны, а методы расчета не доведены до практической реализации.

В данной статье описана методика проведения моделирования функциональных схем и алгоритмов работ КС с параллельной обработкой.

Результаты проведенного имитационного моделирования позволяют сделать вывод о том, что вероятность ожидания пакета в очереди для КС с параллельным поиском каналов связи на 20% меньше по сравнению с КС, использующей последовательный принцип установления соединений, и на 18% меньше по сравнению с КС, работающей в разовом режиме коммутации.

Аналогично можно моделировать работу пяти и более каскадных КС с параллельным поиском.

Литература

1. Подлазов В.С. Параллельная бесконфликтная самомаршрутизация в сетях Бенеша // Труды I Российской конференции с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения». – М.: ИПУ РАН. – 2010. – С. 926–930.
2. Барабанова Е.А., Мальцева Н.С. Алгоритмы работы коммутационных систем с параллельной настройкой // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 1. – Астрахань: Изд-во АГТУ. – С. 150–156.
3. Барабанова Е.А. Многокаскадные коммутационные системы с параллельной настройкой / Е.А. Барабанова, Н.С. Мальцева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2007. – № 4–1 (52). – С. 118–121.
4. Советов Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев // Учеб. для вузов. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2005. – 343 с.
5. Подлазов В.С., Соколов В.В. Обобщенные сети Клоза // Автоматика и телемеханика. – М.: Наука, 2009. – № 10. – С. 158–170.

6. Барабанова Е.А., Мальцева Н.С., Полина О.Н. Алгоритм параллельного поиска для пятикаскадной коммутационной системы // Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – № 2. – Астрахань: Изд-во АГТУ. – С. 107–113.

7. Свидетельство 2008611841 об официальной регистрации программ для ЭВМ ФИПС РФ. Программа моделирования структуры и алгоритма работы коммутационных систем / Барабанова, Е.А. Мальцева Н.С.: правообладатель АГТУ. – № 2008611147 заявл. 20.03.2008; опубл. от 14.04.2008.

8. Патент на изобретение. 2359313 Российская Федерация, МПК G06F 7/00, Трёхкаскадная коммутационная система / Жила В.В., Барабанова Е.А., Мальцева Н.С (RU). – №2007107780/09; заявл. 01.03.2007; опубл. 20.06.2009. Бюл. № 17.

УДК 004.94:627.2

ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

М.Ю. Бочарникова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Спроектирована и разработана система поддержки принятия управленческих решений на основе сбалансированной системы показателей и имитационного моделирования. Система предназначена для автоматизации следующих задач: оценка значений показателей работы порта; формирование стратегической карты; оценка сформированной сбалансированной системы показателей; формирование рекомендаций для принятия управленческих решений. Внедрение системы позволит, рассматривая работу предприятия на имитационной модели, избежать ошибок при принятии каких-либо управленческих решений.

Реализация стратегии – задача, которая на порядок сложнее разработки стратегического плана, и потому поиск эффективных технологий внедрения стратегии выходит сегодня на первое место. При этом количество предлагаемых разработчиками методов и подходов к реализации стратегии уже достаточно много. Сбалансированная система показателей обеспечивает обратную связь между внутренними бизнес-процессами и внешними показателями, необходимую для повышения стратегической эффективности и достижения результатов.

Важным аспектом в работе любого предприятия является принятие управленческих решений. В частности, работа грузового порта (ГП) это сложный механизм, в котором важно принятие решений, положительно влияющих на эффективность функционирования. Для принятия очередного из таких решений всегда необходимо знать, на что именно нужно сделать упор. Для этого каждый из показателей, отражающих функционирование порта, может служить индикатором выполнения или невыполнения какой-либо задачи. Так как деятельность ГП описывается множеством как количественных, так и качественных показателей (рис. 1), то в результате анализа полученных значений, должны приниматься управленческие решения, направленные на исправление ситуации.

Таким образом, актуальной является задача разработки способа оценки эффективности деятельности грузового порта, основанного на анализе как финансовых, так и нефинансовых показателей деятельности грузового порта, и реализация компьютерной имитационной модели, позволяющей количественно оценить деятельность грузового порта. Кроме того возникает необходимость правильно оценивать текущее состояние, прогнозировать кризисные ситуации и принимать необходимые управленческие решения.

Для этого следует ввести систему, которая поможет выбрать показатели, наиболее точно отражающие работу порта, и будет осуществлять мониторинг значений выбранных показателей, а также определять необходимые управленческие решения.

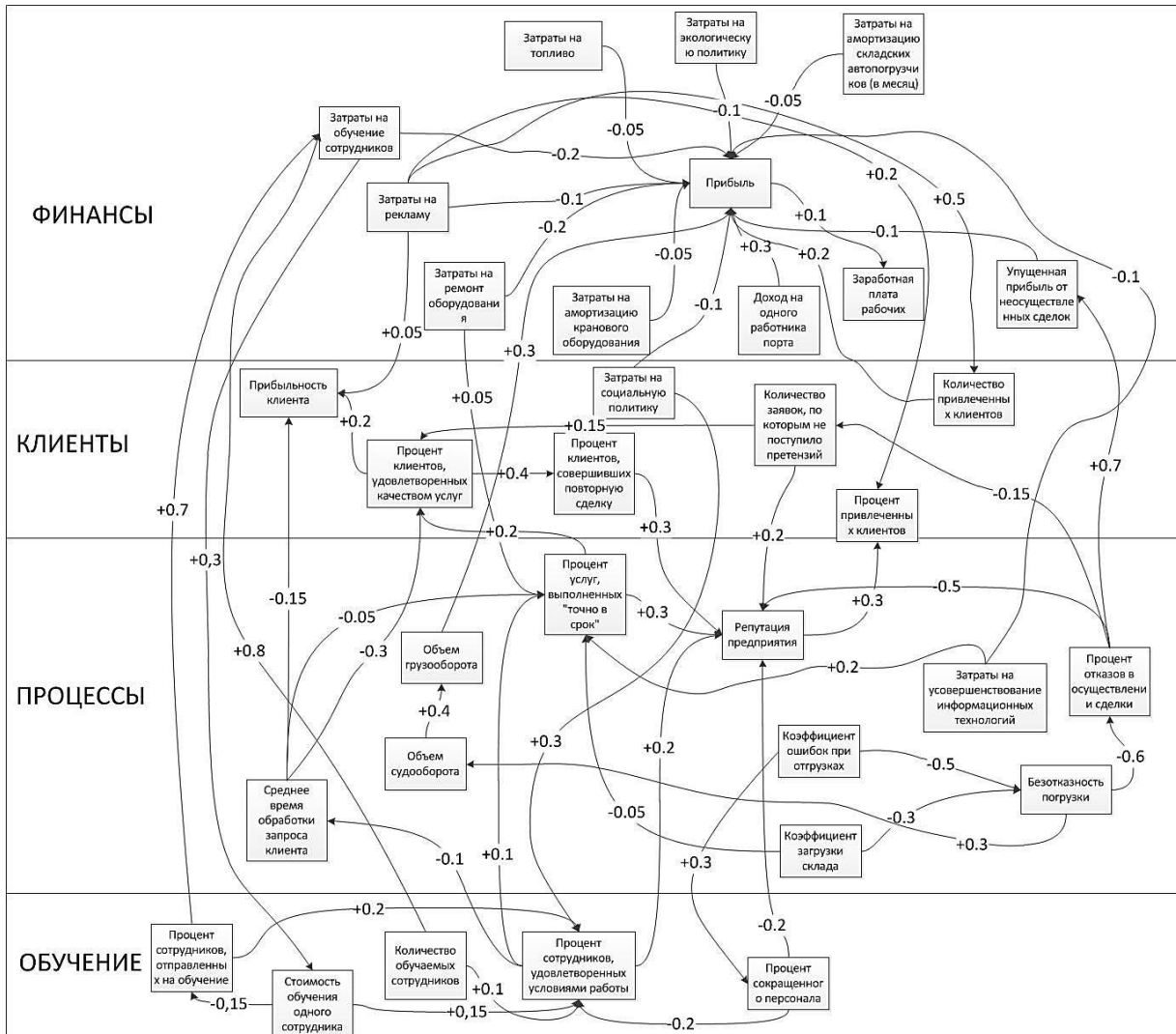


Рис. 1. Когнитивная карта показателей

Разработка сбалансированной системы показателей ГП

Каждому предприятию постоянно приходится принимать стратегические решения, которые дают возможность активно воздействовать на внутреннюю и внешнюю среду. Вследствие этого возникает необходимость в использовании стратегии для реализации целей и повышения эффективности. В современных условиях постоянного изменения рыночной конъюнктуры стратегическое управление становится необходимым инструментом практически для любого предприятия.

При этом уже общепризнанно, что реализация стратегии – задача, которая на порядок сложнее разработки стратегического плана. И потому поиск эффективных технологий внедрения стратегии выходит сегодня на первое место. При этом количество предлагаемых разработчиками методов и подходов к реализации стратегии уже достаточно много.

Сбалансированная система показателей (ССП) – это система управления, которая позволяет организации четко сформулировать планы на будущее и стратегию и воплотить их в реальные действия. Она обеспечивает обратную связь между внутренними бизнес-процессами и внешними показателями, необходимую для повышения стратегической эффективности и достижения результатов. При полном внедрении СПП преобразует стратегическое планирование из теоретического упражнения в ключевую деятельность предприятия.

Методология СПП представляет основные факторы деятельности компании – такие как обслуживание клиентов, операционную и финансовую эффективность – в виде набора определенных показателей. Организация фиксирует и анализирует эти показатели, чтобы понять, достигаются ли стратегические цели. Полностью реализованная система подразумевает последовательное рассмотрение деятельности компании на всех уровнях. В конечном счете, ка-

ность означает наличие взаимосвязей между целями, отсутствие изолированных сегментов на стратегической карте. Непротиворечивость – отсутствие взаимоисключающих целей. По существу, полнота, целостность и непротиворечивость обеспечиваются самой методикой построения системы показателей.

Кроме качественных критериев, оценивающих ССП на этапе разработки целей, можно выделить ряд показателей, дающих количественную оценку уже после формирования сбалансированной системы показателей (рис. 3).

По значениям этих показателей в совокупности можно судить о корректности и полезности созданной сбалансированной системы показателей.



Рис. 3. Количественная оценка ССП

Критерии количественной оценки ССП

Главным принципом сбалансированной системы показателей является разделение показателей на четыре перспективы с учетом зависимости друг от друга и нахождение баланса между ними. В процессе работы имитационной модели по predetermined формулам вычисляются выбранные пользователем показатели. Каждый показатель определяется некоторыми характеристиками и вычисляется по заданной формуле.

Для оценки сбалансированной системы показателей выделено три критерия: сбалансированность, риски и синергия.

Критерий «сбалансированность». Название сбалансированной системы отражает то равновесие, которое необходимо сохранять между краткосрочными и долгосрочными целями, финансовыми и нефинансовыми показателями, основными и вспомогательными параметрами, а также внешними и внутренними факторами деятельности. В правильном соотношении разных видов показателей заключается сбалансированность системы.

Оценка сбалансированности показателей может проводиться в два этапа. Первый этап проводится во время проектирования сбалансированной системы, до запуска имитационной модели. Каждый показатель может быть финансовым или нефинансовым, диагностическим или стратегическим, внутренним или внешним фактором, опережающим или отсроченным. В соответствии с этими характеристиками проводится оценка соотношений разных показателей, и перед формированием итоговой сбалансированной системы показателей предоставляются результаты этой оценки.

Второй этап оценки проводится исходя из величины дисперсии оценок показателей, характеризующих порт. С помощью экспертного опроса были выявлены интервалы и оценки значения дисперсии.

Среднее значение всех оценок вычисляется по формуле (1):

$$M_{сб} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

Дисперсия определяется формулой (2):

$$D_{сб} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - M_{сб})^2. \quad (2)$$

Исходя из predetermined значений, определяется оценка критерия сбалансированности.

Критерий «риск». В рамках данной работы риск вычисляется как величина, рассчитываемая по формуле (3):

$$R = \sum \left(\frac{m}{n} \cdot Z_{nl} \right), \quad (3)$$

где m – количество благоприятных исходов; n – количество проведенных экспериментов; Z_{nl} – плановые показатели.

Для каждого показателя необходимо заранее определить ожидаемое базовое значение.

Следующим этапом после оценки риска для каждого из показателей, является общая оценка отклонения от своих базовых значений для всех показателей в целом. Расчет этого показателя производится аналогично оценке сбалансированности с помощью дисперсии.

Критерий «синергия». Данный критерий определяет интегральную зависимость фирмы. Интегральная эффективность зависит от того, насколько усиливает (или уменьшает) каждый оцениваемый параметр эффективность всех других. Например, как влияет подготовленность кадров на успешность использования оборудования, качество продукции, состояние финансов и т.п. Характер такого влияния можно представить в виде когнитивной карты, которая отражает направленность и относительные коэффициенты влияния показателей друг на друга (рис. 1).

На когнитивной карте знак плюс на дугах между вершинами-факторами означает, что увеличение значения фактора-причины приводит к увеличению фактора-следствия, а знак минус — увеличение значения фактора-причины уменьшает значение фактора-следствия. Когнитивная карта отражает функциональную структуру анализируемой ситуации, поскольку изменение значения любого фактора ситуации приводит к возникновению «фронта» изменений значений связанных с ним факторов.

Вес дуги в когнитивной карте определяет уверенность в существовании связи между вершинами и представляется числом в интервале $[-1; 1]$. Для причинно-следственной связи между фактором причины и фактором следствия положительная связь связывает положительные приращения с положительным, а отрицательное с отрицательным приращениями. Отрицательная связь, соответственно, положительные приращения с отрицательными, а отрицательные с положительными приращениями.

При получении фактических значений показателей определяются их отклонения от нормы. Поэтому таблицы влияния показателей можно представить уже в более определенном виде.

Таблица

Влияние показателей друг на друга

Показатели	(+) Безотказность погрузки	(-) Процент отказов в осуществлении сделки	(+) Репутация предприятия	(-) Процент сокращенного персонала
Коэффициент ошибок при отгрузках в месяц (-)	+0,8			-0,3
Безотказность погрузки (+)		-0,6		
Коэффициент загрузки склада (+)	-0,3			
% клиентов совершивших повторную сделку (-)			-0,5	
Процент отказов в осуществлении сделки (-)			+0,2	

В заголовках строк таблицы после наименования показателя указывается знак его отклонения от нормы. В соответствии с ним корректируются знаки коэффициентов влияния на другие показатели. В заголовках столбцов в начале наименования показателя указаны знаки отклонений, которые желательны для предприятия.

Для вычисления оценки синергии необходимо сначала сложить получившиеся коэффициенты по столбцам, с учетом желательного отклонения: при желательном положительном отклонении получившуюся сумму оставить без изменений, а при желательном отрицательном отклонении – умножить ее на -1 .

Затем получившиеся суммы нормировать (к сумме абсолютных значений) и получившиеся значения сложить, по формуле (4):

$$S = \sum \frac{p_i}{\sum |p_i|}, \quad (4)$$

где: S – оценка синергии; p_i – сумма коэффициентов в i -м столбце; $\sum |p_i|$ – сумма абсолютных значений коэффициентов.

Таким образом, получается оценка синергии, имеющая значение от -1 до 1 . При отрицательном значении синергии можно говорить о большом количестве негативных отрицательных отклонений показателей от нормы и требуется достичь лучших значений показателей.

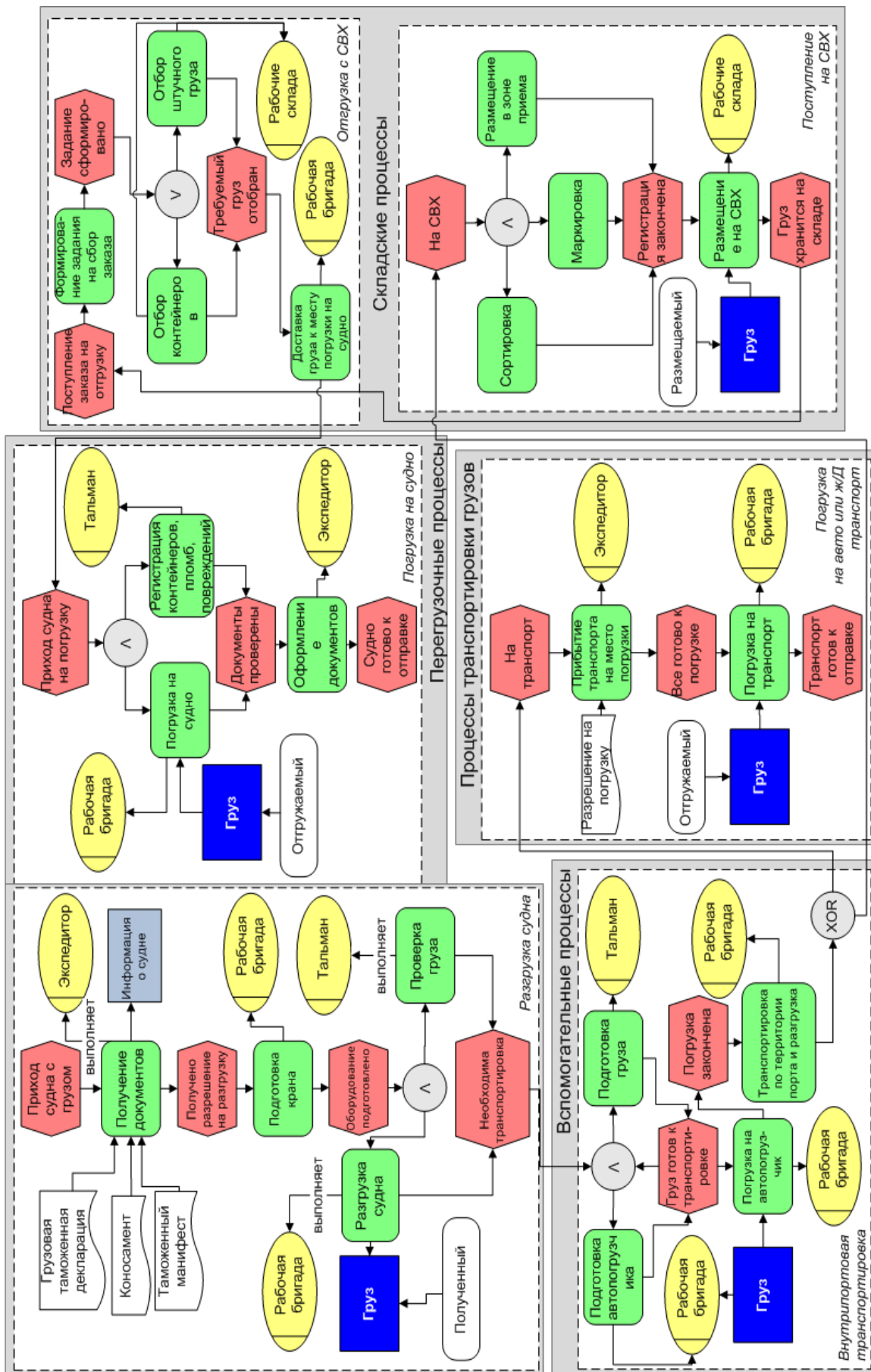


Рис. 4. Процессная модель основных процессов ГП

Современные системы поддержки сбалансированной системы показателей позволяют формировать ССП, но в них отсутствует контроль соотношений показателей и их оценка. Кроме того в известных системах не реализована возможность рассматривать работу предприятия в различных ситуациях и получать прогнозные оценки. Если же ядром информационной системы оценки ССП будет не база данных, а имитационная модель, то появится возможность реализовать все вышеперечисленные функции.

Разработка имитационной модели

Процессная модель представляет собой статическую архитектуру системы, где все имеющиеся процессы, определяются как целенаправленные последовательности операций, приводящих к заданному конечному результату. Для описания процессной модели используются методики класса Work Flow, наиболее распространенными из которых являются EPC (рис. 4) и IDEF3 (рис. 5).

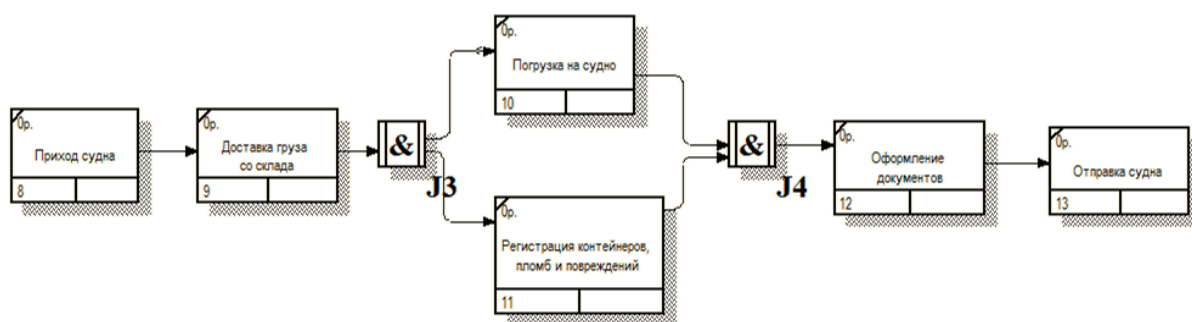


Рис. 5. Пример перегрузочного процесса ГП

Разработка процессной модели необходима при автоматизации управления компанией на основе имитационного моделирования.

Имитационная модель позволит избежать дорогостоящих ошибок, вызываемых реализацией исключительно интуитивных решений; создавать модели, ориентированные на учет неопределенности и случайности как внешних условий, так и самой моделируемой системы; обнаруживать скрытые резервы и устранять факторы, негативно влияющие на внутренние процессы системы.

Имитационная модель грузового порта состоит из следующих субмоделей:

- субмодель генерации поломок кранового оборудования;
- субмодель метеорологических факторов;
- субмодель хранения груза;
- субмодель прибытия судов (рис. 6);
- субмодель разгрузки, погрузки и отправки судов;
- динамическая модель.

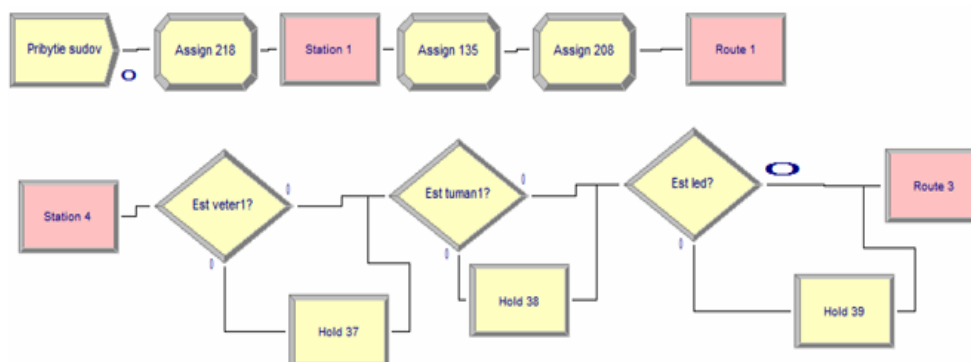


Рис. 6. Субмодель прибытия судов

Для каждого процесса субмоделей были подобраны распределения вероятностей, а также была осуществлена проверка построенной имитационной модели на адекватность реальному объекту методами верификации моделирующих компьютерных программ, методами повышения валидации и доверия к модели, а также на основе использования критерия Стьюдента.

Разработка системы поддержки управленческих решений на базе ССП

Рекомендации для принятия управленческих решений. Каждый из показателей сбалансированной системы имеет свое базовое и фактически полученное значение. При значительных отклонениях от базовых значений возникает необходимость принять какие-либо меры для изменения текущей ситуации в лучшую сторону. В этом случае требуется проанализировать все отклонения и предложить некоторые управленческие решения того или иного класса, предлагающие изменить те или иные начальные параметры модели.

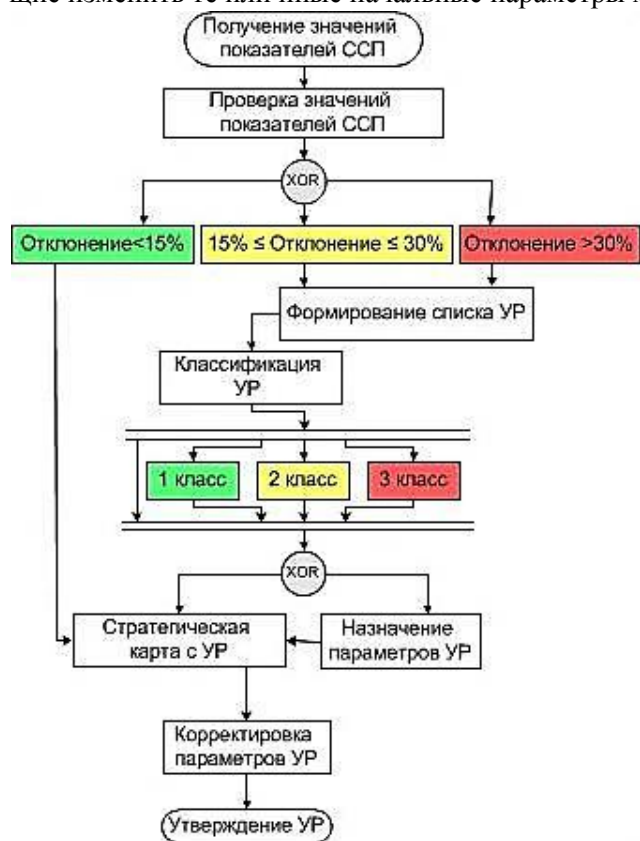


Рис. 7. Алгоритм выбора управленческих решений

Определение значительности отклонения показателей и выбор управленческих решений (УР) отражены на рис. 7.

Каждое управленческое решение может принадлежать к одному из трех классов, или не иметь класса вообще. 1 класс означает самую слабую степень влияния на ситуацию, 2 класс – среднюю степень, 3 класс – сильную степень влияния. Выбор класса определяется частотой, с которой встречается управленческое решение. Управленческие решения без класса не имеют точного количественного выражения, они представляют собой комплекс мероприятий, который следует применить.

Входная и выходная информация.

Для того чтобы создать точную и адекватную модель необходимо иметь полную информацию о работе предприятия. Получение такой информации можно осуществить с помощью различных источников. Для разработки имитационной модели основными источниками получения данных стали статистическая отчетность грузового порта и опрос сотрудников.

Входной информацией являются набор показателей; статистическая информация о

прошлых состояниях различных показателей; информация о работе предприятия; схема расположения объектов в грузовом порту; информация о ресурсной базе; данные о технологических процессах; текущая стратегия грузового порта.

Для построения имитационной модели необходимо определить параметры, характеризующие каждый отдельный процесс, такие как время прихода и обслуживания судов. Для этого необходимо знать распределения данных процессов. Для подбора распределений по интенсивности прихода судов, их обслуживанию использовался отдельный модуль пакета Arena – InputAnalyzer.

Выходная информация представлена следующими данными:

- встроенные отчеты CrystalReport;
- сводный отчет о состоянии показателей сбалансированной системы;
- стратегическая карта;
- отчет об оценке сбалансированной системы показателей;

Полученные отчеты являются управляющей информацией, используемой для определения узких мест и более эффективного варианта использования ресурсов. При каждом прогоне модели можно получить отчетную информацию.

Отчет об оценке сбалансированной системы показателей показывает результат оценки по трем критериям (рис. 8).

Отчет о показателях сбалансированной системы показателей описывает цели, соответствующие им показатели, их базовые и фактические значения, а также результат отклонения от базового значения, заключающийся в характеристике «Отлично», «Удовлетворительно» или

«Плохо». Кроме того для каждого показателя указывается значение риска. Оно представляет собой выраженную в процентах вероятность того, что показатель будет отнесен к классу «Плохо». В нижней части данного отчета отражаются обязательные и рекомендуемые изменения. Эти изменения представляют собой управленческие решения, которые необходимо принять, чтобы исправить показатели, отклонившиеся от базового значения настолько, чтобы быть отнесенными к классам «Плохо» и «Удовлетворительно». Если таковых показателей не будет, то список управленческих решений будет пуст, что означает хорошую ситуацию развития предприятия.

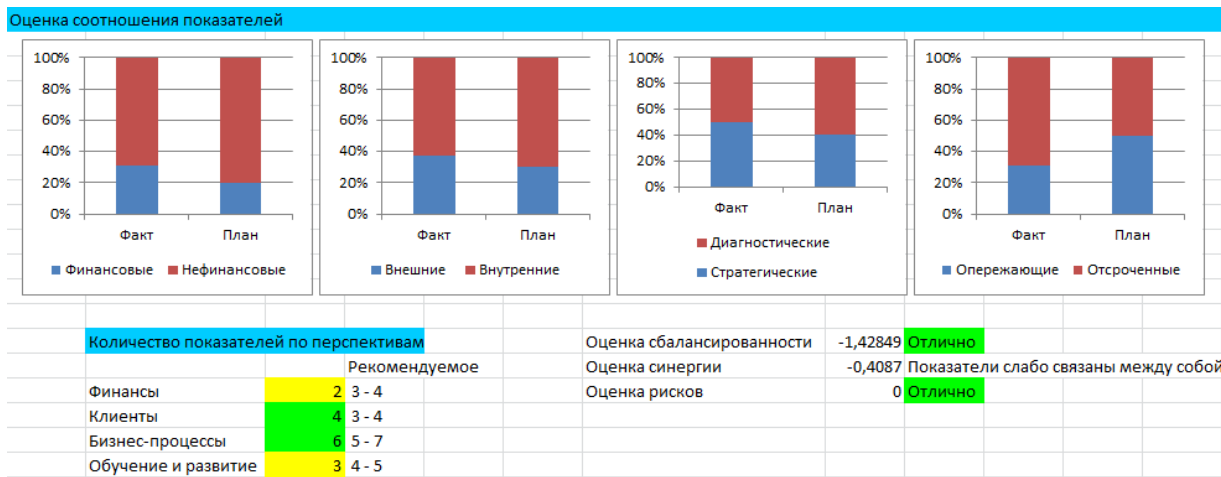


Рис. 8. Отчет об оценке сбалансированной системы показателей

Отчет «Стратегическая карта» отражает получившуюся стратегическую карту, на основе выбранных пользователем показателей (рис. 9). Показатели отображаются цветом, в зависимости от того, в какую категорию попало значение показателя. «Плохо» – красный цвет, «удовлетворительно» – желтый, «отлично» – зеленый. После каждого запуска модели данные цвета меняются в зависимости от значения показателя.

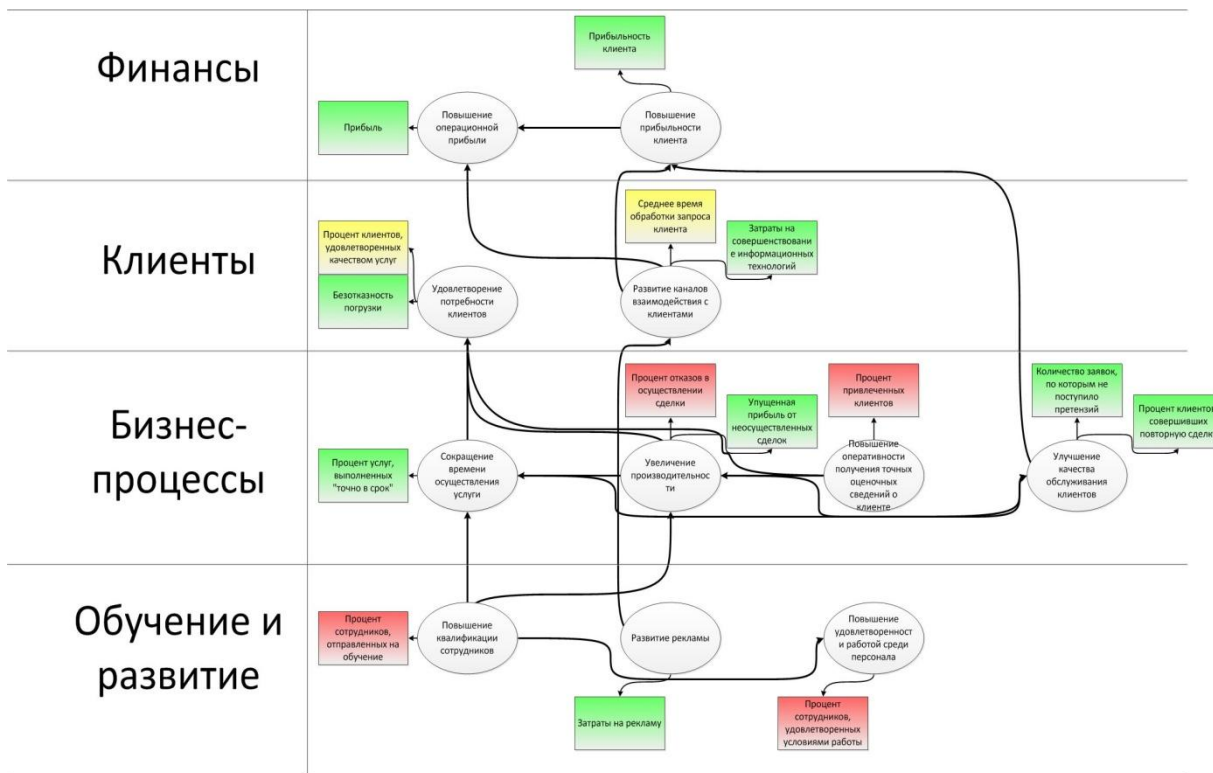


Рис. 9. Стратегическая карта

Заключение

Таким образом, была разработана семантическая модель знаний ССП и логистического обслуживания грузового порта. Предложена система показателей ССП грузового порта в виде когнитивной карты. Выполнено проектирование и разработка имитационной модели грузового порта, отражающей основные процессы деятельности порта. Проведена оценка адекватности построенной имитационной модели. Разработана система критериев количественной оценки ССП, на основе критериев сбалансированность, риск и синергия.

Разработан алгоритм принятия управленческих решений по показателям ССП, основанный на использовании технологии имитационного моделирования и теории принятия решений.

Создана система поддержки принятия управленческих решений (СППУР) по повышению эффективности деятельности грузового порта, отличающаяся возможностями формировать структуру ССП, производить оценку ССП и формировать управленческие решения по результатам прогона имитационной модели. СППУР реализована на основе системы имитационного моделирования Agena 8.0 с использованием встроенного языка программирования VBA, база данных разработана в MS Access 2010.

Литература

1. Арлазоров В.Л. Управление информационными потоками. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 366 с.
2. Ильин В.В. Моделирование бизнес-процессов. Практический опыт разработчика. – Вильямс, 2006 г. – 176 с.
3. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
4. Кобелев Н.Б., Основы имитационного моделирования сложных экономических систем. – М.: Дело, 2003. – 378 с.
5. Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с APFusionProcessModeler. – Диалог-МИФИ, 2004 г. – 240 с.
6. Марка Д.А., Макгоуэн К. Методология структурного системного анализа и проектирования SADT. – М.: Метатехнология, 1993. – 432 с.
7. Роберт Каплан, Дэвид Нортон. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – Олимп-Бизнес, 2010. – 320 с.
8. Тарзанов В.В. Agena на арене бизнеса. СПб: 2006. – 416 с.
9. Трахтенгерц Э.А., Степин Ю.П. Методы компьютерной поддержки формирования целей и стратегий. – Синтег, 2007. – 344 с.
10. Хервиг Р. Фридаг, Вальтер Шмидт. Сбалансированная система показателей. – Омега-Л, 2011. – 144 с.

УДК 621.1

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДСОРБЦИОННОГО ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРА НА РАБОЧЕЙ ПАРЕ АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ – АММИАК

М.Ш. Каримов, И.В. Байрашевский, Т.Р. Васильев, М.Ф. Руденко

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Разработана модель в программе MATLAB и проведены аналитические исследования термодинамической эффективности адсорбционного термотрансформатора, утилизирующего тепловую энергию от сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания и котельных установках. Термодинамический КПД термотрансформатора, работающего в режиме охлаждения, составляет 25–32%.

Проблема утилизации тепловой энергии от сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) и котельных установках является актуальной проблемой не только с энергетиче-

ской точки зрения, так как увеличивает степень использования энергии сгораемого топлива, но и с экологической, так как уменьшает тепловое загрязнение окружающей среды [1–4].

В данной работе предлагается использовать для этих целей адсорбционный термотрансформатор на твердых сорбентах. Принцип работы таких установок и основных элементов их аппаратов были известны давно, но и в настоящее время установки такого типа совершенствуются, и научная мысль ученых исследует все новые и новые особенности их применения и работы [5, 6]. Рабочей парой в таких установках в качестве сорбента может являться активированный уголь, а в качестве адсорбата (хладагента) – аммиак.

Схема установки представлена на рис. 1. Она состоит из следующих элементов: генератора-адсорбера, аппарата совмещенного типа, в реактор которого засыпается насыщенный аммиаком активированный уголь; конденсатора, водяного или воздушного охлаждения; ресивера, емкости для накопления жидкого хладагента; испарителя и аккумулирующей холод емкости, расположенных в охлаждаемой камере; соленоидных вентилей, управляющих работой установки.

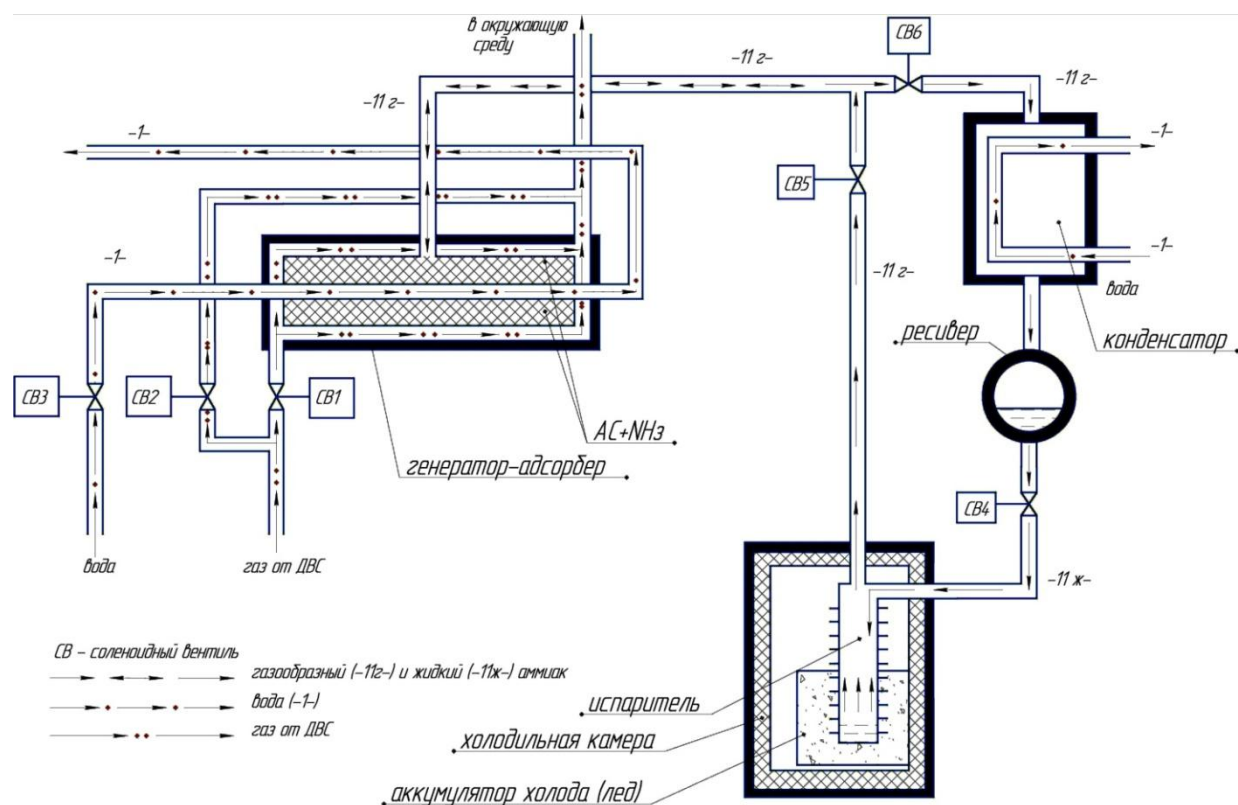


Рис. 1. Схема термотрансформатора адсорбционного типа

Работает установка в две фазы. Первая фаза, когда горячие отработанные газы от дизелей или котлов проходят через реактор генератора-адсорбера по внешней части и нагревая насыщенный адсорбатом активированный уголь выделяют хладагент из твердого сорбента, при этом в конденсаторе за счет охлаждения водой происходит сжижение паров аммиака, который накапливается в ресивере. Вторая фаза, когда подается охлаждающая вода в реактор генератора-адсорбера во внутреннюю часть аппарата, происходит испарение хладагента в испарителе охлаждаемой камеры и поглощение паров адсорбата в реакторе генератора-адсорбера сорбентом, при этом в испарителе получается эффект охлаждения.

Для осуществления периодической работы термотрансформатора по фазам, устанавливаются соленоидные вентили. При работе установки по первой фазе, открыты следующие соленоидные вентили СВ1 и СВ6; закрыты – СВ2, СВ3, СВ4, СВ5.

При работе по второй фазе – открыты СВ2, СВ3, СВ5; закрыты – СВ1, СВ6, СВ4.

Соленоидный вентиль СВ4 предназначен для регулирования работы термотрансформатора и включается в работу, кратковременно, по мере необходимости, осуществляя удержание сжиженного хладагента после конденсатора, до необходимого объема и температуры и сброс всего аммиака в испаритель. Во второй фазе, охлажденный активированный уголь при достижении

определенной температуры и пониженного давления начинает поглощать аммиак из испарителя до полного насыщения. Температура, в испарителе при работе термотрансформатора во второй фазе может достигать минусовых температур, что приводит к превращению воды в охлаждаемой камере в лед, тем самым происходит аккумулялирование холода.

Цикл работы установки периодического действия представлен на рис. 2 и состоит из четырех процессов: АБ – изостерический процесс нагрева насыщенного активированного угля в реакторе генератора-адсорбера;

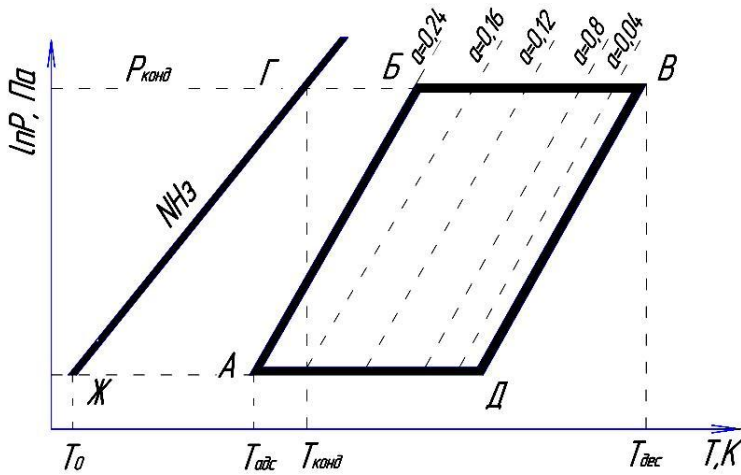


Рис. 2. Цикл работы термотрансформатора адсорбционного типа

БВ – изобарный процесс десорбции, выделения из активированного угля парообразного аммиака, который сжигается в конденсаторе при изобарном процессе Г; ВД – изостерический процесс охлаждения активированного угля без изменения его состояния; ДА – изобарный процесс адсорбции – поглощения аммиака активированным углем до состояния полного насыщения, при этом в испарителе начинается изобарический процесс кипения аммиака Ж. Процессы АБ и БВ протекают при подводе теплоты обогрева отработанными горячими газами, процессы ВД и ДА – при охлаждении реактора охлаждаемой водой. ГЖ – процесс регулирования работы холодильной установки посредством соленоида СВ4.

Для исследования эффективности работы термотрансформатора на рабочей паре активированный уголь – аммиак была разработана математическая модель в программе MATLAB. Общая схема программной модели представлена на рис. 3. В основе модели лежит уравнение Дубинина-Радушкевича.

$$a(P, T) = \rho(T) \cdot W_0 \cdot \exp\{-D \cdot [T \cdot \ln(P_s/P)]^n\},$$

где $a(P, T)$ – величина адсорбции для равновесных относительных давлений (P/P_s) и абсолютных температур T , кг/кг; W_0 – предельный объем адсорбционного пространства, м³/кг; $\rho(T)$ – плотность адсорбата при температуре эксперимента, кг/м³; T – температура, К; P_s , P – давление соответственно насыщения и рабочее, Па, D – коэффициент, учитывающий энергию адсорбции и зависящий от используемой пары адсорбент/адсорбат; n – показатель, характеризующий распределение размерности пор.

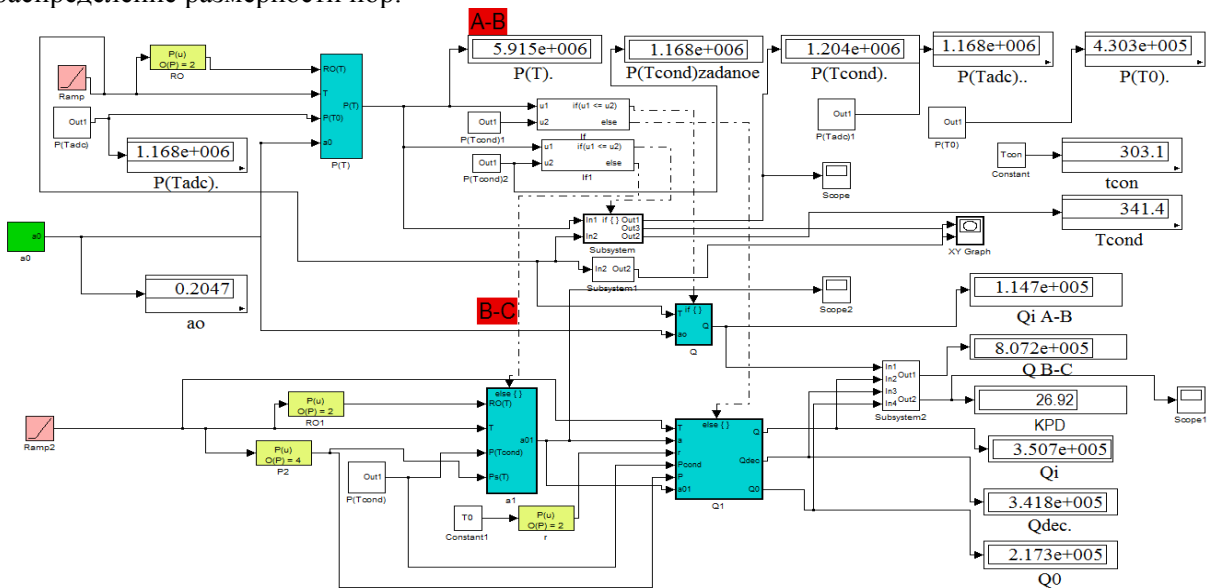


Рис. 3. Схема программной модели

Были получены в результате обработки в логарифмической анаморфозе изотерм адсорбции четырех образцов активированных углей (казанского, усть-каменогорского, краснодарского, алматинского производства) и аммиака, характерные коэффициенты для этого уравнения: $W_o^{обр1} = 385,1 \cdot 10^{-6}$ кг/м³; $W_o^{обр2} = 446 \cdot 10^{-6}$ кг/м³; $W_o^{обр3} = 442 \cdot 10^{-6}$ кг/м³; $W_o^{обр4} = 498 \cdot 10^{-6}$ кг/м³; $D = 12,17 \cdot 10^{-7}$; $n = 2$ [7].

Модель построена на следующих логических рассуждениях. В процессе изостерического нагрева АБ, величина адсорбции на изменяется $a(T_{адс}, P_s) = const$; несмотря на то, что в этом процессе возрастает температура и давление. Этот процесс АБ заканчивается при температуре, при которой давление насыщения станет равным давлению при температуре конденсации (т.Б). При дальнейшем возрастании температуры давление остается неизменным $P_s = P(T_k)$, и процесс переходит в процесс десорбции БВ. В процессе десорбции, в результате выделения из сорбента адсорбата, доля насыщения адсорбентом активированного угля уменьшается $a_o - a_{o1} = \Delta a$. Процесс десорбции идет до температуры, равной заданной $T_{дес(max)}$.

Для определения термодинамической эффективности работы термотрансформатора на рабочей паре – активированный уголь-аммиак определяли теплоту, идущую с одной стороны на обогрев реактора генератора-адсорбера в процессе изостерического нагрева $Q_{АБ}$ и в процессе изобарической десорбции $Q_{БВ}$, с другой стороны рассматриваем полезную теплоту, отводимую из охлажденного в процессе изобарического кипения хладагента в испарителе Q_o .

$$Q_{АБ} = c_i \cdot m_i \cdot \Delta T;$$

где c_i, m_i , соответственно теплоемкость и масса i -их элементов реактора генератора-адсорбера: металла, сорбента и адсорбата; ΔT температура разности нагрева элементов реактора от температуры адсорбции до начала десорбции.

$$Q_{БВ} = Q'_{БВ} + Q_{дес},$$

где $Q'_{БВ}$ – теплота, идущая на нагрев i -их элементов реактора генератора-адсорбера в процессе десорбции, $Q_{дес}$ – теплота физико-химических процессов, идущая на выход молекул аммиака из микро-, макро-, мезопор сорбента и определялась из работы [8].

$$Q_{дес} = \{q_o + R \cdot T \cdot \ln(P_s/P) + [\alpha \cdot R \cdot T / (D \cdot n)] \cdot [T \cdot \ln(P_s/P)]^{-1}\} \cdot \Delta a,$$

где q_o – скрытая теплота парообразования адсорбата; R – универсальная газовая постоянная; P_s – соответственно давление насыщения; P, T – давление и температура; α – коэффициент термического расширения адсорбционной фазы.

$$Q_o = q_o \cdot \Delta a.$$

Термодинамический коэффициент полезного действия адсорбционного термотрансформатора определялся как отношение полезной теплоты по получению охлаждающего эффекта к затраченной теплоте на ее работу

$$\eta_{терм} = Q_o / (Q_{АБ} + Q_{БВ}).$$

На разработанной модели проводили разные исследования по определению термодинамической эффективности работы адсорбционного термотрансформатора при различных параметрах.

На рис. 4 показаны зависимости термодинамических КПД от температуры десорбции для исследуемых активированных углей при постоянных температурах конца адсорбции $T_{адс}$ или начала процесса изостерического нагрева реактора т.А (см. по рис. 2 цикла работы адсорбционного термотрансформатора); температуры кипения T_o в испарителе т.Ж; температуры $T_{конд}$ конденсации т.Г. Из графиков зависимостей (рис. 4) видно, что в процессе изостерического нагрева КПД равен «нулю», затем начиная с некоторой температуры, равной около 330 К при переходе из изостерического в процесс десорбции т.Б, резко возрастает КПД, затем рост его замедляется и в некотором диапазоне температур $T_{дес}$ от 400 К до 430 К наблюдается стабилизация значения $\eta_{терм} = 0,32 - 0,34$. При дальнейшем увеличении температуры десорбции КПД начинает снижаться и при $T_{дес} = 470$ К (около 200⁰С) падает на 5–8%.

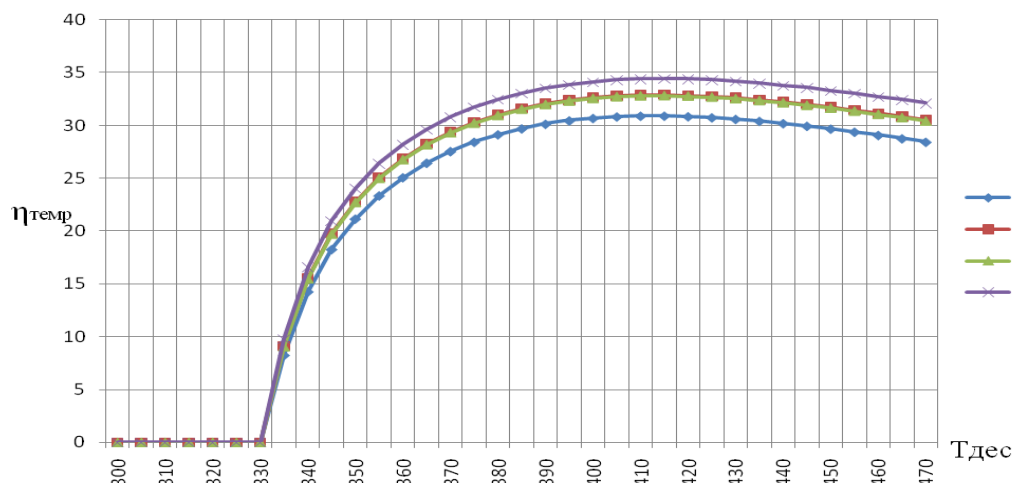


Рис. 4. Зависимость термодинамического КПД установки от температуры десорбции для разных типов активированных углей при условии $T_0 = 273\text{K}$ $T_{\text{конд}} = 298\text{K}$ $T_{\text{адс}} = 298\text{K}$

На рис. 5 показаны графики аналогичные предыдущим зависимостям термодинамического КПД от температуры десорбции, при постоянных значений $T_{\text{конд}} = T_{\text{адс}}$, они имеют более высокие значения, чем в предыдущих графиках, но температура $T_0 = \text{const}$ остается такой же, как и на рис. 4. Из рис. 5 видно, что процесс десорбции, при котором начинается отсчет КПД начинается с более высокой температуры, порядка 360 К. $\eta_{\text{терм}}$ сначала резко возрастает до значений чуть ниже предыдущих и в диапазоне температур десорбции от 420 К до 460 К имеет максимальные значения порядка $\eta_{\text{терм}} = 0,268 - 0,298$. Дальнейшее увеличение температуры десорбции приводит к снижению термодинамического коэффициента.

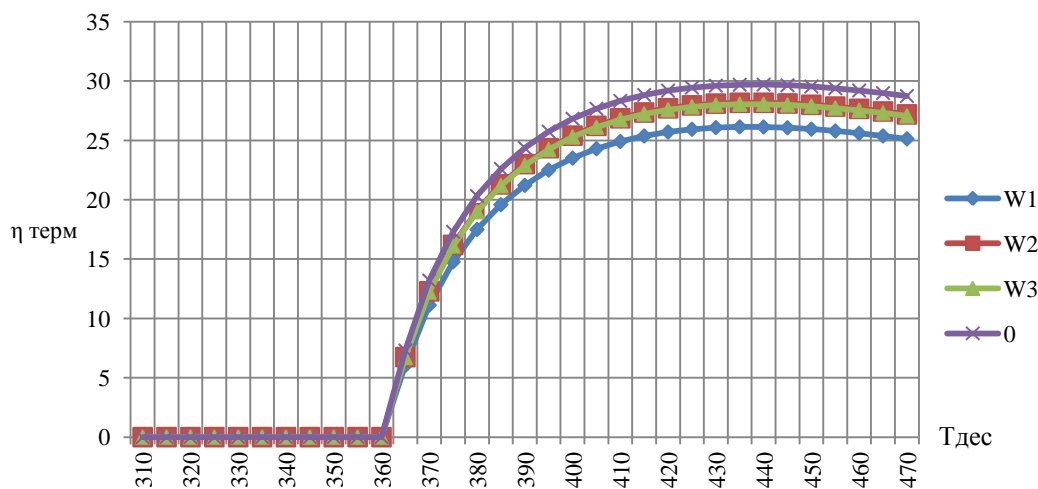


Рис. 5. Зависимость термодинамического КПД установки от температуры десорбции для разных типов углей при условии $T_0 = 273\text{K}$; $T_{\text{конд}} = 308\text{K}$; $T_{\text{адс}} = 308\text{K}$

На рис. 6 видно, что, когда $T_0 = \text{const}$ не изменяется, $T_{\text{адс}} = T_{\text{конд}}$ постоянные, но значения их выше, чем на предыдущих графиках (рис. 4 и рис. 5), процесс десорбции начинается с температуры порядка 390 К, с дальнейшим увеличением температуры десорбции КПД резко возрастает и достигает максимальных значений в диапазоне температур десорбции от 445 К до 470 К, при этом $\eta_{\text{терм}} = 0,208 - 0,243$. Из этого следует сделать вывод о том, что температура десорбции имеет некоторый диапазон значений, при котором удерживаются максимальные значения коэффициентов термодинамической эффективности. Температура конденсации и температура начала изостерического нагрева влияют на диапазон рабочих температур десорбции и КПД работы адсорбционных термотрансформаторов.

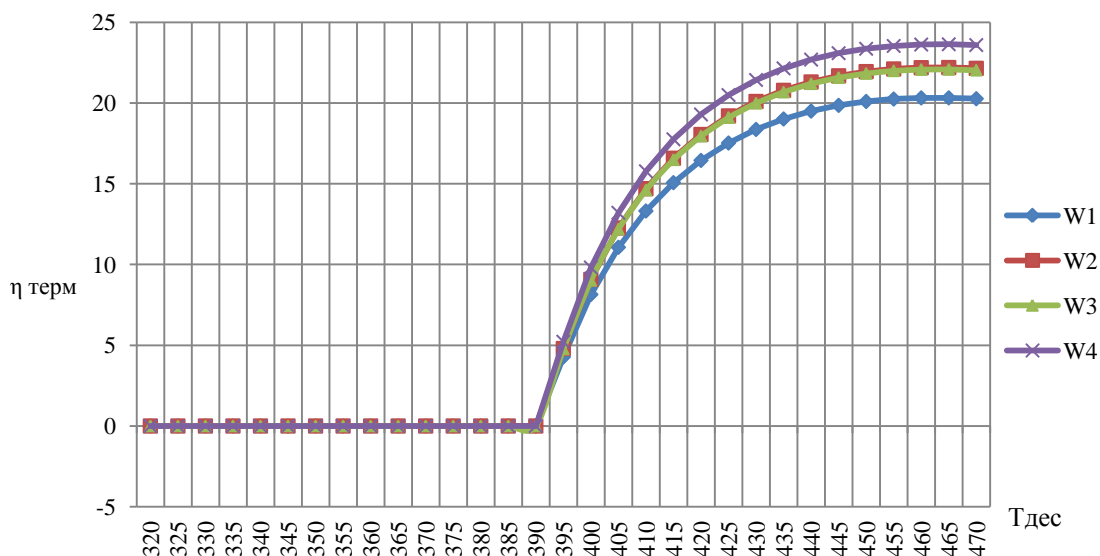


Рис. 6. Зависимость термодинамического КПД установки от температуры десорбции для разных типов углей при условии $T_0 = 273K$; $T_{конд} = 318K$; $T_{дес} = 318K$

Анализируя, аналитические зависимости термодинамического КПД от изменения температуры десорбции, следует рассмотреть характер изменения адсорбционной доли адсорбата в адсорбенте от $T_{дес}$, представленной на рис. 7 для четырех исследуемых образцов активированных углей.

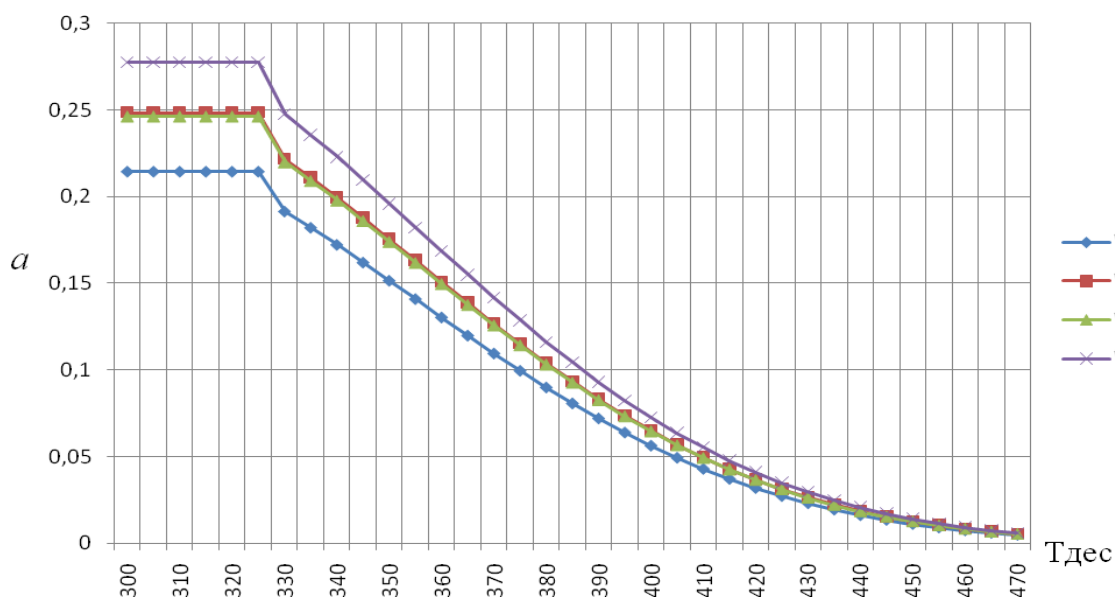


Рис. 7. Зависимость коэффициента a установки от температуры десорбции для разных типов углей при условии $T_0=273K$ $T_{конд}=298K$ $T_{дес}=298K$ $T_{ос}=293K$

На участке АБ изостерического процесса нагрева величина a (доля адсорбата в адсорбенте) не меняется, затем при переходе в процесс десорбции a изменяется, сначала идет быстрое убывание, а затем убывание замедляется. Если взять одинаковые разности температуры по оси абсцисс, получается следующие результаты: при $\Delta T = 320 - 380$ К изменение $\Delta a = 0,12 - 0,16$; при $\Delta T = 380 - 440$ К изменение $\Delta a = 0,07 - 0,08$; дальнейшее увеличение температуры десорбции приводит к лишь незначительному изменению адсорбционной массы адсорбата в адсорбенте. Поэтому в таких установках, при применении в режимах охлаждения и кондиционирования, следует экономно регулировать тепловую энергию, ограничением температуры десорбции в реакторе.

На рис. 8 показаны графики зависимости термодинамического КПД от $T_{адс}$ и $T_{конд}$ для исследуемых типов активированных углей при следующих параметрах $T_0 = 273\text{K}$, $T_{дес} = 420\text{K}$. Из графиков видно, что термодинамический КПД термотрансформатора снижается от увеличения температура адсорбции и конденсации. Значения КПД при $T_{адс}=283\text{K}$ составляет порядка $\eta_{терм} = 0,335-0,362$, а при $T_{адс} = 318\text{K}$ $\eta_{терм} = 0,168-0,192$. Влияние температуры адсорбции и конденсации сильно влияет на термодинамическую эффективность работы термотрансформатора.

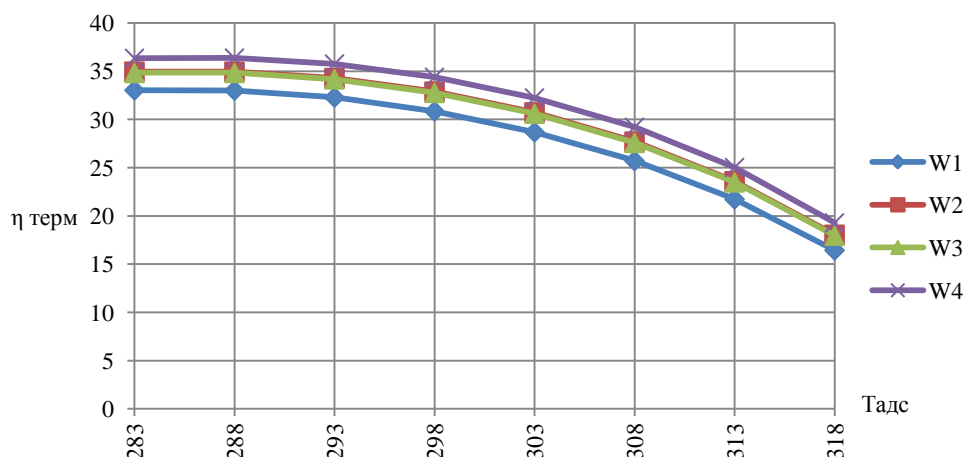


Рис. 8. Зависимость термодинамического КПД от $T_{адс}$ для разных типов углей при условии $T_0 = 273\text{K}$ $T_{ос} = 293\text{K}$ $T_{дес} = 420\text{K}$

На рис. 9 представлены графики зависимостей термодинамического КПД от температур кипения адсорбата (хладагента) в испарителе термотрансформатора.

Исследовались несколько температур кипения в диапазоне от температур замораживания, когда термотрансформатор работает в режиме холодильной машины и морозильника (-20°C , -15°C , -10°C), в режимах охлаждения (0°C , $+5^\circ\text{C}$), в режимах кондиционирования ($+10^\circ\text{C}$, $+15^\circ\text{C}$). Термодинамический КПД, как показано на рис. 9, с увеличением температуры кипения возрастает: если при $T_0 = 253\text{K}$ он составлял $\eta_{терм} = 0,197 - 0,229$, то при $T_0=263\text{K}$ $\eta_{терм} = 0,288 - 0,324$; при $T_0 = 273\text{K}$ $\eta_{терм} = 0,323 - 0,358$; при $T_0 = 283\text{K}$ $\eta_{терм} = 0,32 - 0,352$.

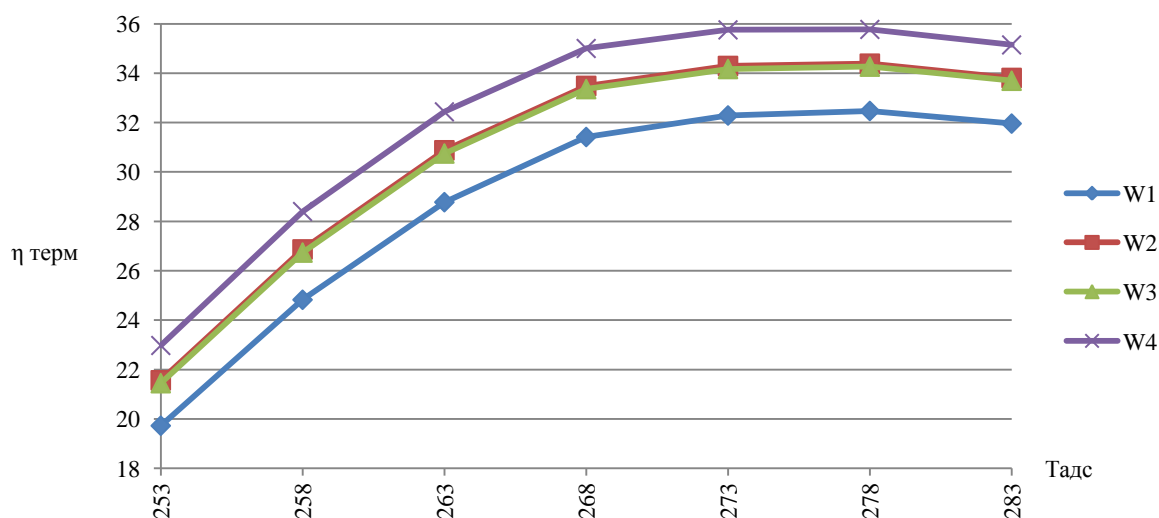


Рис. 9. Зависимость термодинамического КПД от T_0 для разных типов углей при условии $T_{адс}=293\text{K}$, $T_{дес}=420\text{K}$

Таким образом, проведенные аналитические исследования, дают обнадеживающие результаты по использованию тепловой энергии газов от работы дизельных установок, двигателей

внутреннего сгорания и сгоревшего газа из котельных установок в адсорбционных термотрансформаторах. Средний термический КПД на параметрах близких к рабочим установок в термотрансформаторах на рабочих парах активированный уголь-аммиак могут составлять в среднем $\eta_{\text{терм}} = 0,3-0,35$.

Литература

1. Лобан М.В. Повышение эффективности тепловых двигателей утилизацией тепла отработавших газов с применением теплонасосной установки // Автореф. дис... к-та техн. наук / РУДН. – М., 2004. – 18 с.
2. Сизов В.П., Южаков А.А., Кангер И.В. Использование теплоты уходящих газов в промышленных котельных, работающих на газу // РосТепло. ру, www.rosteplo.ru
3. Сазаев Ж.О., Мусабеков Р.А. Дизельные установки с когенерацией энергии // Материалы второй междунар. научно-технической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». – Алматинский институт энергетике и связи, 2010.
4. Бганцев В.Н. Повышение эффективности конденсации водяного пара из отработавших газов дизеля безвыбросной автотранспортной энергоустановки // Автомобильный транспорт, ХНАДУ, Харьков. – 2011. – № 28.
5. Руденко М.Ф. Перспективы применения сорбционных холодильных установок на рыболовных судах малого тоннажа // Вестник АГТУ. Серия: Морские технологии. – 2009. – № 2/2009. – С. 130–134.
6. Z. Tamainot-TeIto S.J., Metcalf R.E., Critoph Y., Zhong R. Carbon-Ammonia pairs for adsorption refrigeration applications: ice making, air conditioning and heat pumping // Thorpe School of Engineering - University of Warwick Coventry CV4 7AL - United Kingdom (UK); International Journal of Refrigeration, VOL:32, ISSUE:6, September 2009, DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2009.01.008.
7. Каримов М.Ш., Руденко М.Ф. Исследование рабочих пар для гелиоэнергетических термотрансформаторов адсорбционного типа // Актуальные вопросы науки: Материалы VI Международной научно-практической конференции (10.07.2012). – М.: Издательство «Спутник +», 2012. – С. 49–56.
8. Шипулина Ю.В., Руденко М.Ф. Моделирование термодинамического цикла работы адсорбционного гелиоэнергетического термотрансформатора // Вестник АГТУ. Серия: Морские технологии. – 2011. – № 3. – С. 136–140.

УДК 628.12

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НАСОСОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А.Д. Лиходедов, В.А. Швецов

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Охарактеризован российский рынок насосного оборудования. Выявлены проблемы, возникающие при использовании зарубежного оборудования. Выдвинуто предложение о создании общей базы данных для насосов, используемых в системах водоснабжения.

В настоящее время на водопроводных насосных станциях (ВНС) МУП «Петропавловский водоканал» («ПВК») внедряется частотное регулирование электродвигателями насосов. Большинство станций уже оснащено частотными преобразователями (ЧП), позволяющими снизить ударные пусковые нагрузки на технологическое оборудование за счет функции плавного пуска и обеспечить энергосбережение за счет изменения потребляемой электродвигателем мощности в соответствии с изменяющимся напором. Кроме того ЧП позволяет автоматизировать технологический процесс раздачи воды потребителям путем выполнения ряда функций, а именно автоматическое повторное включение, контроль режимов работы насосных станций и другие.

После внедрения ЧП на насосных станциях г. Петропавловска-Камчатского участились аварии – двигатели, рассчитанные на бесперебойную работу в течение 10–15 лет, выходят из строя за 1 год. Это обусловлено тем, что в частотно-регулируемых приводах используются российские электродвигатели общего назначения, в то время как должны применяться специализированные электродвигатели [1], для которых предусмотрены дополнительные заводские испытания [2]. Потребители насосов решили, что проблему можно решить за счет использования импортного оборудования.

На российском рынке промышленных насосов для систем водоснабжения появились следующие зарубежные компании: «ESPA», «Vipom», «Grundfos», «Calpeda», «Nocch», «DAB», «Pedrollo», «Wilo», «Hydrovacuum». Широкий ассортимент насосов представлен компаниями из Германии, Турции, Италии, Польши, а также такими известными фирмами, как Siemens, Samsung Techwin, FINDERPOMPE, Oddesse Pumpen-und Motorenfabrik GmbH, Kaeser Kompressoren, J. Helmke&Co., Compressor Valve Engineering и другими.

Достоинствами насосного оборудования зарубежных производителей являются:

- 1) широкие границы параметрических областей работы насосов, в ряде случаев перекрывающие границы параметров работы отечественных насосов;
- 2) высокое качество материалов, применяемых при производстве насосов;
- 3) широкий выбор комплектаций насосов разнообразными элементами автоматики, измерительными приборами и пускозащитными устройствами, трубопроводной арматурой и другими видами комплектующих.

Доля зарубежных насосов на российском рынке составляет примерно 30% [3].

Развивается практика внедрения зарубежных насосов и в Петропавловске-Камчатском. Однако при этом возникают следующие проблемы:

- а) увеличение затрат на оборудование;
- б) возрастание длительности ремонта;
- в) удорожание ремонтных работ.

Иногда для насосной станции выбирают дорогую импортную многонасосную установку с большим запасом мощности, с расчетом на дальнейший рост водопотребления, и длительно эксплуатируют ее на минимальной нагрузке, что пагубно сказывается на самом оборудовании и приводит к его быстрому износу. В данной ситуации целесообразно было бы установить несколько отечественных насосов меньшей мощности, которые бы не составило труда демонтировать для ремонта или быстро заменить. Однако оптимальный выбор российских насосов затруднен из-за отсутствия информации удобной для использования инженерами проектирующими и эксплуатирующими ВНС.

Инженеры МУП «ПВК» понимают, что оптимизация работы ВНС возможна за счёт разумного сочетания зарубежного и отечественного оборудования, а для этого возникает необходимость в должном информационном обеспечении.

Необходимо разработать удобную общую базу данных насосного оборудования для систем водоснабжения. Она должна включать информацию о зарубежном и российском оборудовании, необходимую и достаточную для оптимального выбора насосов.

Литература

1. Беспалов В.Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода // АЭП-2004, Магнитогорск, 14–17 сентября 2004 г. – С. 24–31.
2. Преобразователи частоты и асинхронные двигатели общепромышленного применения [Электронный ресурс] // Информационный центр поддержки предпринимательства о новых промышленных технологиях и изделиях. – Режим доступа: http://www.74rif.ru/pch-as_prom.html. Дата обращения 10.12.2012.
3. Данилов Е. Обзор производства насосного оборудования в Российской Федерации в 2011 г. [Электронный ресурс] // Насосы и оборудование. – 2012. – № 4(75)–5(76). – С. 12–14. – Режим доступа: <http://www.allpumps.kiev.ua>.

УДК 519.6:551.510.413.5

МНОГОКОМПОНЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДАННЫХ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ F2 НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И АВТОРЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

О.В. Мандрикова^{1,2}, Н.В. Глушкова^{1,2}

¹Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка

Работа направлена на создание технологий и программных систем, обеспечивающих выделение и анализ характерного хода ионосферы и аномалий, возникающих в ионосферной плазме в периоды повышенной солнечной или сейсмической активности. Предложен метод *многокомпонентного моделирования* ионосферных данных, позволяющий выполнить анализ и прогноз данных. Метод основан на совмещении вейвлет-преобразования с моделями авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). При моделировании данных выделены аномальные особенности, связанные с солнечной активностью, а также возникающие в периоды сильных землетрясений на Камчатке. Для оценки метода использовались данные станции «Паратунка» (п-ов Камчатка) за период 1968–2011 гг.

Одной из важных задач обработки и анализа ионосферных данных является задача контроля состояния ионосферы и автоматическое выделение и интерпретация аномалий, возникающих в периоды ионосферных возмущений [1–5]. Априорная неопределенность знаний о структуре регистрируемых ионосферных параметров, отсутствие формальной модели их описания, а также априорная неопределенность условий их формирования делает поставленную задачу весьма сложной. Предметом исследований являются данные критической частоты F2-слоя ионосферы. На фоне регулярных суточных и сезонных изменений в данных f_oF2 наблюдаются аномалии, длительностью от нескольких десятков минут до нескольких часов [3, 4]. Данные аномалии обусловлены активностью Солнца, а в сейсмоактивных областях они могут возникать в периоды повышения сейсмической активности [1, 3, 4]. Сложная структура аномалий не позволяет использовать для их выделения и анализа традиционные методы анализа временных рядов [4, 5].

В работе с целью выделения характерных структур и аномальных особенностей предложен *метод многокомпонентного моделирования* данных f_oF2 , основанный на совместном применении вейвлет-преобразования и моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Вейвлет-аппарат позволяет детально изучить внутреннюю структуру данных и выделить локальные особенности различной формы и длительности [6]. Модели АРПСС являются эффективным средством моделирования и анализа временных рядов и легко интерпретируются физически [7].

Выполнено моделирование и анализ данных, изучена их внутренняя структура. Выделены характерные структуры данных и аномалии, возникающие в периоды ионосферных возмущений. Анализ полученных результатов показал, что данные аномалии возникают в периоды повышенной солнечной активности и могут наблюдаться накануне сильных землетрясений на Камчатке.

Структура разложения пространства Лебега $L^2(R)$, порождённая ортогональным вейвлетом $\Psi \in L^2(R)$, имеет вид [6, 8]:

$$L^2(R) = \sum_{j \in Z}^{\oplus} W_j := \dots \oplus W_{-1} \oplus W_0 \oplus W_1 \oplus \dots, \quad (1)$$

где $W_j := \text{clos}_{L^2(R)}(\Psi_{j,n}; n \in Z)$, $\Psi_{j,n} = 2^{j/2} \Psi(2^j t - n)$, Z – множество целых чисел.

Функция f при этом представляется в виде суммы компонент:

$$\forall f \in L^2(R) \exists! f(t) = \dots + g_{-1}(t) + g_0(t) + g_1(t) + \dots, g_j \in W_j, j \in Z \quad (2)$$

Каждая компонента g_j в (2) имеет единственное представление в виде вейвлет-ряда, последовательность коэффициентов которого дает локализованную спектральную информацию от f в j -й октаве (частотном диапазоне): $g_j(t) = \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t)$, где $\Psi_j = \{\Psi_{j,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – базис пространства W_j . Коэффициенты $d_{j,n}$ определяются из соотношения: $d_{j,n} = \langle f, \Psi_{j,n} \rangle$. Коэффициенты $d_{j,n}$ будем рассматривать как результат отображения f в пространство с разрешением j .

Используя разложение $L^2(\mathbb{R})$ в (1), мы имеем последовательность вложенных друг в друга замкнутых подпространств $V_j, j \in \mathbb{Z}$, определённых формулой [8]:

$$V_j = \dots \oplus W_{j-2} \oplus W_{j-1}, \quad (3)$$

при этом $\text{clos}_{L^2}(\bigcup_{j \in \mathbb{Z}} V_j) = L^2(\mathbb{R})$. Порождает пространства (3) скейлинг-функция $\phi \in L^2(\mathbb{R})$ [6, 8]. На основе соотношений (1), (3) получаем следующее разложение пространства $L^2(\mathbb{R})$:

$$L^2(\mathbb{R}) = V_j \oplus W_j \oplus W_{j+1} \oplus \dots \quad (4)$$

Пусть f_j – некоторая проекция f на V_j для фиксированного $j \in \mathbb{Z}$. Пространство V_j в этом случае рассматривается в качестве пространства выборки и f_j – измерения f в V_j . Как доказано в [8]

$$V_j = W_{j-1} \dot{+} V_{j-1} = \dots = W_{j-1} \dot{+} \dots \dot{+} W_{j-m} \dot{+} V_{j-m} \quad \forall m,$$

то f_j имеет единственное *кратномасштабное разложение* (КМА) до уровня m :

$$f_j(t) = g_{j-1}(t) + g_{j-2}(t) + \dots + g_{j-m}(t) + f_{j-m}(t), \quad (5)$$

где $g_j(t) \in W_j, f_{j-m}(t) \in V_{j-m}$.

Не нарушая общности, в качестве базового пространства регистрируемых дискретных данных (измерений) рассмотрим пространство V_j с разрешением $j = 0$. Введя естественное предположение, что регистрируемые данные содержат шумовую составляющую $e(t)$, и, основываясь на результатах работ [4, 5], из соотношения (5) для $f_j, j = 0$ получим представление в виде:

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-m} (g_j(t) + e_j(t)) + f_{-m}(t), \quad (6)$$

где $f_{-m}(t) \in V_{-m}, g_j \in W_j$, аппроксимирующая компонента $f_{-m}(t) = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$, где коэффициенты разложения $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$, детализирующие компоненты $g_j(t) = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$, где коэффициенты разложения $d_{j,k} = \langle f, \Psi_{j,k} \rangle$; $e_j(t)$ – шумовые составляющие (предполагается, что шум белый).

В работе [9] показано, что, имея представление данных в виде (6), *подавление шума* может быть выполнено на основе применения пороговой функции

$$P_T(x) = \begin{cases} x, & \text{если } |x| \geq T \\ 0, & \text{если } |x| < T \end{cases} \quad (7)$$

для каждой детализирующей компоненты $g_j(t)$, где порог $T = \sigma^2$, σ^2 – дисперсия шума. Следуя работам [6, 9], дисперсию шума σ^2 можно оценить на основе соотношения:

$$\sigma^2 \approx \text{Med} \left\langle f, \Psi_{j,k} \right\rangle \Big|_{0 \leq k < N},$$

где Med – медиана, $j = -1$, N – длина компоненты. В работе [10] показано, что данный способ подавления шума позволяет получить почти оптимальные минимаксные оценки.

Для выделения компонент конструкции (6), описывающих *характерные особенности* данных, и идентификации их параметров применим нижеследующие *операции*.

1. Используя традиционные подходы, предложенные в работе [7], для уровня разложения m выберем модели из класса моделей АРПСС для аппроксимации каждой из компонент $f_{-m}(t) = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$ и $g_j(t) = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$, $j = \overline{-1, m}$, и оценим параметры моделей.

Получим представление компонент в виде:

$$f_{-m}(t) = \sum_k s_{-m,k} \phi_{-m,k}(t), \quad (8)$$

где $s_{-m,k}(t) = \sum_{l=1}^p \gamma_{-m,l} \omega_{-m,k-l}(t) - \sum_{n=1}^h \theta_{-m,n} a_{-m,k-n}(t)$ – оценочное значение аппроксимирующей компоненты, $\omega_{-m,k} = \nabla^v c_{-m,k}$, ∇^v – оператор взятия разности порядка v , $p, \gamma_{-m,l}$ – порядок и параметры авторегрессии аппроксимирующей компоненты, $h, \theta_{-m,n}$ – порядок и параметры скользящего среднего аппроксимирующей компоненты, $a_{-m,k}$ – остаточные ошибки модели аппроксимирующей компоненты,

$$g_j(t) = \sum_k s_{j,k} \Psi_{j,k}(t), \quad (9)$$

где $s_{j,k}(t) = \sum_{l=1}^{p_j} \gamma_{j,l} \omega_{j,k-l}(t) - \sum_{n=1}^{h_j} \theta_{j,n} a_{j,k-n}(t)$ – оценочное значение детализирующей компоненты, $\omega_{j,k} = \nabla^{v_j} d_{j,k}$, ∇^{v_j} – оператор взятия разности порядка v_j , $p_j, \gamma_{j,l}$ – порядок и параметры авторегрессии детализирующей компоненты с разрешением j , $h_j, \theta_{j,n}$ – порядок и параметры скользящего среднего детализирующей компоненты с разрешением j , $a_{j,k}$ – остаточные ошибки модели детализирующей компоненты с разрешением j .

2. Выполним диагностические проверки полученных моделей компонент. Если диагностические проверки модели компоненты подтверждают ее адекватность, то будем считать, что модель компоненты готова к использованию и данная компонента является характерной.

3. Объединим модели выделенных характерных компонент вида (8) и (9) в общую многокомпонентную конструкцию. Получим *многокомпонентную модель* вида:

$$f(t) = \sum_{\mu=1, M} \sum_{k=1, N_j^\mu} s_{j,k}^\mu(t) b_{j,k}^\mu(t), \quad (10)$$

где $s_{j,k}^\mu(t) = \sum_{l=1}^{p_j^\mu} \gamma_{j,l}^\mu \omega_{j,k-l}^\mu(t) - \sum_{n=1}^{h_j^\mu} \theta_{j,n}^\mu a_{j,k-n}^\mu(t)$ – оценочное значение μ -й компоненты, $\gamma_{j,l}^\mu$ – параметры авторегрессии компоненты с номером μ , $\omega_{j,k}^\mu(t) = \nabla^{v_j} \beta_{j,k}^\mu(t)$, $\beta_{j,k}^1 = c_{j,k}$, $\beta_{j,k}^\mu = d_{j,k}$, $\mu = \overline{2, M}$, p_j^μ – порядок авторегрессионной модели компоненты с номером μ , h_j^μ , $\theta_{j,k}^\mu$ – порядок модели и параметры скользящего среднего модели компоненты с номером μ ,

$a_{j,k}^\mu$ – остаточные ошибки модели компоненты с номером μ , M – количество выделенных на основе п.2 характерных компонент, N_j^μ – длина компоненты с номером μ , $b_{j,k}^1 = \phi_{j,k}$ – скейлинг-функция, $b_{j,k}^\mu = \Psi_{j,k}, \mu = \overline{2, M}$ – вейвлет-базис компоненты с номером μ , j – разрешение.

Процедура выделения аномалий в компонентах разрешения j может быть построена на обработке остаточных ошибок $a_{j,k}^\mu$ моделей компонент при выполнении операции прогнозирования. Обнаружение аномалии в компоненте с номером μ разрешения j можно выполнить на основе проверки условия [4]:

$$D_{U_j} = \frac{1}{U_j} \sum_{q=1}^{U_j} (a_{j,k+q}^\mu(t))^2 > T_{A_j}, \quad (11)$$

где T_{A_j} – некоторое наперед заданное пороговое значение, определяющее наличие в данных аномалии разрешения j , U_j – длина окна наблюдения для разрешения j .

В экспериментах использовались часовые данные критической частоты f_0F2 Камчатки за период 1968–2011 гг. В качестве базисных функций использовались ортогональные вейвлеты Добеши порядка 3. На основе кратномасштабных разложений до уровня $m = 3$ включительно было получено представление данных в виде (12). Уровень разложения определялся статистически и основывался на результатах работы [4].

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-3} (g_j(t) + e_j(t)) + f_{-3}(t), \quad (12)$$

где $g_j(t) = \sum_k d_{j,k} \Psi_{j,k}(t)$ – детализирующие компоненты разложения, $d_{j,k} = \langle f, \Psi_{j,k} \rangle$;

$f_{-3}(t) = \sum_k c_{-3,k} \phi_{-3,k}(t)$ – аппроксимирующая компонента, $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$; $e_j(t)$ – шумовые составляющие.

Далее, на основе операции (7), были подавлены шумовые составляющие $e[2^j t]$ (рис. 1). Результаты оценки дисперсии шума представлены в таблице. Анализ результатов таблицы показывает, что уровень шума носит случайный характер.

Таблица

Результаты оценки дисперсии шума в данных f_0F2

Анализируемый период	23.01.1981	16.01.2002	15.01.2006	10.12.2010	08.02.2011
	06.02.1981	25.02.2002	04.02.2006	31.12.2010	27.02.2011
Дисперсия шума	0.3152	0.2068	0.1768	0.1716	0.1654

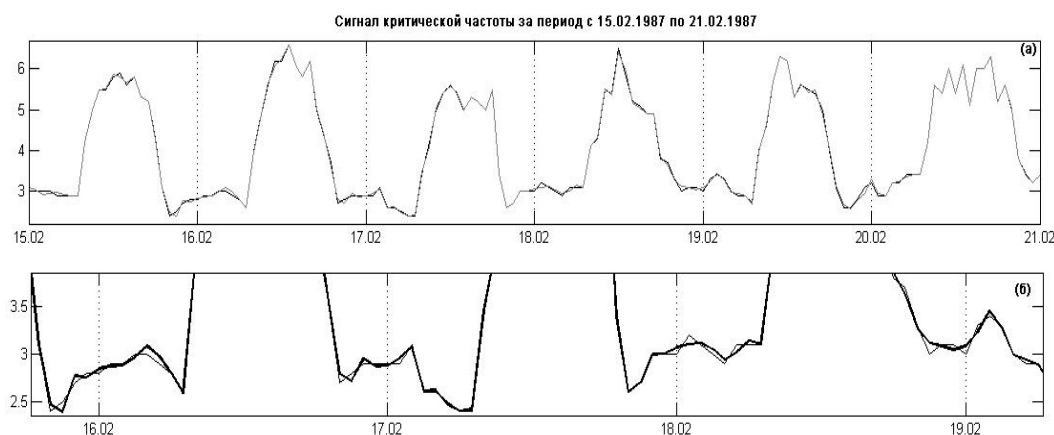


Рис. 1. Результаты подавления шумовых составляющих в данных f_0F2 : (а) – масштаб 100% (черным цветом – исходный сигнал, серым – сигнал без шума), (б) – масштаб 230% (тонкая линия – исходный сигнал, толстая линия – сигнал без шума)

В результате моделирования, выполненного на основе описанных выше операций (6) – (10), получены близкие значения параметров моделей компонент зимнего периода времени, что позволило получить для данных f_oF2 общую *многокомпонентную модель* вида:

$$f(t) = \sum_{\mu=1,2} \sum_{k=1, N_3^{\mu}} s_{3,k}^{\mu}(t) b_{3,k}^{\mu}(t), \quad s_{3,k}^{\mu}(t) = (1 + 0.9B)^2 (1 - B) \omega_{3,k}^{\mu}(t) + a_{3,k}^{\mu}(t),$$

где $B' \omega_{3,k}^{\mu}(t) = \omega_{3,k-l}^{\mu}(t)$, $a_{3,k}^{\mu}(t)$ – остаточные ошибки модели компоненты с номером μ .

На рис. 2, в качестве примера, показаны результаты моделирования аппроксимирующей и детализирующей компонент 3 уровня разложения с шагом упреждения 1 и 2 за период с 27.01.2002 по 20.02.2002 гг.

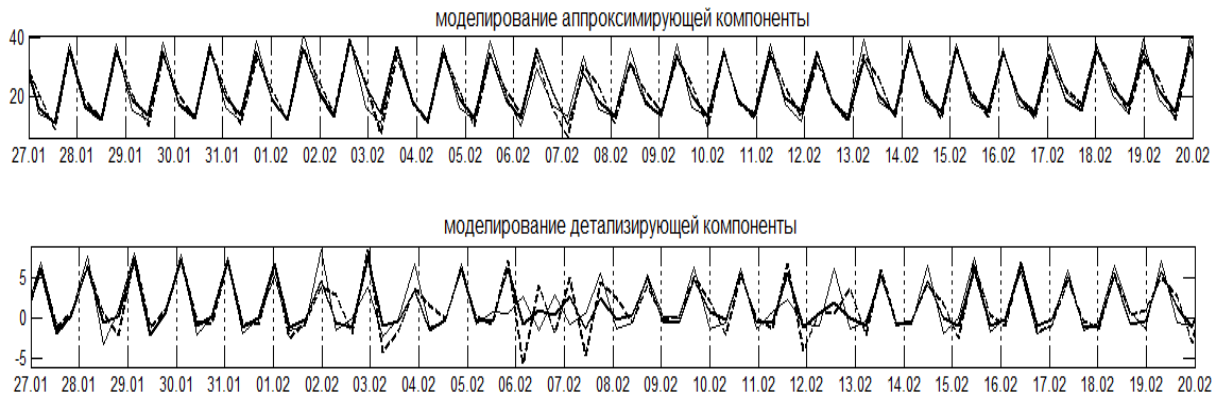


Рис.2. Результаты моделирования компонент (сплошная тонкая линия – исходные данные, сплошная толстая линия – значения прогноза с шагом упреждения 1, пунктир – прогноз с шагом упреждения 2)

В результате выполнения операций 1–3 в полученных компонентах f_oF2 были выделены аномальные особенности. На рис. 3 представлен результат расчета дисперсии ошибки прогноза компонент (величина D_{U_j} в соотношении (11)) в скользящем временном окне, равном 24 часа.

Анализ графиков показал, что повышение сейсмической активности приводит к существенному увеличению ошибок моделей, что связано с изменением их структуры. Возникновение аномалий в ионосфере наблюдается за два дня до сейсмического события.

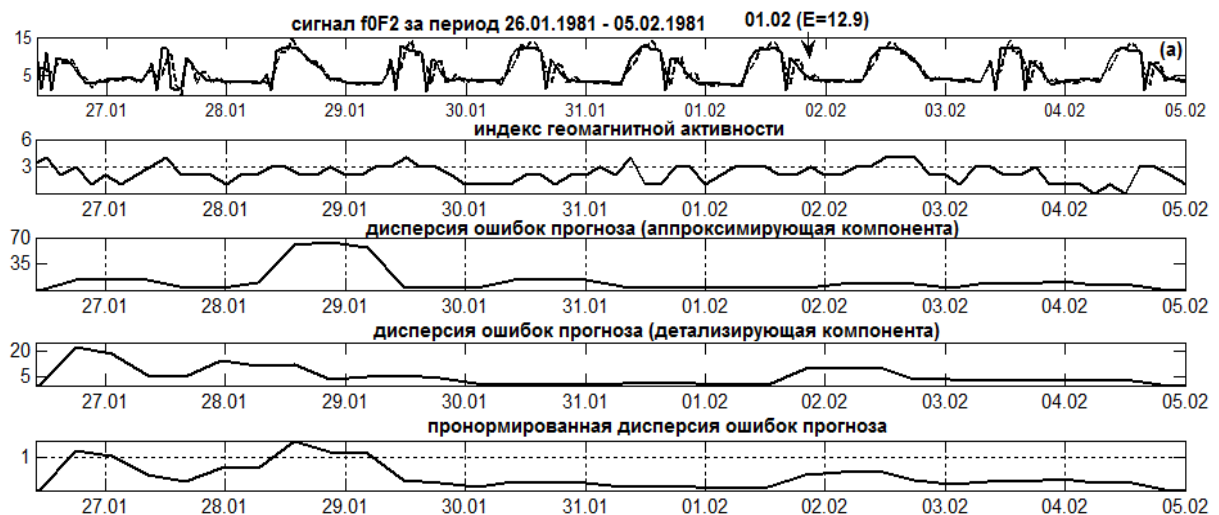


Рис. 3. Результаты апробации метода на данных f_oF2 за период 26.01.1981-05.02.1981. (а): сплошная линия – исходные данные, пунктир – прогноз. Стрелкой отмечено сейсмическое событие

В работе предложен метод многокомпонентного моделирования ионосферных данных, основанный на совмещении конструкции кратномасштабного анализа и моделей АРПСС. Выполнено моделирование, прогнозирование и анализ данных f_oF2 и изучена их внутренняя структура.

На основе операции прогнозирования выявлены аномальные особенности, которые обусловлены солнечной активностью, а также возникающие в периоды подготовки сильных землетрясений на Камчатке (анализировались события энергетического класса с $k \geq 12$ в радиусе $R \sim 200$ км от Петропавловска-Камчатского).

Работа поддержана грантом Президента Российской Федерации МД-2199.2011.9, грантом РФФИ – ДВО РАН №11-07-98514-р_восток_a и грантом «У.М.Н.И.К.» - № 9633р/14207 от 30.08.2011.

Литература

1. *Афраймович Э.Л.* GPS- мониторинг верхней атмосферы Земли / Э.Л. Афраймович, Н.П. Перевалова. – Иркутск: ГУ НУ РВХ ВСНЦ СО РАНН, 2006. – 480с.
2. *Дёмин М.Г.* Ионосфера Земли. Плазменная гелиогеофизика. – М.: Физматлит, 2008. – Т. II. – С. 92–163.
3. *Липеровская Е.В., Липеровский В.А., Похотелов О.А.* О возмущениях в F-области ионосферы перед землетрясениями // Геофизические исследования. – 2006. – № 6. – С. 51–58.
4. *Мандрикова О.В., Глушкова Н.В.* Метод моделирования данных критической частоты на основе совмещения вейвлет-преобразования и моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего // Научные ведомости Белгородского государственного университета: Белгород. 2011 г. – № 19. – С. 59–63.
5. *Мандрикова О.В., Глушкова Н.В.* Моделирование и анализ данных критической частоты ионосферы на основе совмещения вейвлет-преобразования и моделей авторегрессии // 14-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2012», Москва. – Т. 2. – С. 346–349.
6. *Mallat S.* A Wavelet tour of signal processing [пер. санг.]. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
7. *Бокс Дж., Дженкинс Г.* Анализ временных рядов прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 604 с.
8. *Чуи К.* Введение в вейвлеты. Пер. с английского. – М.: Мир. – 2001. – 412 с.
9. *Мандрикова О.В., Горева Т.С.* Метод идентификации структурных компонентов сложного природного сигнала на основе вейвлет-пакетов. – М.: Цифровая обработка сигналов, 2010 г. – № 1. – С. 45–50.
10. *Donoho D., Johnstone I.* Minimax estimation via wavelet // Annals of Statistics, 1998. – P. 879–921.

УДК 519.6:550.38

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ С РАДИАЛЬНЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ

О.В. Мандрикова^{1,2}, Е.А. Жижкина¹

¹Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский,
²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка

Работа направлена на создание методов и вычислительных алгоритмов интеллектуального анализа геомагнитных данных и выявления возмущений, возникающих в периоды магнитных бурь. Предложена технология анализа и классификации геомагнитных данных, позволяющая в автоматическом режиме выполнить оценку состояния магнитного поля. Технология основана на совмещении вейвлет-преобразования с радиальными нейронными сетями.

Регистрируемые магнитные данные имеют сложную априори неизвестную структуру, подвержены влиянию внешних факторов различной физической природы, что значительно усложняет процесс их изучения [1, 2]. Кроме того, они содержат разномасштабные локальные особен-

ности, как правило, имеющие форму «всплесков» и «пиков». Эти особенности несут основную информацию и при обработке не должны быть отфильтрованы как шум. Применение традиционных методов и подходов к анализу магнитных данных не является эффективным и не позволяет выявить данные особенности и выполнять их интерпретацию [1, 2]. Традиционные методы обладают следующими недостатками:

- потеря важной информации при обработке данных
- погрешности в работе систем
- невозможность выявления отдельных закономерностей.

Магнитные данные содержат регулярную (спокойную) составляющую, локальные структурные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь, а также случайный шум, который затрудняет обнаружение данных компонент. Для исследований предлагается технология, основанная на совместном применении аппарата вейвлет-преобразования [3] с радиальными нейронными сетями [4]. Вейвлет-преобразование позволяет исследовать тонкие особенности структуры данных и выявить аномальные изменения. В основе радиальных нейронных сетей лежит непараметрический байесовский классификатор, позволяющий изучить характер протекания анализируемого процесса и выполнить оценку его состояния. Технология позволяет изучить внутреннюю структуру магнитных данных, определить информативные компоненты и на основе радиальной сети выполнить их классификацию.

На основе использования вейвлет-преобразования выполняется идентификация особенностей структуры данных и подавляется шум. Полученные компоненты вейвлет-преобразования поступают на вход нейронных сетей, что позволяет выявить и классифицировать возмущения магнитного поля.

В работе, на основе кратномасштабных вейвлет-разложений [3], изучена структура регистрируемых геомагнитных данных (на примере Н-компоненты магнитного поля Земли), выделены информативные составляющие и построены радиальные нейронные сети их анализа и оценки степени геомагнитной возмущенности.

В качестве базового пространства регистрируемых дискретных данных $f_0(t)$ рассматривалось замкнутое пространство с разрешением $j = 0: V_0 = \text{clos}_{L^2(R)}(2^0 \phi(2^0 t - k)) : k \in Z$, порожденное скэйлинг-функцией $\phi \in L^2(R)$ [3]. На основе кратномасштабных разложений до уровня $m = 6$ получено следующее представление данных

$$f_0(t) = \sum_{j=-1}^{-m} g[2^j t] + f[2^{-m} t], \quad \text{где } g[2^j t] \in W_j, f[2^{-m} t] \in V_{-m}, \quad (1)$$

W_j – пространство с разрешением j , порожденное вейвлет-базисом $\Psi_{j,n}(t) = 2^{j/2} \Psi(2^j t - n)$; компоненты $g[2^j t] = \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t)$, где $d_{j,n} = \langle f, \Psi_{j,n} \rangle$, являются детализирующими компонентами, характеризуют локальные свойства данных; компонента $f[2^{-m} t] = \sum_k c_{-m,k} \phi_{-m,k}(t)$, $c_{-m,k} = \langle f, \phi_{-m,k} \rangle$ является аппроксимирующей составляющей.

Далее детализирующие компоненты вейвлет-преобразования $g[2^j t] = \sum_n d_{j,n} \Psi_{j,n}(t)$, $j = -1, -6$ подавались на входы радиальных нейронных сетей.

В соответствии с архитектурой радиальных нейронных сетей [4] были построены сети, имеющие два следующих слоя: слой примеров (радиальный слой), содержащий признаки классов; линейный слой, определяющий вид класса. При формировании сети были определены два класса – «спокойный» класс К1 и «возмущенный» класс К2. Спокойный класс соответствует спокойному состоянию магнитного поля, возмущенный – состоянию поля в периоды магнитных бурь. Структура сети представлена на рис. 1. Радиальный слой сети для каждого класса формировался на основе детализирующих вейвлет-компонент, представляющих элементы признаков

данных классов (рис. 2). Графики, представленные на рис. 2 демонстрируют сложную структуру детализирующих вейвлет-компонент, что подтверждает сложную структуру вариаций поля. Анализ

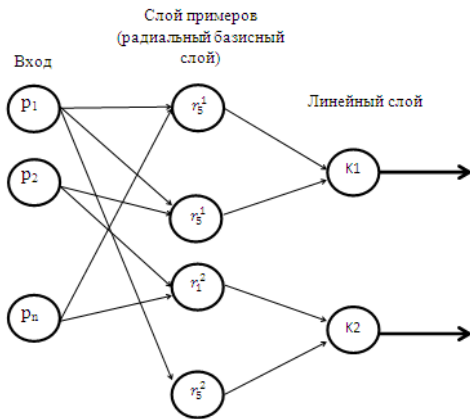


Рис. 1. Структура радиальной базисной нейронной сети: r_j^i – нейрон радиального базисного слоя, i – номер класса, j – номер примера класса

рис. 2 показывает, что в периоды возмущений поля существенно увеличивается амплитуда флуктуаций компонент, являющаяся признаком принадлежности компоненты к данному классу.

В радиальном слое сети выполняется следующее преобразование входных сигналов:

1) оценка состояния нейронов на основе функции взвешивания $\|p-w\|/b$, где p – вектор входа, w – вектор весов, b – смещение. Смещение b позволяет корректировать чувствительность нейрона;

2) используя функцию активации $e^{-\|p-w\|/b}$, оценка меры близости входного сигнала и примера.

Когда расстояние между вектором примера w и входным сигналом p уменьшается, выход радиальной базисной функции приближается к значению «1», в противном случае – к значению «0».

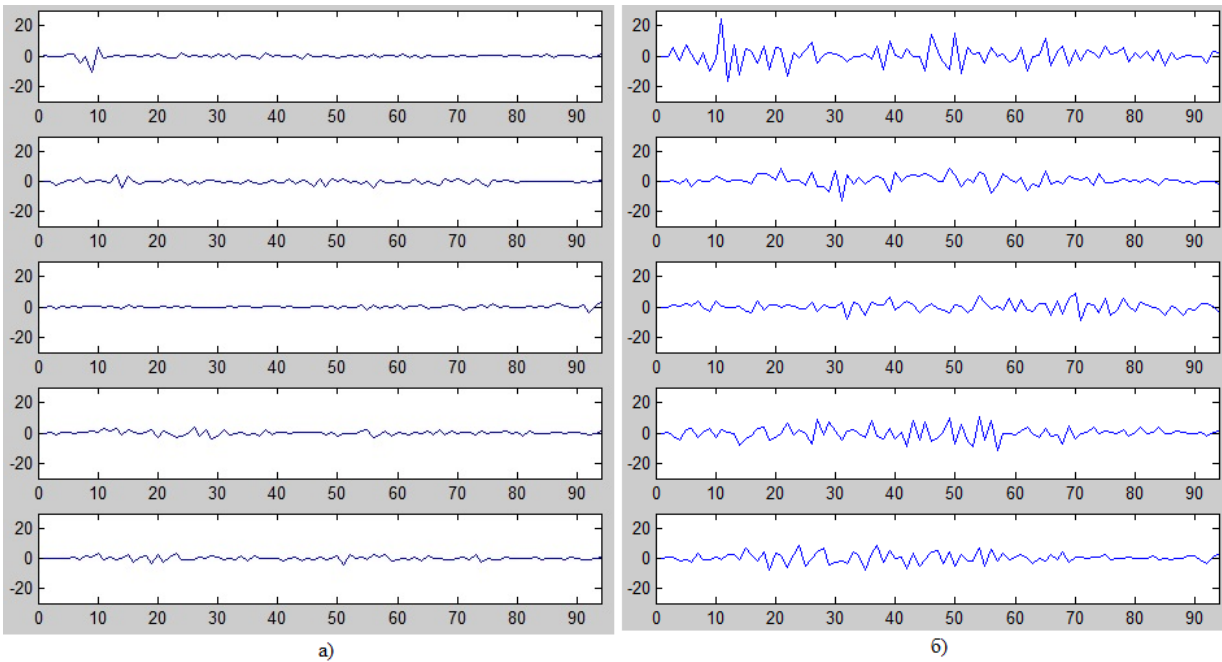


Рис. 2. Детализирующие компоненты геомагнитного сигнала: а) спокойные вариации, б) возмущенные вариации

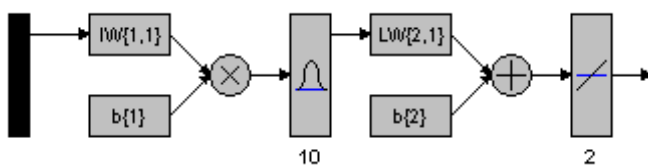
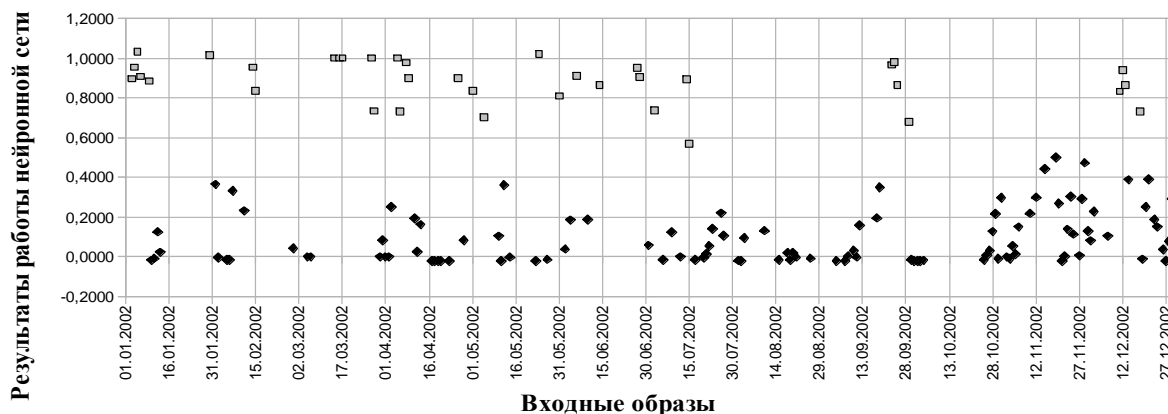


Рис. 3. Архитектура построенных нейронных сетей

В процессе экспериментов были построены шесть нейронных сетей, имеющих архитектуру, представленную на рис. 3. Радиальный слой каждой сети состоит из 10 нейронов (5 примеров для каждого класса). Линейный слой состоит из 2 нейронов,

так как сеть осуществляет классификацию геомагнитных сигналов на два класса – «спокойный» класс K1 и «возмущенный» класс K2.

На рис. 4 в качестве примера показан результат решения задачи классификации детализирующей компоненты 4-го уровня. Анализ рис. 4 подтверждает эффективность предлагаемого метода и показывает, что сеть правильно выполнила разнесение признаков данных.



- - Спокойные вариации
- ◆ - Возмущенные вариации

Рис. 4. Результаты классификации магнитных данных (H-компонента) за 2002 год с помощью радиальной базисной нейронной сети

В работе предложена технология анализа и классификации геомагнитных данных, основанная на совмещении вейвлет-преобразования и радиальных нейронных сетей, позволяющая в автоматическом режиме выполнить оценку состояния магнитного поля. На основе данной технологии выполнено разнесение признаков данных в вейвлет-пространстве и построены радиальные сети, выполняющие классификацию входных данных. Результаты экспериментов подтвердили эффективность технологии.

Литература

- 4) Мандрикова О.В., Соловьев И.С. Вейвлет-технология обработки и анализа вариаций магнитного поля Земли. – М.: Информационные технологии. – 2011. – № 1. – С. 34–38.
- 5) Мандрикова О.В., Смирнов С.Э., Соловьев И.С. Автоматизация процедуры определения не возмущенной вариации геомагнитного поля на основе вейвлет-пакетов. – Вестник Камчат-ГТУ. – № 10. – 2010. – С. 19–21.
- 6) Mallat S. A Wavelet tour of signal processing [Пер. с англ.]. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
- 7) Медведев В.С, Потемкин В.Г. Нейронные сети. Matlab 6 / Под общ. ред. к.т.н. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

УДК 519.863:629.563

МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Д.А. Пичугин

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Представлена методология создания математической модели оптимизации состава нефтегазопромыслового флота. В качестве математического метода оптимизации обоснован метод генетических алгоритмов. Проведена параллель между математическим смыслом генетических алгоритмов и физическим смыслом основных параметров флота.

Нефтегазопромысловый флот (НГПФ) для добычи полезных ископаемых на шельфе Каспийского моря представляет собой сложную морскую региональную транспортную систему, элементы которой рассредоточены на небольшой территории и связаны между собой и с внешней средой сложными динамическими и стохастическими связями. Параметры НГПФ взаимосвязаны таким образом, что изменение одного ведет к изменению многих других. Это выдвигает

ряд первоочередных проблем, связанных с научно-обоснованным развитием структуры НГПФ и системы его взаимодействия, исходя из стоящих перед ней задач.

Освоение морских нефтегазовых месторождений – междисциплинарная проблема, связанная с обустройством месторождений (свыше 50 % общих затрат), добычей, транспортом, хранением углеводородов в экологически ранимых районах при отсутствии развитой инфраструктуры. В этой связи проектирование и строительство НГПФ должно рассматриваться как системная, многоцелевая, многокритериальная задача с учетом жизненного цикла месторождения и сооружений, в то же время являющаяся частью глобальной проблемы освоения месторождения при условии равновесия экосистемы. Ее реализация в полном объеме возможна только на базе современных информационных технологий.

До настоящего времени планирование НГПФ производилось на основе статистического метода, исходя из опыта эксплуатации судов преимущественно на акватории Каспийского моря. Эффективность эксплуатации отдельного судна оценивалась только долей рабочего времени в годовом эксплуатационном периоде. Такая методология не соответствует современным требованиям к научно-методическому обеспечению работы столь дорогостоящих инженерных сооружений, как суда НГПФ.

Принятие решений при разработке новой методологии проектирования НГПФ производится в условиях следующих неопределенностей:

- неопределенность планов работы НГПФ из-за недостаточной достоверности геологической информации;
- неопределенность экономических критериев планирования флота из-за существенной нестабильности конъюнктуры мирового рынка;
- неопределенность задачи планирования НГПФ из-за отсутствия аналогов решения в современном морском и рыбопромысловом флотах и отсутствия корректных статистических данных по эксплуатации современного НГПФ;
- неопределенность внутренней задачи проектирования судов и плавучих технических средств из-за отсутствия прототипов в отечественном судостроении.

Для моделирования развития флота большое значение имеет состав и форма организации информационно-нормативной базы [1, 2]. Здесь в первую очередь следует отметить требования, предъявляемые к информационной системе: прогрессивность, единство, обеспечение сопоставимости результатов расчетов, максимальное приближение их уровня к реальному уровню соответствующих показателей. Информация должна быть дифференцированной в зависимости от назначения флота и вида перевозимой продукции, причем степень дифференциации определяется характером поставленной задачи и стадией обоснования флота.

План развития морского транспорта является комплексным социально-экономическим планом, определяющим направления дальнейшего совершенствования флота и его элементов. Последующее развитие методов обоснования пополнения транспортного флота должно базироваться на следующих положениях и принципах [3]:

- НГПФ является элементом единой транспортной системы не только закрытой акватории, но и страны;
- НГПФ представляет собой сложную социально-экономическую систему;
- НГПФ является постоянно действующей, динамически развивающейся системой и имеет многоуровневую иерархическую структуру;
- элементы транспортной системы (различные виды флота, порты, СРЗ и др.) находятся в комплексной взаимосвязи;
- эффективность функционирования элементов зависит от рационального сочетания типизации флота и универсальности, а также его приспособленности для конкретных условий эксплуатации;
- НГПФ функционирует в условиях действия большого количества случайных факторов.

Задачу оптимизации НГПФ можно сформулировать следующим образом. Определить вектор x характеристик, при которых достигается наивысшая эффективность элемента в составе НГПФ в области функциональных ограничений

$$F_i(x, t) \rightarrow \min(\max), i \in I;$$
$$P\{y_j(x, t) \geq a_j, j = 1, m, \forall t \in [0, T]\} \geq P$$

где $X \in R^n$ – вектор характеристик элемента; $F_i(x, t)$ – векторный критерий эффективности; $y(x, t)$ – функция, определяющая качества элемента; a_j – требования к качествам элемента.

Рассматриваемые задачи могут быть реализованы с помощью имитационного моделирования, теории игр, методов многокритериальной оптимизации и математического программирования с системных позиций. Решение задач в рамках единой модели невозможно, а принятие решений на ее основе вряд ли целесообразно.

Воздействие на систему случайных факторов определяет вероятностный характер функционирования ее элементов и обуславливает вероятностную природу показателей качества. Эффективным способом исследования и решения задач анализа, синтеза и оптимизации НГФ является имитационное моделирование.

Имитационное моделирование при решении задач теории массового обслуживания позволяет использовать более полную информацию об изучаемом процессе, чем это удастся сделать при использовании аналитических методов. В большинстве случаев процесс функционирования НГФ носит стационарный характер. Поэтому целесообразно исследовать зависимость показателей качества обслуживания только от характеристик потока судов и объемов добываемых углеводородов.

К преимуществам имитационного моделирования относятся [4]:

- сравнительная простота введения изменений в модель;
- динамический характер отображения деятельности системы;
- большая адекватность между физической природой описываемого процесса и его математической моделью;
- моделирование работы систем при различных законах распределения случайных величин и функциональных закономерностей;
- получение в результате моделирования более содержательной информации, в том числе характеристик законов распределения случайных величин, отражающих работу системы.

Один из недостатков имитационного моделирования заключается в том, что с помощью этого метода не всегда можно получить оптимальное решение. Поэтому в модель необходимо включить оптимизационный блок.

В целом система разработки морских нефтегазовых месторождений может иметь не одну, а несколько целей, количество и приоритетность которых может изменяться в зависимости от изменения проектных и управленческих ситуаций. Они могут быть ранжированы по их приоритетности исходя из принадлежности, поставленных задач и возможностей. Среди целей могут быть:

- получение максимального экономического эффекта;
- обеспечение энергетических потребностей региона и страны в целом;
- добыча максимального количества углеводородов;
- обеспечение минимального экологического ущерба.

Для каждой задачи можно построить большое число математических моделей, которые отражают те или иные ее свойства. Область пространства управляемых переменных, в которых выполняется система накладываемых на их значения ограничений, называется областью поиска Dz . Эта система ограничений имеет вид

$$\bar{z}_i \leq z_i \leq z_i^+, i = 1, 2, \dots, n.$$

здесь z – соответственно нижнее и верхнее предельно допустимые значения для i -й управляемой переменной, n – число управляемых переменных.

В процессе принятия решений стремятся выбирать значения вектора управляемых переменных, принадлежащего области поиска $z \in Dz$.

Для процесса построения математической модели нечетких процедур принятия решений необходимо:

- выбрать параметры в качестве управляемых переменных z ;
- построить области допустимых решений D ;
- задать механизмы поиска, перебора и выбора правил генерации в области D работоспособных вариантов и определить подмножества D_1 и D_2 .

Для сравнения вариантов принятия решений вводится критерий оптимальности Q – количественный показатель, характеризующий качество модели, с помощью которого осуществляется изменение одного наиболее важного для объекта свойства, в нашем случае это приведенные затраты.

Существует большое количество математических методов, позволяющих находить оптимум. К ним относятся методы одномерного поиска, градиентного поиска, статистические методы опти-

мизации. Основным в теории проектирования судов является вариантный метод. В его основу положен выбор наилучшего варианта судна из заранее рассчитанных вариантов с систематически меняющимися элементами. Существенное преимущество вариантного метода – его наглядность. Однако его удобство и наглядность проявляются при ограниченном количестве оптимизируемых элементов. Недостаток вариантных моделей состоит в том, что выбор оптимальных характеристик возможен лишь из предварительно заданных значений, например дедвейты, мощность. Попытки уменьшить интервал ведут к резкому росту размерности задачи, что при нескольких оптимизируемых характеристиках и немалом количестве направлений перевозок затрудняет решение задачи, либо вообще делает ее неразрешимой. По причине большой размерности вариантной модели в ней практически невозможен достаточно детальный учет взаимодействия судов и специфических особенностей их использования. В частности, в задаче определения главных размерений 10 судов потребуются просчитать около 10^{10} вариантов, что представляет определенные затруднения.

При градиентном методе выбираются приближенные значения параметров судна, а затем их постепенно изменяют, добиваясь наибольшей скорости роста целевой функции. Достигнув локального экстремума, алгоритм останавливается, и для поиска глобального экстремума необходимо вмешательство пользователя. Отметим, что градиентные методы не гарантируют оптимального решения задачи. Они подходят для унимодальных функций с единственным экстремумом.

Задача оптимизации работы НГПФ мультимодальна, поэтому для нее не существует универсального метода, но при комбинации вариантного и градиентного методов можно получить приближенное значение.

Генетический алгоритм представляет собой комбинацию вариантного и градиентного методов, где скрещивание и мутация реализуют переборную часть метода, а отбор – градиентный спуск. Принцип работы генетических алгоритмов основан на моделировании механизмов популяционной генетики, т.е. манипулирование хромосомным набором при формировании генотипа новой биологической особи путем наследования участков хромосомных наборов родителей (кроссинговер или кроссовер), случайное изменение генотипа – мутация. Процедура естественного отбора, направленная на улучшение от поколения к поколению приспособленности членов популяции путем большей способности к выживанию особей, обладающих определенными признаками. В отличие от других методов оптимизации генетические алгоритмы, как правило, анализируют различные области пространства решений одновременно и более приспособлены к нахождению новых областей с лучшими значениями целевой функции за счет объединения квазиоптимальных решений из разных популяций.

Приведем сравнение некоторых терминов естественной генетики с параметрами НГПФ:

- хромосома – решение (тип судна);
- популяция – набор решений (состав флота);
- поколение – генерация генетического алгоритма (процесс реализации одной итерации алгоритма);
- ген – элемент, находящийся в хромосоме (длина, ширина, осадка, мощность, дедвейт и т. п.);
- аллель – величина (значение) элемента;
- фенотип – структура (структура флота);
- эпистасис – множество параметров, альтернативные решения.

Таким образом, флот можно представить как «организм», имеющий определенный набор хромосом, состоящих из генов. **В результате эволюции можно получить оптимальные параметры «организма».**

На первом этапе определяются входящие в состав флота типы судов, в том числе и унифицированные, задаются ограничения и граничные условия для рассматриваемого бассейна и месторождения. На основе анализа прототипов различных типов судов, входящих в состав НГФ, можно получить зависимости основных характеристик судов от грузоподъемности, мощности скорости и т. п., которые в дальнейшем можно использовать при разработке математической модели.

Выразив через основные характеристики судов стоимость серии судов, с учетом коэффициента серийности, эксплуатационных затрат, а также принципа оптимизации в логистике, можно получить зависимость приведенных затрат от основных характеристик судов. Рассматривая в качестве портов различные варианты, необходимо учитывать имеющуюся инфраструктуру и затраты связанные с ее модернизацией.

Решение поставленной задачи осуществляется с помощью детерминированных и стохастических методов. Такой подход обусловлен особенностями функционирования флота в условиях

действия случайных факторов и динамическим характером, протекающих в нем процессов. В качестве основной привязки целесообразно использовать динамику добычи углеводородов.

При разработке морских месторождений основными грузами являются грузы, обеспечивающие ведение работ на платформе и добываемые углеводороды. Потребность в грузах на платформе зависит от глубины залегания пласта, количества скважин и скорости бурения. Динамика добычи углеводородов зависит от их запасов, геолого-физических характеристик пласта и состава извлекаемых углеводородов. Динамику добычи можно записать в следующем виде:

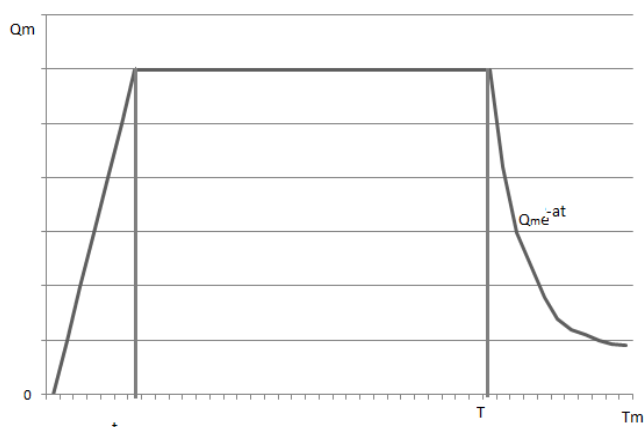
$$\int_0^T q(t)dt = \gamma Q_3,$$

где T – время эксплуатации месторождения; $q(t)$ – текущее значение добываемой нефти, м³; Q_3 – запасы нефти месторождения, м³; γ – коэффициент, зависящий от минимального устьевого давления.

Динамика добычи представлена в виде графика на рисунке.

Связав продолжительность бурения скважин с необходимыми запасами грузов (трубы, технологические жидкости и т.п.) на платформе, получим грузооборот для судов снабжения. Грузооборот танкеров связан с динамикой добычи углеводородов на месторождении [5].

Организация работы судов НГПФ в общем случае сводится к составлению расписания выполнения рабочих операций на месторождениях в соответствии с этапами разработки и учетом природно-климатических условий.



Динамика добычи нефти

Природно-климатические условия района определяются следующими характеристиками:

- H_t – средняя глубина моря в районе расположения месторождения и транспортного канала;
- $\{P_{h3\%}\}$ – повторяемость высот волн 3% обеспеченности;
- $\{P_v\}$ – повторяемость скорости ветра в районе месторождения.

Выбор формы организации судов зависит от природно-климатических условий, директивных сроков, в течение которых необходимо завершить морские работы, экономических показателей эксплуатации и технических возможностей судов НГПФ, экономических потерь от остановки работ на месторождениях, технологических особенностей выполнения отдельных операций и всей работы и прочих условий.

Суда при непрерывной работе выполняют рейсы по линейной схеме, переходя от объекта к объекту, не заходя на береговую базу. Пополнение судовых и технологических запасов и смена экипажей производится судами снабжения. С точки зрения использования эксплуатационного периода судов форма организации непрерывной работы флота обеспечивает высокую эффективность эксплуатации судов. Если время выполнения всех рабочих операций любого этапа освоения месторождения близко к директивному сроку, то работа судов производственного флота должна быть организована по непрерывной технологии.

Выходными параметрами имитационной модели являются показатели, позволяющие принимать решения по проектированию и организации работы НГПФ, а также формировать ограничения и векторный критерий задач обоснования флота и координации решений, принимаемых на различных этапах разработки и освоения шельфа.

К моделируемым показателям относятся:

- приведенные затраты на создание и функционирование;
- прибыль;
- рентабельность;
- затраты на функционирование;
- себестоимость перевозок;

- вероятности отдельных событий;
- математические ожидания и законы распределения вероятностей параметров функционирования.

Выбранные показатели должны быть чувствительными к изменению варьируемых параметров, в качестве которых в системах массового обслуживания чаще всего используются:

- число каналов обслуживания (в нашем случае танкеров, судов снабжения, производственного флота);
- плотность входящего потока судов, которая во многом определяется их характеристиками (грузоподъемностью, скоростью и другими характеристиками);
- параметры законов распределений величин, определяющих надежность функционирования и др.

Задача моделирования заключается в определении количественных зависимостей между эксплуатационно-экономическими показателями и выходными параметрами функционирования. При формировании показателей необходимо учитывать, что простои судов в ожидании обслуживания, простои при добыче углеводородов, аварии судов, возможные разливы углеводородов и другие нарушения в процессе функционирования транспортной системы приводят к экономическим потерям. Эти потери должны быть отнесены к системе в целом.

Показателем, комплексно оценивающим эффективность работы в целом, являются средние приведенные затраты на создание и функционирование системы. При этом они должны учитывать динамические и стохастические составляющие затрат, связанных с надежностью функционирования, простоями судов и выполнением планируемой работы в установленные сроки. В задачах оптимизации характеристик судов и пополнения флота целесообразно использовать в качестве критерия экономической эффективности суммарные приведенные затраты по флоту [3]. Приведённые затраты по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат (себестоимости) и капитальных вложений, приведённых к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности:

$$\Pi = C_i + E_n K_i = \min$$

где K_i – капитальные вложения по каждому варианту; C_i – текущие затраты (себестоимость) по тому же варианту; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений и оборотных средств.

Найдя зависимость капитальных вложений и текущих затрат через основные элементы судов НППФ, получим целевую функцию. В нее также будут входить такие показатели, как количество и типы судов. На основании разработанной модели автором были получены зависимости потребности различных типов судов и их геометрических характеристик для разработки морских нефтегазовых месторождений Северного Каспия.

Таким образом, предлагаемая имитационная модель, с использованием генетических алгоритмов, позволяет определить изменение количественного и качественного состава нефтегазопромышленного флота с учетом динамики добычи углеводородов. Разработанная имитационная модель позволяет учитывать изменения транспортной обстановки на Каспийском море и функционирования системы в целом.

Литература

1. *Бронников А.В.* Морские транспортные суда: основы проектирования: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1984. – 352 с.
2. *Царев Б.А.* Оптимизационное проектирование скоростных судов: Учебное пособие. – Л.: Изд. ЛКИ, 1988. – 100 с.
3. *Пашин В.М.* Математическая модель оптимизации пополнения и размещения заказов флота // Вопросы судостроения. Сер. Проектирование судов, 1977. – Вып. 13. – С. 3–11.
4. *Лифшиц А.Л., Мальц Э.А.* Статистическое моделирование систем массового обслуживания. – М.: Сов. радио, 1978. – 248 с.
5. *Пичугин Д.А.* Применение метода генетических алгоритмов при выборе оптимального состава нефтегазопромышленного флота для месторождений Каспийского моря // Труды Пятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. Т. 2. – СПб, 2011. – С. 220–223.

УДК 519.6:551.510.413.5

**ВЫДЕЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ В ИОНОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРАХ НА ОСНОВЕ
СОВМЕЩЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТОВ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ ВЕЙВЛЕТ-БАЗИСОВ**

Ю.А. Полозов¹, О.В. Мандрикова^{1,2}

¹Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка,
²Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

На основе предложенных методов выделения и оценки параметров ионосферных аномалий выполнена обработка и анализ регистрируемых ионосферных данных различными вейвлет-базисами. Созданы адаптивные сети прямой передачи сигнала для наборов признаков вейвлет-разложения. Предложенные методы позволили выделить аномалии в периоды повышенной солнечной активности и в периоды сильных землетрясений на Камчатке.

Одной из важных задач обработки и анализа ионосферных данных является задача контроля состояния ионосферы и автоматическое выделение и интерпретация аномалий, возникающих в периоды ионосферных возмущений [1–4]. Априорная неопределенность знаний о структуре регистрируемых ионосферных параметров, отсутствие формальной модели их описания, а также априорная неопределенность условий их формирования делает поставленную задачу весьма сложной. Предметом данных исследований являются регистрируемые временные ряды критической частоты ионосферы f_oF2 . На фоне регулярных суточных и сезонных изменений в данных f_oF2 наблюдаются аномалии, длительностью от нескольких десятков минут до нескольких часов [3–6]. Данные аномалии обусловлены активностью Солнца, в сейсмоактивных областях они могут возникать в периоды повышения сейсмической активности [3–7]. Сложная структура аномалий не позволяет использовать для их выделения и анализа традиционные методы анализа временных рядов [4–6, 8]. Предложенные в данной статье методы и алгоритмы основаны на применении вейвлет-преобразования [9]. Ввиду наличия быстрых алгоритмов преобразования данных и большого разнообразия базисных функций с компактными носителями этот аппарат позволяет детально изучить внутреннюю структуру данных и выделить локальные особенности различной формы и длительности [9]. После отображения данных в пространство вейвлет-признаков и упрощения их структуры, для их дальнейшей обработки предложен аппарат нейронных сетей. Используя нейронные сети, построены аппроксимации компонент данных критической частоты и выполнен их анализ. В процессе анализа результатов преобразования выделены аномалии, возникающие в периоды повышенной солнечной активности и в периоды сильных землетрясений на Камчатке.

Используя результаты работ [5, 6] получаем представление в вейвлет-пространстве случайного временного ряда:

$$y = \sum_{(j,n) \in I_M} c_{j,n} \Psi_{j,n}(t) + \sum_{(j,n) \notin I_M} c_{j,n} \Psi_{j,n}(t),$$

где $\{\Psi_{j,n}\}_{(j,n) \in \mathbb{Z}^2}$ – ортонормированный базис пространства Лебега $L^2(\mathbb{R})$, $\Psi_{j,n} = 2^{j/2} \Psi(2^j t - n)$, $y_j \in L^2(\mathbb{R})$. Коэффициенты $\bar{c}_j = \{c_{j,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ являются результатом отображения y в пространство с разрешением j , $c_{j,n} = \langle y, \Psi_{j,n} \rangle$, I_M – некоторое множество индексов проекции на M векторов случайного временного ряда y .

Важность такого представления состоит в том, что различные составляющие временного ряда рассортировываются и хранятся в различных пространствах W_j с разрешением $j: L^2(\mathbb{R}) = \sum_{j \in \mathbb{Z}}^{\oplus} W_j := \dots \oplus W_{-1} \oplus W_0 \oplus W_1 \oplus \dots$, где $W_j := \text{clos}_{L^2(\mathbb{R})}(\Psi_{j,n}; n \in \mathbb{Z})$. При этом наименьший ана-

лизируемый масштаб j ограничен шагом выборки дискретного временного ряда. Конструкция вейвлет-пакетов [9] предполагает рекурсивное расщепление пространства W_j , которое называют деревом пространств вейвлет-пакетов: $W_j^0 = \bigoplus_{i=1}^l W_{j_i}^{p_i}$. С каждым узлом (j_i, p_i) двоичного дерева связывают пространство $W_{j_i}^{p_i}$, которое допускает ортонормированный базис $\{\Psi_{j_i}^{p_i}(2^{j_i}t - n)\}_{n \in \mathbb{Z}}$ при движении вниз по дереву. Каждый узел-родитель делится на два ортогональных подпространства. На корне дерева $W_j^0 = W_j$. Объединение соответствующих базисов вейвлет-пакетов $\{\Psi_{j_i}^{p_i}(2^{j_i}t - n)\}_{n \in \mathbb{Z}, 1 \leq i \leq l}$ определяет ортонормированный базис W_j , что позволяет полностью восстановить функцию.

Для обучения нейронной сети исходный массив данных $\{f(n)\}_{n=1}^M$, где M – длина выборки, делится на L блоков длины K : $\{f(n)\}_{n=1}^M = (\{f(n)\}_{n=1}^K, \{f(n)\}_{n=2}^{K+1}, \dots, \{f(n)\}_{n=M-K}^M)$. На основе конструкции вейвлет-пакетов для каждого блока s имеем представление f в виде линейной комбинации разномасштабных составляющих:

$$f^s = f_1^s + f_2^s + \dots + f_p^s,$$

где $f_i^s \in W_{j_i}^{p_i}$, $W_{j_i}^{p_i}$ – пространства вейвлет-пакета.

Для каждой возможной комбинации имеющихся признаков формируем обучающее множество и, по описанной ниже схеме, строим нейронную сеть прямой передачи сигнала:

Цикл 1: Выполняем вейвлет-восстановление составляющей f_1^s для каждого блока данных s и на основе комбинаций восстановленных данных из различных блоков формируем обучающее множество. Строим сеть 1 переменной структуры, выполняем ее обучение и тестирование.

Цикл 2: Выполняем вейвлет-восстановление составляющих f_1^s, f_2^s для каждого блока данных s и на основе комбинаций восстановленных данных из различных блоков формируем обучающее множество. Строим сеть 2 переменной структуры, выполняем ее обучение и тестирование. И т.д.

Цикл p : Выполняем вейвлет-восстановление составляющих $f_1^s, f_2^s, \dots, f_p^s$ для каждого блока данных s и на основе комбинаций восстановленных данных из различных блоков формируем обучающее множество. Строим сеть p переменной структуры, выполняем ее обучение и тестирование.

На основе анализа результатов работы полученных нейронных сетей определяем «наилучшую»: в качестве «наилучшей» сети определяем сеть, имеющую наименьшую ошибку $E_{N, \min} = \min_l \left(\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} e_q(n)^2 \right)$, где $l = 1, \dots, p$, N – длина анализируемого выходного вектора сети. Ошибка решения $e_q(n)$ определяется как разность между желаемым и действительным выходными сигналами сети в дискретный момент времени n .

Выделенные на основе «наилучшей» сети компоненты данных содержат наиболее характерные для него признаки.

Если при обучении сети использовать данные, не содержащие аномальных особенностей, то момент возникновения такой особенности в данных может быть выявлен на основе анализа вектора ошибок сети.

В экспериментах использовались часовые данные f_0F2 , полученные автоматической ионосферной станцией, расположенной в с. Паратунка (п-ов Камчатка). Для анализа были взяты результаты измерений f_0F2 за период с 1970 г. по 2011 гг. При выполнении анализа, для определения степени магнитосферной возмущенности, характеризующей активность Солнца, использовались данные магнитного поля Земли (Н-компонента). Следуя результатам работы [4] в качестве базисных функций использовались ортогональные вейвлеты Добеши порядка 3.

Анализировались четыре компоненты разложения сигнала: аппроксимирующая компонента третьего уровня разложения (A3), детализирующие компоненты первого (D1), второго (D2) и

третьего (D3) уровней разложения. Для компоненты A3, которая содержит наиболее характерные признаки сигнала [5, 6, 10], применялись два базиса вейвлет-разложения: Добеши порядка 3 и Койфлет порядка 2.

Для каждой анализируемой компоненты была построена «наилучшая» нейронная сеть, включающая три слоя и позволяющая выполнить прогноз данных с шагом упреждения 3 часа (рис. 1).

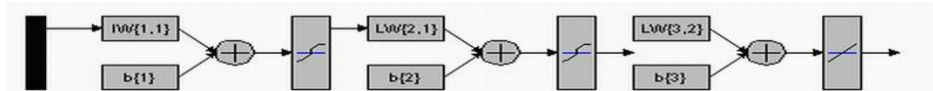


Рис. 1. Архитектура нейронной сети

В процессе проектирования сети учитывался сезонный ход ионосферного сигнала и годовая активность солнца. В таблицах 1, 2 приведены данные структуры полученных нейронных сетей. Анализ данных таблиц показывает, что структура аппроксимирующих компонент остается постоянной для различных периодов времени, структура детализирующих компонент имеет случайный характер.

Таблица 1

Структуры нейронных сетей обученных на периодах высокой годовой солнечной активности

	Высокая годовая солнечная активность (летний сезон)					Высокая годовая солнечная активность (зимний сезон)				
	A3 db3	A3 coif2	D1	D2	D3	A3	A3 coif2	D1	D2	D3
Первый скрытый слой (кол-во нейронов)	15	10	10	20	20	15	10	5	20	20
Второй скрытый слой (кол-во нейронов)	5	10	10	8	10	5	10	10	10	10

Таблица 2

Структуры нейронных сетей обученных на периодах низкой годовой солнечной активности

	Низкая годовая солнечная активность (летний сезон)					Низкая годовая солнечная активность (зимний сезон)				
	A3 db3	A3 coif2	D1	D2	D3	A3	A3 coif2	D1	D2	D3
Первый скрытый слой (кол-во нейронов)	15	10	5	20	20	15	10	15	15	15
Второй скрытый слой (кол-во нейронов)	5	10	10	8	5	5	10	15	5	5

На рис. 2, 3 показаны результаты обработки ионосферных данных за 1975 г. Стрелками отмечены моменты произошедших в этот период землетрясений на Камчатке. Результаты работы нейронных сетей (рис. 2, а-в, 3, а, б) представлены в виде векторов ошибок, взятых в скользящем временном окне в 24 отсчета. Магнитные данные (Н-компонента магнитного поля Земли, рис. 2, г) представлены в виде нормированных временных рядов, взятых в скользящем временном окне в 24 отсчета. На рис. 2, а-в показаны векторы ошибок нейронных сетей разных компонент вейвлет-разложения. На рис. 2, б (ошибка нейронной сети по аппроксимации детализирующей компоненты второго уровня вейвлет-разложения) наблюдается увеличение ошибки нейронной сети накануне сейсмических событий. Сопоставление графиков ошибок нейронных сетей аппроксимирующей и детализирующей компонент третьего уровня разложения с магнитными данными показывает наличие в них аномальных особенностей, возникающих на фоне повышенной солнечной активности (рис. 2, а, в, г, 3, б, в). На рис. 3 показаны результаты обработки компоненты аппроксимации разными вейвлет-базисами. Применение Койфлета порядка 2 (рис. 3, б) дало более выраженный результат выделения аномалий в анализируемом периоде, но выделено меньшее количество аномалий. Полученные результаты могут быть использованы для интерпретации аномалий в ионосфере при использовании данной технологии.

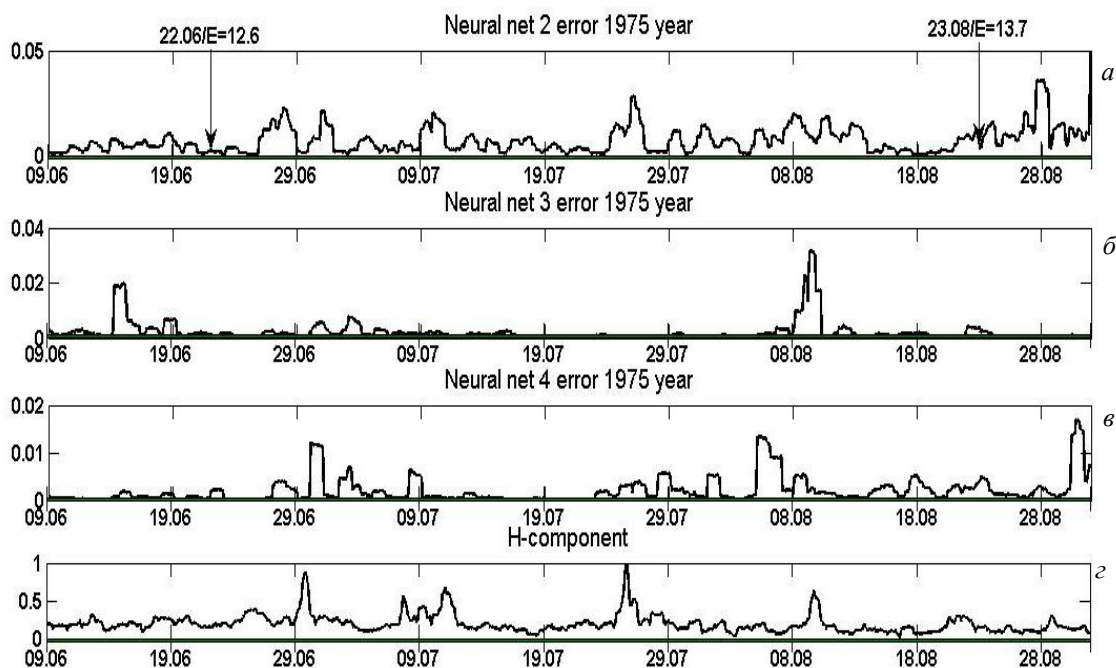


Рис. 2. Результаты обработки данных f_0F_2 за летний период 1975 года: а – вектор ошибки нейронной сети аппроксимирующей компоненты третьего уровня разложения; б – вектор ошибки нейронной сети детализирующей компоненты второго уровня разложения; в – вектор ошибки нейронной сети детализирующей компоненты третьего уровня разложения; г – H-компонента магнитного поля Земли

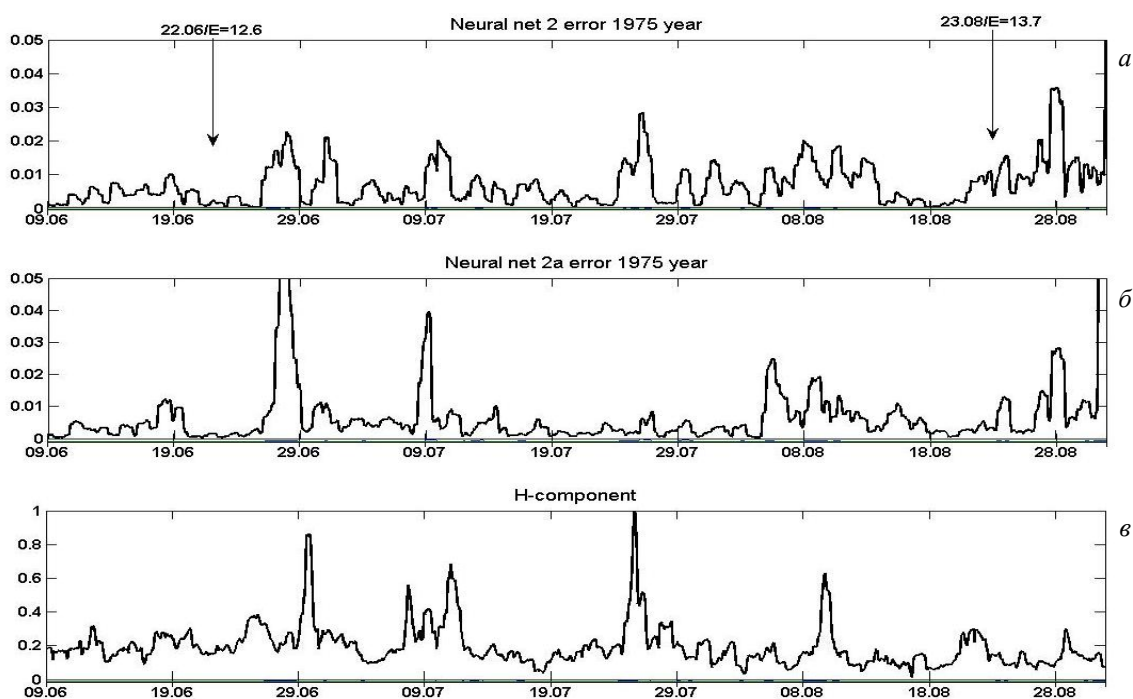


Рис. 3. Результаты обработки данных f_0F_2 за летний период 1975 года: а – вектор ошибки нейронной сети аппроксимирующей компоненты третьего уровня разложения вейвлет-базисом Добеши 3; б – вектор ошибки нейронной сети аппроксимирующей компоненты третьего уровня разложения вейвлет-базисом Коифлет 2; в – H-компонента магнитного поля Земли

Предложены методы выделения и оценки параметров ионосферных аномалий, выполнена обработка и анализ регистрируемых ионосферных данных различными вейвлет-базисами. С использованием предложенных методов были построены нейронные сети по аппроксимации и

прогнозу ионосферных данных. В процессе прогноза данных и анализа ошибок решения сети выявлены аномальные особенности, возникающие в периоды повышенной солнечной активности и накануне сильных землетрясений на Камчатке.

Работа поддержана грантом стипендии Президента Российской Федерации СП-2976.2013.5, грантом РФФИ – ДВО РАН №11-07-98514-р_восток_a и грантом «У.М.Н.И.К.» – № 10517р/16891от 08.06.2012 г.

Литература

1. *Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П.* GPS- мониторинг верхней атмосферы Земли. – Иркутск: ГУ НУ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. *Дёмин М.Г.* Ионосфера Земли. Плазменная гелиогеофизика. – М.: Физматлит, 2008. – Т. II. – С. 92–163.
3. *Липеровская Е.В., Липеровский В.А., Похотелов О.А.* О возмущениях в F-области ионосферы перед землетрясениями // Геофизические исследования. – 2006. – № 6. – С. 51–58.
4. *Мандрикова О. В., Полозов Ю.А.* Критерии выбора вейвлет-функции в задачах аппроксимации природных временных рядов сложной структуры // Информационные технологии. – М., 2012. – № 1. – С. 31–36.
5. *Мандрикова О.В., Полозов Ю.А.* Метод выделения аномальных особенностей в данных критической частоты ионосферы на основе совмещения вейвлет-преобразования и нейронных сетей / Цифровая обработка сигналов. – М.: РНТОРЭС, 2012 г. – № 2. – С. 29–35.
6. *Mandrikova O.V., Polozov Yu.A., Bogdanov V.V., Zhizhikina E.A.* Method of detection of abnormal features in ionosphere critical frequency data on the basis of wavelet transformation and neural networks combination / A Journal of Software Engineering and Applications. – Vol. 5. – No. 12B. – 2012. – P. 181–187.
7. *Mandrikova O.V., Polozov Yu.A., Zaliaev T.L.* Methods of analysis and interpretation of ionospheric critical frequency f_{oF2} data based on wavelet transform and neural networks / European Seismological Commission 33-rd General Assembly (GA ESC 2012) 19.08.2012 – 24.08.2012 / http://www.esc2012-moscow.org/files/GA_ESC_2012-Program_13.08.2012.xls.
8. *Мандрикова О.В.* Многокомпонентная модель сигнала со сложной структурой // Проблемы эволюции открытых систем. 2008. – Вып. 10. – Т. 2. – С. 161–172.
9. *Mallat S.* A Wavelet tour of signal processing [пер. с англ.]. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
10. *Полозов Ю.А.* Метод формирования обучающего множества для нейронной сети на основе вейвлет-фильтрации / Полозов Ю.А. // Известия вузов, Северо-Кавказский регион. – Ростов-на-Дону. – Серия Естественные науки. – № 3. – 2010. – С. 12–16.

УДК 004.9:574.5 (571.66)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ПО ВОДНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

М.Ю. Шаталович

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В данной статье рассматривается создание автоматизированной системы по учету площади дна, занятой подводной растительностью на побережье юго-восточной Камчатки. Она обеспечивает занесение, хранение и отображение данных, полученных по материалам аэровидеосъемки прибрежного водорослевого пояса.

В прибрежных водах юго-восточной Камчатки ламинариевые водоросли широко распространены на отдельных участках побережья и образуют значительные скопления и большие промысловые поля (рис. 1). Изучение их распределения и запасов были начаты здесь с 30-х го-

дов прошлого века [1]. В ходе современных исследований было обнаружено, что в Авачинском заливе имеются участки дна с нарушенной структурой макрофитобентоса [1]. Там практически полностью уничтожены заросли ламинариевых и абсолютное доминирование принадлежит кораллиновым водорослям. На этом основании можно говорить о том, что и в этом регионе российского Дальнего Востока имеют место процессы «опустынивания дна». Пагубными последствиями этих процессов могут быть следующие: в прибрежной зоне уменьшится валовый объем первичной продукции, резко упростится пространственная структура донных сообществ, уменьшится количество животных, питающихся ламинариевыми и другими фолиозными видами водорослей и растительным детритом, уменьшится количество взвешенного детрита (ВОВ) и, следовательно, сократится продукция бактериального планктона, следом зоопланктона. Перечисленные изменения спровоцируют изменения в последующих звеньях пищевой цепи и, в конечном итоге, отразятся на общей продуктивности прибрежных экосистем, структуре донных и пелагических сообществ.

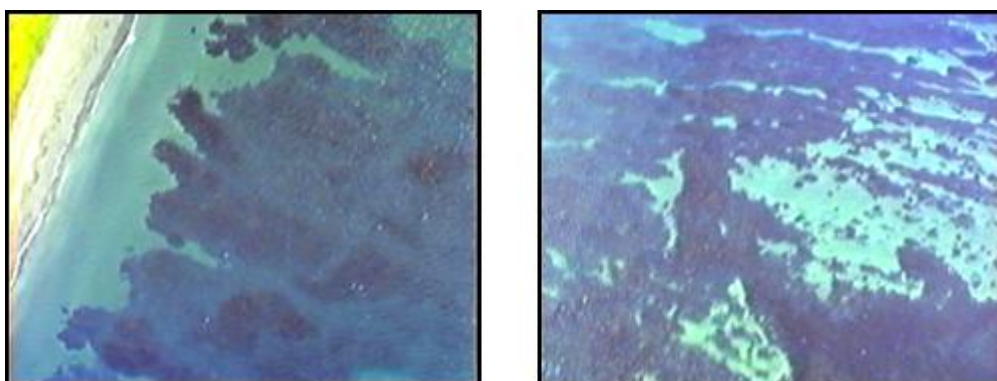


Рис. 1. Различные участки водорослевого пояса, развивающиеся у побережья юго-восточной Камчатки

Для решения задач анализа природных данных интенсивно развиваются методы картографии и обработки данных на основе средств интеллектуального анализа и распознавания образов [2]. В настоящее время отсутствует информационная платформа и базы данных по размещению растительных ресурсов у юго-восточной Камчатки, что делает невозможным эффективное применение и реализацию данных методов. Целью исследования является разработка автоматизированной системы по учету площади дна, занятой подводной растительностью на побережье юго-восточной Камчатки, обеспечивающей занесение, хранение и отображение данных. В процессе исследований разработан проект информационной системы, включающий элементы картографии, и созданы основные его компоненты.

Система состоит из трех следующих компонентов:

- 1) база данных на платформе MS SQL Server;
- 2) геоинформационная система QuantumGIS;
- 3) клиентское приложение, которое взаимодействует с базой данных и геоинформационной системой.

Проект обеспечивает через клиентское приложение осуществление ввода и изменений данных, находящихся в базе данных. Далее можно осуществить расчёт таких показателей как биомасса и проективное покрытие водорослей и визуализацию данных (таких как название участка, вид участка и его координаты, размеры ВБР, биомасса), хранящихся в БД с помощью геоинформационной системы QuantumGIS.

В качестве системы управления базами данных, как указано выше, была выбрана платформа MS SQL Server Express. MS SQL Server 2008 Express. Это бесплатная редакция системы SQL Server. Она обеспечивает создание небольших серверных приложений и распространение независимыми поставщиками программного обеспечения. В этот выпуск включен ряд мощных функциональных возможностей, в частности службы отчетов SQL Server 2008 – серверная платформа для создания и отправки классических и интерактивных отчетов – и графическая среда SQL Server 2008 Management Studio Express, упрощающая управление базами данных.

Данная СУБД дает возможность разрабатывать высокопроизводительные приложения, опирающиеся на безопасность, надежность и масштабируемость ядра SQL Server. Тесная интеграция SQL Server Express с конструкторами Visual Studio и средой SQL Server Management Studio позволяет оперативно создавать приложения пользователя. Диаграмма разработанной базы данных представлена на рис. 2.

Как следует из рисунка 2, база данных имеет следующие таблицы: Sector, VBRStock, VBRTYPE, Coordinates, VBRTYPESector. В таблице Sector хранятся SectorCode (код участка), SectorName (название участка). В таблице VBRTYPE хранятся следующие данные: VBRCode (код ВБР), Description (описание ВБР), Class (класс), Family (семейство). Таблица VBRStock содержит следующие поля: VBRCode (код ВБР), SectorCode (код участка), VBRLength (длина участка ВБР), VBRWidth (ширина участка ВБР), Biomass (биомасса), Projectivecover (проективное покрытие). Таблица Coordinates содержит следующие поля: SectorCode (код сектора), XCoordinate (координата X), YCoordinate (координата Y). Таблица VBRTYPESector содержит VBRCode (код ВБР) и SectorCode (код участка). Между таблицами были созданы связи один-ко-многим и многие-ко-многим.

В качестве геоинформационной системы (ГИС) была выбрана QuantumGIS, которая является свободной кроссплатформенной геоинформационной системой [3]. QuantumGIS позволяет использовать большое количество распространенных ГИС функций, обеспечиваемых встроенными инструментами и модулями. Все функции данной ГИС можно разбить на 6 категорий: просмотр данных, исследование данных и компоновка карт, управление данными: создание, редактирование и экспорт, анализ данных, публикация карт в сети Интернет и расширение функциональности QGIS с помощью модуля расширений.

Следующим шагом реализации проекта является настройка связи между базой данных и геоинформационной системой QuantumGIS [4]. Для автоматизации процесса передачи данных из базы данных в геоинформационную систему был написан скрипт на языке Python, осуществляющий соединение с базой данных, создание слоя в котором обеспечит визуализацию данных (рис. 3).

Создание клиентского приложения обеспечит взаимодействие с базой данных. Для разработки данного приложения будет использоваться среда разработки MS Visual Studio 2010. Данная среда прекрасно подходит для написания приложения, работающего с MS SQL Server.

Таким образом, в ходе исследований разработан проект информационной системы по хранению, обработке и анализу данных по размещению растительных ресурсов у Юго-Восточной Камчатки. Разработаны специализированные программные блоки по сбору, обработке и анализу

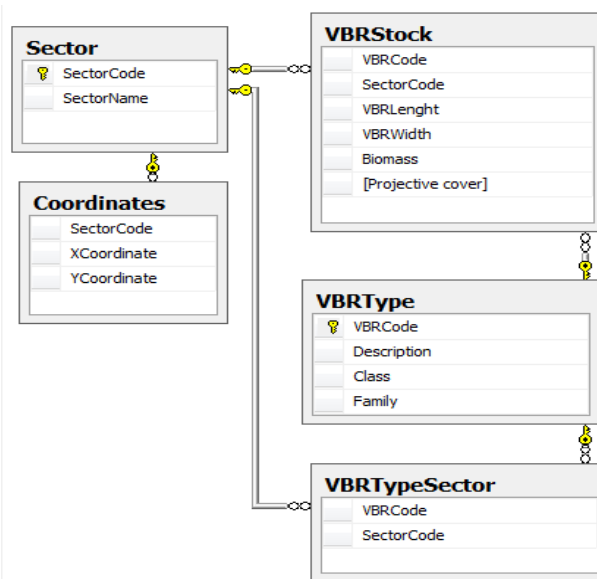


Рис. 2. Диаграмма базы данных для автоматизированной системы по учету площади дна, занятой подводной растительностью

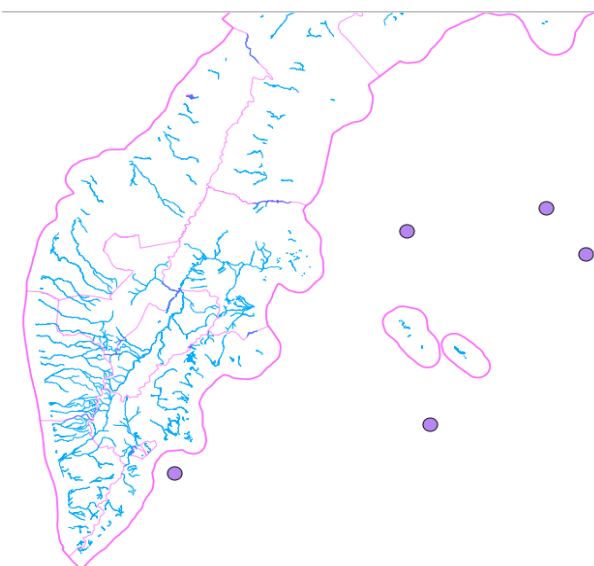


Рис. 3. Пример геоинформационной системы Quantum GIS, отображающей распределение объекта на карте

данных. Проект обеспечивает высокий уровень автоматизации и дает возможность выполнять анализ данных разнообразных по временным и пространственным масштабам.

Автор выражает благодарность научному руководителю д.т.н., проф. Мандриковой О.В. за помощь в работе.

Литература

1. Клочкова Н.Г., Саушкина Л.Н. Морфогенез бурой водоросли *Laminaria bongardiana* и его изменение под воздействием факторов среды обитания // Вестник КамчатГТУ. – Вып. 3. – 2004. – С. 50–58.

2. Мандрикова О.В., Богданов В.В. Multistructural models of geophysical signals // Conf. Proceed 8-th Intern. Conf. on PATTERN RECOGNITION and IMAGE ANALYSIS: NEW INFORMATION TECHNOLOGIES. (October 8-12, 2007) // Yoshkar-Ola : PRIA. – 2007. – Vol. 3. – С. 81–84.

3. <http://www.qgis.org>.

4. <http://www.gis-lab.info>.

**Секция 3. ИННОВАЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 553.411.08:543.06

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОБ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ К АНАЛИЗУ**

**О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина,
П.А. Белозёров, В.А. Пахомов**

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Предлагается инновационная технология подготовки проб золотосодержащего минерального сырья к анализу, позволяющая снизить затраты электроэнергии, сократить продолжительность процесса, уменьшить износ оборудования, улучшить условия труда лаборантов.

Затраты электроэнергии и труда на подготовку проб золотосодержащего минерального сырья к анализу в лабораториях МПР РФ составляют примерно половину от общих затрат на производство аналитических работ [1].

На основании результатов выполненных научных исследований [2–8] предлагается следующая технология подготовки лабораторных паспортных проб золотосодержащего минерального сырья к анализу:

- 1) лабораторная проба с крупностью зерна –1 мм подсушивается в микроволновой печи до конечной влажности не более 3%;
- 2) если начальная влажность пробы менее 1%, то её увлажняют до 1,0–1,5%;
- 3) измельчение проб проводят на стандартном оборудовании по стандартной методике;
- 4) контроль крупности измельчённого материала выполняют по методике [4];
- 5) если содержание материала с крупностью зерна –0,071мм меньше 90%, то проводят дополнительное измельчение пробы.

Предлагаемая методика позволяет:

- снизить затраты электроэнергии в 1,5–2 раза;
- сократить продолжительность пробоподготовки в 2–3 раза;
- уменьшить износ оборудования на 30%;
- улучшить условия труда лаборантов.

Литература

1. *Швецов В.А.* Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. *Швецов В.А., Белавина О.А., Адельшина Н.В., Шунькин Д.В., Пахомова В.В.* К вопросу контроля степени тонкого измельчения лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 14. – С. 16–19.
3. *Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В.* Заявка на изобретение № 2012117470 «Способ сушки геологических проб золотосодержащих руд с подогревом в микроволновой печи». Дата поступления на экспертизу 26.04.2012.
4. *Швецов В.А., Пахомова В.В., Белавина О.А., Адельшина Н.В., Кошелева Н.Б.* Патент на изобретение № 2448337 «Способ контроля крупности частиц аналитической пробы». Заявка № 2010108300. Приоритет изобретения 05 марта 2010 г. Опубликовано 20.04.2012. Бюл. № 11.
5. *Белавина О.А., Швецов В.А., Толстова Л.А.* О применении органолептического контроля крупности частиц при подготовке проб минерального сырья к анализу: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. «Наука, образование, инновации: пути развития» (Петропавловск-Камчатский, 24–26 апреля 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – Ч. 1. – С. 109–110.

6. Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В. Исследование процесса измельчения проб минерального сырья: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование» (Петропавловск-Камчатский, 20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 37–41.

7. Швецов В.А., Пахомова В.В., Белавина О.А., Адельшина Н.В., Шунькин Д.В. Совершенствование контроля степени тонкого измельчения лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – № 3. – Т. 78. – С. 22–24.

8. Пахомова В.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Адельшина Н.В. Обоснование необходимости изменения требований к степени измельчения аналитических проб золотосодержащих руд // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. – № 10. – Т. 78. – С. 72–74.

УДК 664.951

ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ОХЛАЖДЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

С.А. Головачева, А.А. Морозов, Н.Л. Чернышева

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Калининград*

Описано проведение эксперимента по изучению влияния консервирующих добавок на качество и безопасность охлажденной продукции из водных биологических ресурсов, а также продления сроков хранения. Представлены данные, полученные в ходе эксперимента.

Постоянно растущий спрос на охлажденные продукты вызывает необходимость выбора технологических параметров обработки и хранения такой продукции для увеличения ее сроков годности. В этой связи проводились исследования по влиянию обработки охлажденного и мороженого сырья различными растворами консервантов для увеличения их сроков годности.

Актуальность работы в данном направлении в полной мере определяется все возрастающим спросом на охлажденные пищевые продукты. При этом известно, что в охлажденных продуктах основными факторами порчи выступают с одной стороны микробиологические, а с другой – немикробиологические, т.е. химические, биохимические и физико-химические. Развитие и тех и других зависит как от свойств продукта, так и от условий хранения, однако, особое значение для достижения хорошего качества продукта имеет качество используемого сырья. В этой связи на первый план выходит понятие свежести сырья и, естественно, свежести продукта.

Понятие свежести особенно актуально для продуктов, которые при хранении подвергаются значительным изменениям, что напрямую связано с их составом. Естественно, что именно к таким продуктам относится рыба, которая без охлаждения начинает портиться (разлагаться) через 12–24 часа. Плохая сохраняемость рыбы обусловлена многими факторами, из которых можно обозначить следующие:

- действие микроорганизмов, многие из которых относятся к психрофильным и могут развиваться при температурах, близких к 0 °С;
- наличие на поверхности рыбы слизи;
- действие ферментов кишечника;
- автолиз белка мышечной ткани с образованием различных продуктов расщепления;
- высокое содержание воды;
- большая неопределенность жирных кислот, входящих в состав липидов рыб.

При этом следует отметить специфичность порчи (разложения) рыбы, в сравнении, например, с мясом теплокровных животных. При порче рыбы довольно четко выявляются две стадии:

- разложение составных частей слизи и жабр;
- разложение мышечной ткани.

Все эти процессы приводят к накоплению в рыбопродуктах различных соединений, ухудшающих качество, а зачастую и снижающих безопасность продукции.

Из белковых соединений, образующихся в процессе хранения, можно выделить различные азотистые соединения. Суммарно азотистые вещества в мясе рыбы представлены белками и азотистыми небелковыми веществами. Однако при хранении в мясе рыбы происходит накопление небелковых азотистых соединений. Следует отметить, что небелковые азотистые вещества накапливаются в мясе рыбы как в процессе прижизненного обмена, так и в процессе посмертных аутолитических изменений. Они легко растворяются в воде и поэтому часто называются азотистыми экстрактивными веществами.

В свежем мясе большинства промысловых рыб, за исключением акул и скатов, количество азотистых экстрактивных веществ невелико: у стерляди – 1,69% к массе мяса, осетра – 3,05%, судака – 3,28%, карпа – 3,92%, трески – 3,46%, акулы и ската – 7,38 – 8,63% в прочих рыбах от 1,63 до 3,06%.

Азотистые экстрактивные вещества в мясе рыбы играют важную роль в пищеварении. Воздействуя на нервные окончания пищеварительных органов, они вызывают выделение пищеварительных соков, что способствует появлению аппетита и усвоению пищи. Некоторые из этих веществ обуславливают специфический вкус и запах рыбы. При хранении рыбы количество азотистых экстрактивных веществ возрастает, что способствует ускорению бактериальной порчи рыбы.

Как известно из литературы, к азотистым экстрактивным веществам относятся следующие группы соединений: летучие основания (первичные, вторичные и третичные амины, аммиак, азотсодержащие гетероциклы), триметиламмониевые основания (триметиламиноксид, бетаины и др.), производные гуанидина (креатин, креатинин, аргинин); производные пурина (гипоксантин, ксантин и близкие к ним нуклеозидфосфаты – АМФ, АДФ и АТФ), производные амидазола (гистидин, карнозин, ансерин), смешанная группа (мочевина, свободные аминокислоты).

Суммарно содержание летучих оснований в свежей рыбе не превышает 15–17 мг%, и большая часть их представлена аммиаком. Содержание триметиламина у морских рыб составляет от 2 до 2,5 мг%; у пресноводных до 0,5 мг%. Моно и диметиламины находятся в следовых количествах (менее 0,1 мг%).

По мере порчи рыбы количество летучих оснований увеличивается, вызывая появление неприятного запаха.

Все это привело к тому, что в законодательстве практически всех стран устанавливаются нормы по содержанию таких соединений для характеристики свежести сырья и охлажденной продукции.

Например, в странах ЕС для контроля свежести рыбы и рыбной продукции обязательно проводят определение таких показателей как азот летучих оснований (TVB-N), триметиламин (ТМА) и гистамина. (Директива Совета ЕС № 91/493/ЕЕС от 22 июля 1991г, устанавливающая санитарные условия для производства и сбыта рыбной продукции).

При этом аналогичные нормы устанавливаются и в национальном законодательстве европейских стран. Так, в Норвежском законодательстве (Предписание по качеству рыбы и рыбных товаров, установленных Директоратом рыболовства) в тощих видах живых рыб, сельдевых и скумбриевых содержание триметиламина не должно превышать 3 мг на 100 г мяса из среднего числа проверенных проб, а для каждой отдельной пробы – 5 мг. В охлажденной рыбе в 100 г рыбного мяса из среднего числа проверенных проб не должно содержаться более 10 мг триметиламина, а в каждой отдельной пробе – более 15 мг.

Что касается азота летучих оснований, то в 100 г рыбного мяса из среднего числа проверенных проб его должно содержаться:

- менее 25 мг во всех видах морского окуня (*Sabastes Spp*), синеротого окуня (*Helicolenus dactylopterus*) и кармазина капского (*Sebastichthys capensis*);
- менее 30 мг в видах, относящихся к семейству камбаловых (*Pleuronectidae*), за исключением палтусовых (*Hippoglossus Spp*);
- менее 35 мг в других видах рыб.

В РФ также приняты ветеринарно-санитарные нормы, аналогичные указанной Директиве ЕС (СанПиН 2.3.4.050-96, утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 11.03.96 № 6), которые устанавливают требования к производству и реализации рыбной продукции, поступающей на экспорт. Для производства рыбы и рыбной продукции для внутреннего рынка России

установлены нормы только по содержанию гистамина для отдельных видов рыб, таких как лососевые, скумбриевые, сельдевые и тунцовые. В ветеринарном законодательстве установлены также нормативные показатели содержания АЛЮ и ТМА, используемые для характеристики свежести рыбной продукции.

Проведение работ в данном направлении в полной мере определяется возрастающим спросом покупателей на охлажденные продукты. При этом для производства охлажденных продуктов в последнее время используется множество различных ингредиентов и различные виды сырья, зачастую и мороженые. Гарантия изготовления безопасных продуктов тесно связана с прогнозированием микробиологических процессов, происходящих в процессе хранения сырья, проектированием процессов обработки, способствующих снижению риска пищевого отравления и, как следствие, режимов и сроков хранения. Одновременно необходимо провести выбор средств контроля.

В данном направлении были проведены следующие работы:

- исследование влияния обработки консервирующими добавками охлажденного сырья с изучением его последующего хранения во льду, приготовленном также с добавками консервирующих препаратов, включающее выбор действенной концентрации и условий хранения;
- исследование влияния сроков хранения мороженого сырья на качество и безопасность охлажденной продукции с выбором действующего агента для снижения общей обсемененности и увеличения сроков хранения продукции.

Известно, что в европейских странах на долю потребления рыбы в охлажденном виде приходится до 90% всей рыбной продукции. Однако до настоящего момента в Российской Федерации доля потребления охлажденной рыбы ниже и составляет лишь 25%. Это в значительной степени определяется проблемами сохранения качества и безопасности охлажденной продукции при ее хранении и транспортировании, поскольку именно в охлажденном виде продукты являются особо скоропортящимися. Известно, что в процессе хранения в охлажденной продукции довольно легко протекают физические, химические и микробиологические процессы порчи. Применительно к рыбе это происходит под действием эндогенных (влияние собственных ферментов) и экзогенных (влияние микроорганизмов, воздуха, света, температуры) факторов. При этом следует отметить, что мясо рыбы из-за рыхлой структуры и пластичной коллоидной структуры, довольно высокого содержания воды, сравнительно короткого периода посмертного окончания, небольшой доли соединительной ткани в мясе, высокой ферментативной активности и высокого содержания ненасыщенных жирных кислот довольно легко подвержено порче. Физические процессы связаны со структурными изменениями, потерей влаги или ее миграцией. Химические процессы в полной мере определяет деградация белковых и жировых составляющих рыбопродукта. Однако, основная причина порчи продукта и, как следствие, пищевые заболевания потребителей связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов. Рост большинства микроорганизмов можно замедлить, подбирая условия хранения, используя консерванты или специальную упаковку. Таким образом, решение проблемы сохранения качества и безопасности и продления, по возможности, сроков годности, будет тесно связано с выбором условий обработки, хранения и, естественно, контроля. При этом, необходимо осуществить и выбор показателей, позволяющих с наименьшими затратами осуществить такой контроль. В практике обычно применяются разнообразные методы анализа, объединяющие сенсорные (контроль внешнего вида, вкуса, запаха и консистенции), физические (определение величины рН, измерение активности воды, электрического сопротивления мяса), химические (определение показателей, характеризующих изменение основных компонентов продукта – белков и липидов), микробиологические (контроль роста бактерий).

С учетом выше сказанного нами были выбраны два основных действующих агента:

- глироксил (добавка 1) – эффективное средство для деконтаминации и дезинфекции, имеющее разрешение для применения в рыбной промышленности;
- твиноксид (добавка 2) – консервирующее и дезинфицирующее средство, используемое в пищевой промышленности.

Для решения поставленных задач были выбраны два объекта исследования – треска и лосось. При этом охлажденные треска и лосось использовались для изготовления филе. В дальнейшем производились работы по выбору действенной концентрации и изучению влияния технологической обработки сырья и льда для установления сроков хранения охлажденной

продукции. Одновременно охлажденный лосось замораживали и использовали в дальнейшем для установления влияния сроков хранения мороженой продукции на сроки хранения приготовленной охлажденной продукции.

Поскольку одним из способов хранения охлажденной продукции является хранение во льду, то нами на начальном этапе были проведены работы по изучению влияния применяемых добавок на микробиологическое состояние льда. Для эксперимента была использована вода, имеющая микробиологическое загрязнение.

Практически все концентрации добавок оказывали влияние на микробиологическое состояние льда. Особенно следует выделить добавку % 1, которая одинаково эффективно действовала на микробиологическое состояние льда во всех используемых концентрациях. В дальнейших исследованиях для приготовления льда использовали водопроводную воду с добавками приведенных выше агентов.

Одновременно нами были проведены работы по определению действующей концентрации добавок на охлажденной продукции при обработке водным раствором используемых препаратов. После промывки филе хранилось при 0–2°C. И в первом, и во втором случае использовали растворы с концентрацией 0,1%, 0,3% и 0,5%. Контроль качества и безопасности продукции проводили с применением таких показателей, как АЛО, ТМА, рН и микробиологических показателей (КМАФАМ). Одновременно определяли органолептические показатели.

Для наглядности на рис. 1–3 приведены графические зависимости АЛО, рН и ТМА от сроков хранения. Как следует из представленных данных, обработка филе раствором консервирующей добавки различной концентрации на первом этапе приводит к незначительному снижению содержания азота летучих оснований (за исключением образца, промытого раствором консервирующей добавки в концентрации 0,1%), а в дальнейшем хранении значительно тормозится прирост данных соединений и к концу хранения содержание АЛО в необработанном образце составляет 49,9 мг/100 г, а в образцах обработанных раствором консервирующей добавки достигает 28,5 мг/100 г (0,1% раствор), 24,3 мг/100 г (0,3% раствор) и 15,6 мг/100 г (0,5% раствор). Таким образом, с учетом действующих в ветеринарном законодательстве РФ норм для АЛО (безупречно свежая – 10–20 мг%, несвежая, но пригодная для пищевого использования – до 35 мг%, испорченная и не пригодная в пищу – более 40 мг%) необработанное сырье относится к последней группе (испорченная и не пригодная к пище), а филе, обработанное раствором 0,5%, может характеризоваться как безупречно свежее. В странах ЕС норма для лососевых видов рыб по АЛО составляет 35 мг/100 г продукта.

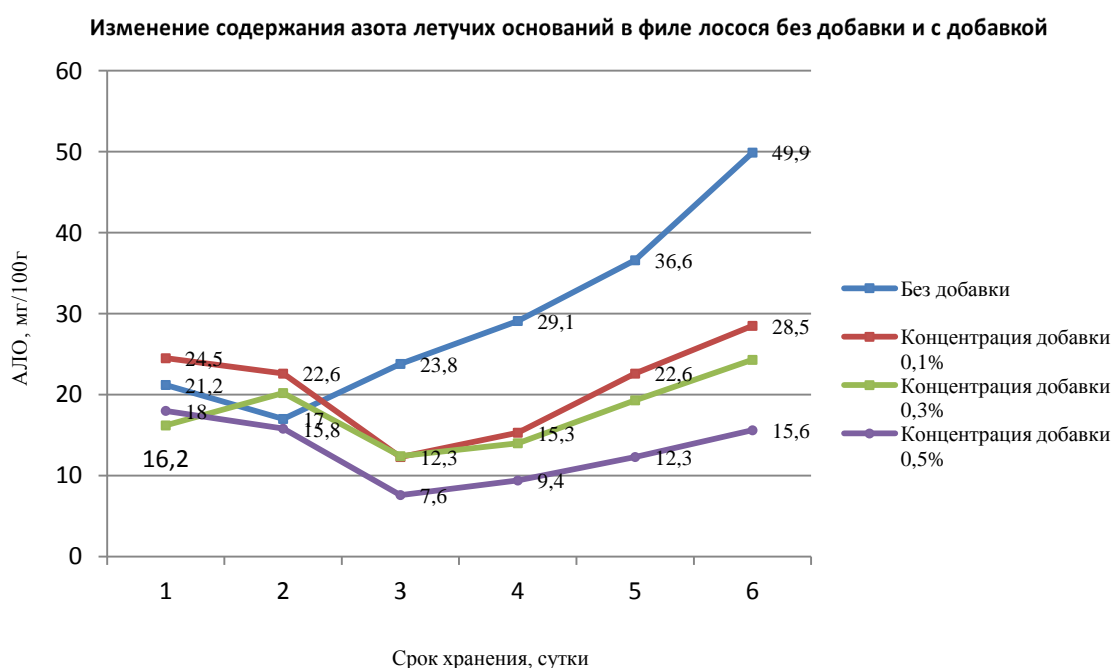


Рис. 1. Влияние обработки охлажденного филе лосося раствором добавки №1 различной концентрации на содержание АЛО в процессе хранения при температуре 0–2°C.

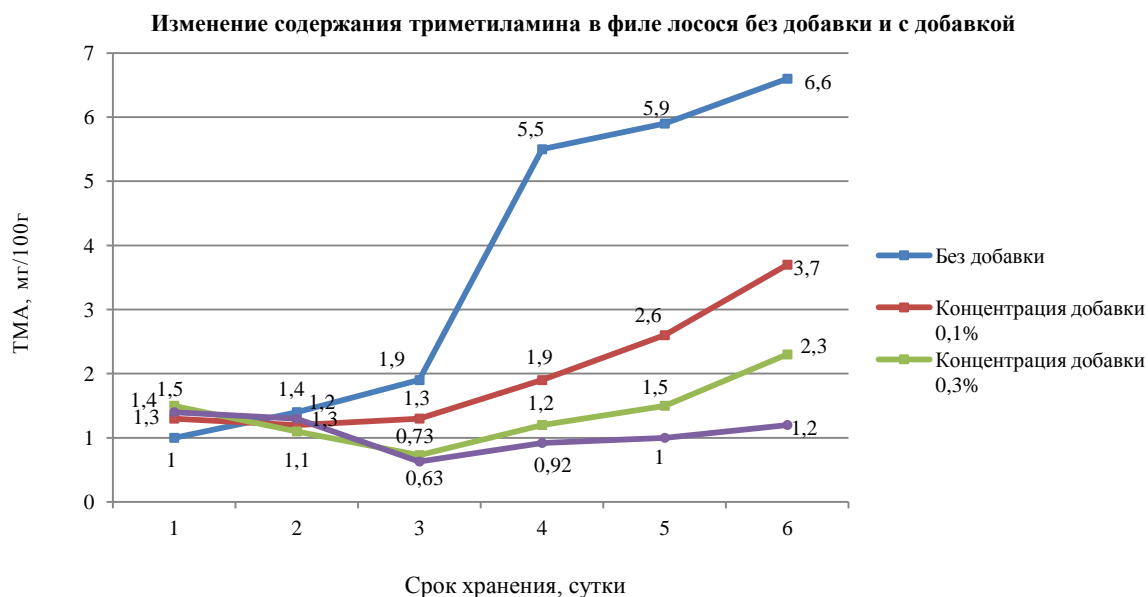


Рис. 2. Зависимость содержания ТМА, мг/100 г в филе лосося без обработки и с обработкой добавкой № 1 разной концентрации от сроков хранения при температуре 0 – 2°С

Содержание триметиламина в необработанном филе лосося составляет 1,0 – 6,6 мг/100 г. В обработанной продукции к концу срока хранения его величина варьировалась от 3,7 мг/100 г для наименьшей концентрации раствора, применяемого для обработки до 1,2 мг/100 г для раствора с максимальной концентрацией. При этом для классификации рыбы по свежести в РФ используют следующие величины: ТМА – в свежей рыбе I сорта – 2 мг/100 г, в рыбе II сорта – от 2 до 7 мг/100 г, сомнительной свежести – от 7 до 20 мг/100 г, недоброкачественной – 20 мг/100 г и более.

В европейском законодательстве предельная величина этого показателя составляет 12 мг/100 г.

Изменение величины рН продукции, обработанной более концентрированным раствором консервирующего агента, смещается на 0,5–1,0 единицу в сторону нейтральной среды.

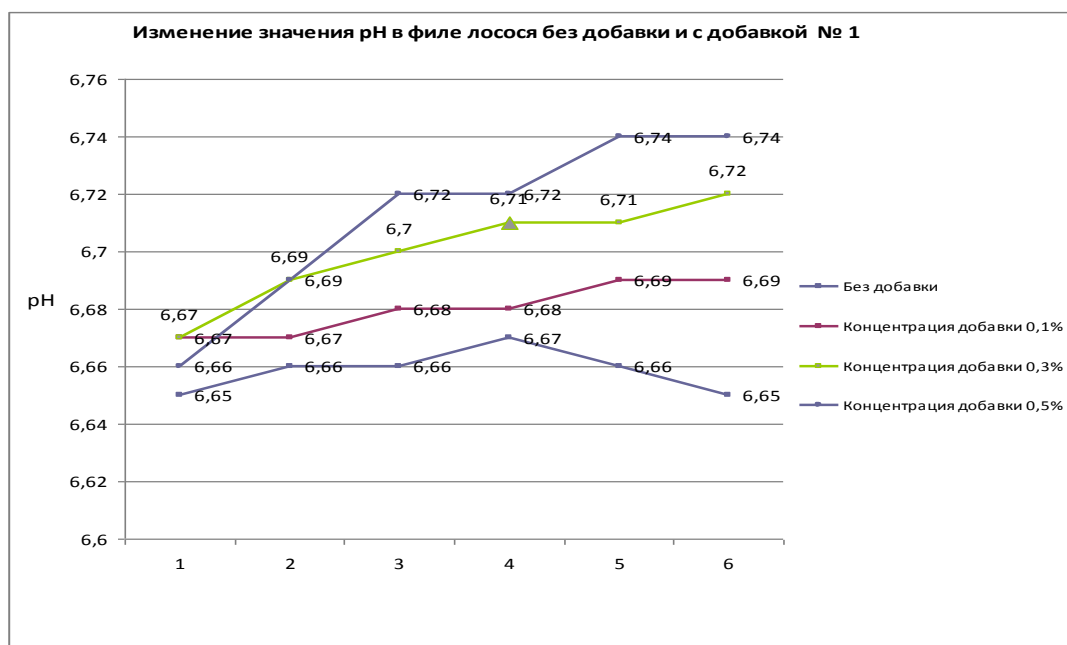


Рис. 3. Зависимость величины рН в филе лосося без обработки и с обработкой добавкой №1 разной концентрации от сроков хранения при температуре 0 – 2°С

Как и следовало ожидать, в образце, не обработанном консервирующим раствором, органолептические показатели ухудшились уже на вторые сутки хранения. Наименьшие изменения органолептических показателей отмечены в образце, обработанном раствором консервирующего агента в концентрации 0,5%.

Таким образом, было показано, что максимальным стабилизирующим эффектом обладает раствор с концентрацией консервирующего агента № 1 0,5%. Вторая добавка – в концентрациях до 0,5% не позволяла достичь аналогичного эффекта. При этом в ряде случаев при использовании более высокой концентрации добавки происходил более существенный прирост азотистых соединений. Использование более концентрированного раствора данного препарата не эффективно уже с экономической точки зрения.

На рисунках 4–6 приведены диаграммы зависимости рН, ТМА и АЛО от концентрации применяемого для обработки раствора добавки № 2.

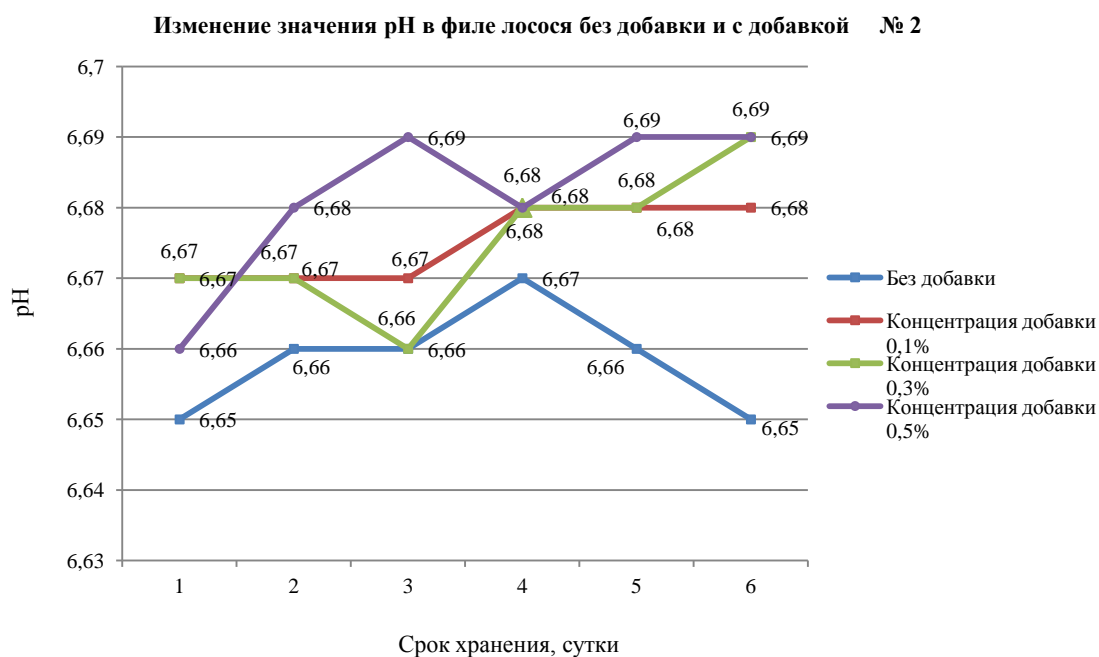


Рис. 4. Зависимость величины рН в филе лосося без обработки и с обработкой добавкой № 2 разной концентрации от сроков хранения при температуре 0–2°С

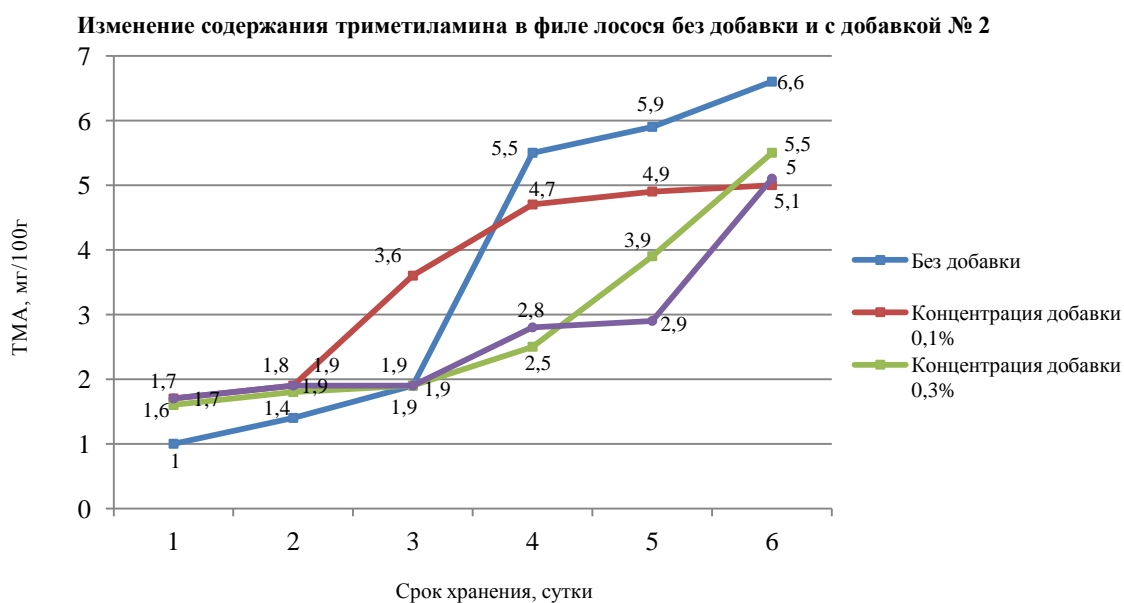


Рис. 5. Зависимость содержания ТМА, мг/100 г в филе лосося без обработки и с обработкой добавкой № 2 разной концентрации от сроков хранения при температуре 0–2°С

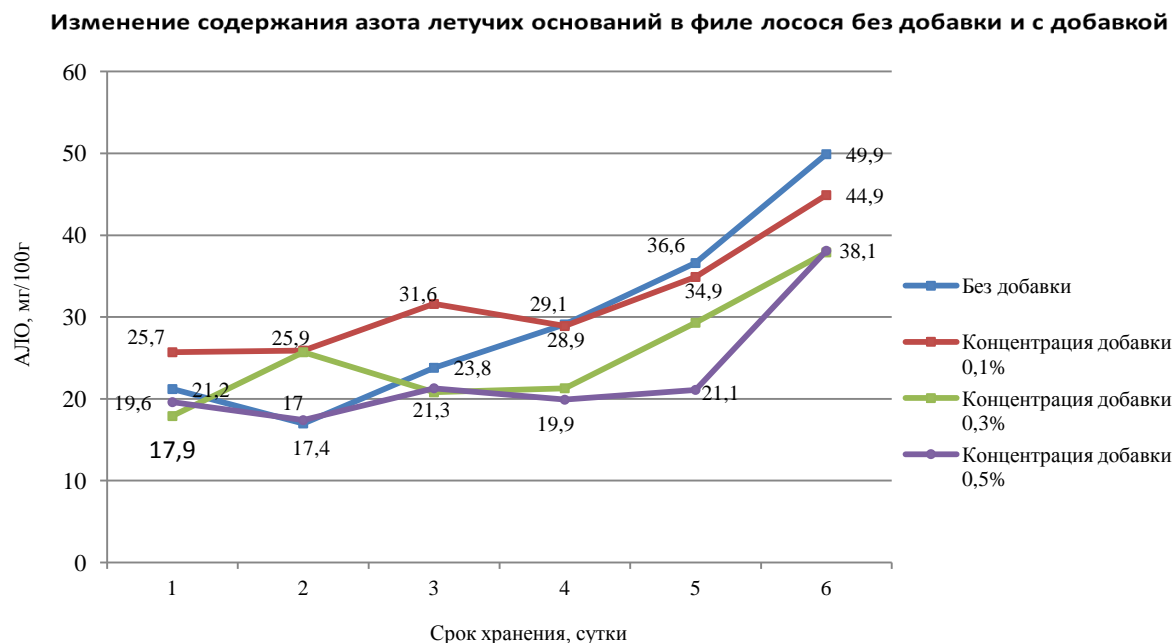


Рис. 6. Влияние обработки охлажденного филе лосося раствором добавки № 1 различной концентрации на содержание АЛО в процессе хранения при температуре 0–2°С.

Как следует из приведенных диаграмм стабилизирующее и консервирующее действие добавки № 2 менее эффективно, чем добавки № 1.

Особенно это видно по зависимости ТМА и АЛО от сроков хранения обработанного и необработанного филе лосося. При этом следует отметить, что концентрация 0,3% и 0,5% на шестые сутки хранения практически оказывали одинаковое воздействие на процесс деструкции белка.

Для проведения дальнейших исследований было взято филе лосося мороженое со сроками хранения 1, 2, 3, 4 месяца. После разморозки образцы были промыты раствором с выбранной добавкой, одновременно с этой же добавкой получали лед и образцы закладывали на хранение во льду. В качестве контрольного образца применяли филе, не обработанное консервантом и хранившееся во льду без консерванта.

Таким образом, обработка изготовленного из мороженого лосося филе при применении обработки раствором консерванта № 1 в концентрации 0,5% позволяет увеличить сроки годности охлажденной продукции до 10–14 суток.

С использованием этой же добавки были проведены работы по изучению сроков хранения охлажденного филе трески и лосося. В данном случае образцы были промыты раствором с применением 0,1 и 0,5% добавки и заложены на хранение во льду с добавкой. Одновременно для сравнения были заложены на хранение образцы после промывки водой и во льду без добавки консервирующего компонента. При этом программа работ включала правила, применяемые при обосновании сроков годности в соответствии с МУК 4.2.1847-04, и одновременно включала показатели, применяемые в Международной практике при прогнозировании сроков годности. Таким образом, в соответствии с МУК 4.2.1847-04, нами была разработана программа исследований, по которой необходимо проводить определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей в нулевой точке, в точке, предполагаемого срока годности и превышающего данный срок в 1,5 раза. Одновременно для выбора наиболее объективных показателей качества через каждые 2–3 дня проводили измерение в исследуемых образцах активности воды, рН, азота летучих оснований (АЛО), триметиламина (ТМА), содержания жира, белка, влаги, жировых показателей (к.ч., п.ч., ТБЧ, фракционного и жирнокислотного состава), содержания биогенных аминов, органолептических и микробиологических показателей. На начальном этапе были проведены исследования показателей качества и безопасности сырья и филе (токсичных элементов, пестицидов, гистамина, нитрозаминов, радионуклидов, ПХБ, микроорганизмов), органолептических показателей, содержания жира, белка, влаги, азота летучих оснований, триметиламина, рН, активности воды, жировых показателей, жирнокислотного состава, состава

биогенных аминов. Показатели, характеризующие химическую безопасность продукта, полностью соответствовали требованиям действующего законодательства.

Изменение показателей, характеризующих деструкцию белковой части и pH, представлены на рис. 7–12. Результаты приведены для менее эффективной концентрации добавки (0,1%).

При применении данной добавки в концентрации 0,5 % ее эффективность более выражена, и разница между образцами без обработки и с обработкой раствором консервирующего агента достигала для АЛО 21–25 мг/100 г, для ТМА 3–7 мг/100 г и 0,3–0,8 для pH в зависимости от вида сырья.

Изменение содержания азота летучих оснований в филе лосося без добавки и с добавкой

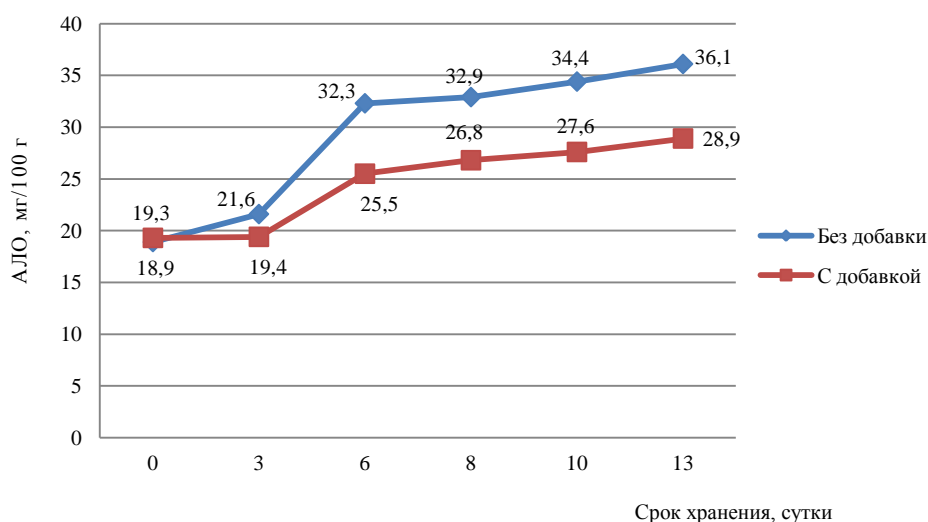


Рис. 7. Содержание АЛО в филе лосося, хранящегося во льду с добавкой и без добавки

Изменение содержания азота летучих оснований в филе трески без добавки и с добавкой

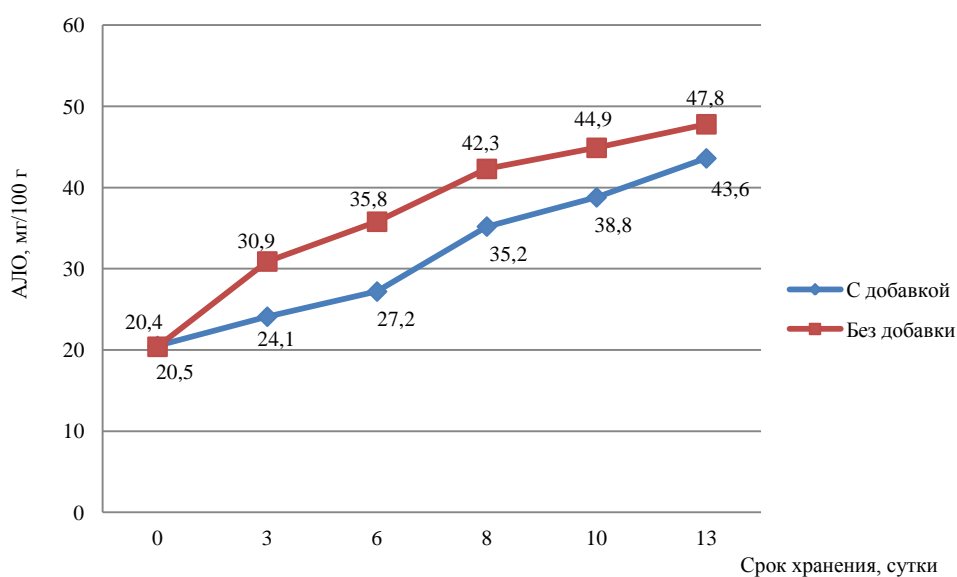


Рис. 8. Содержание АЛО в филе трески, хранящегося во льду с добавкой и без добавки

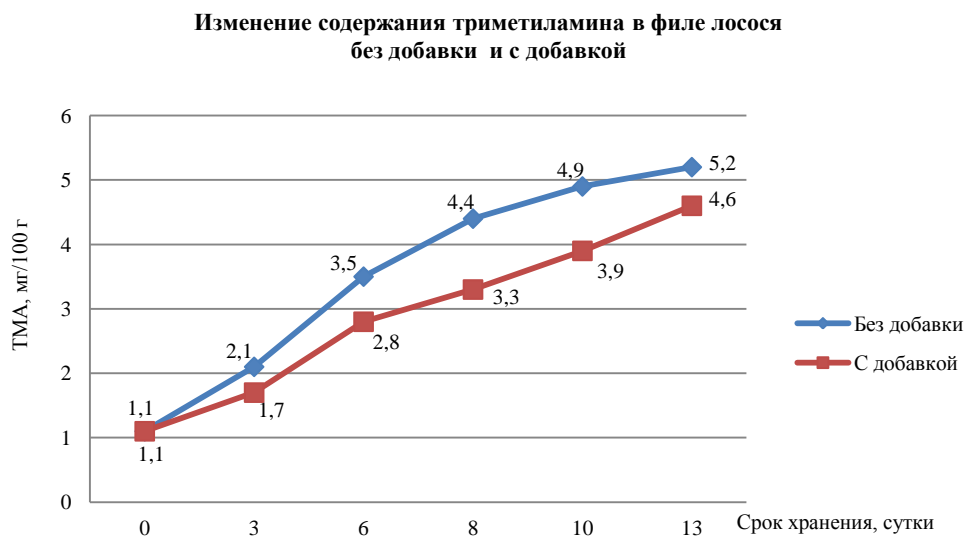


Рис. 9. Содержание ТМА в филе лосося, хранящегося во льду с добавкой и без добавки

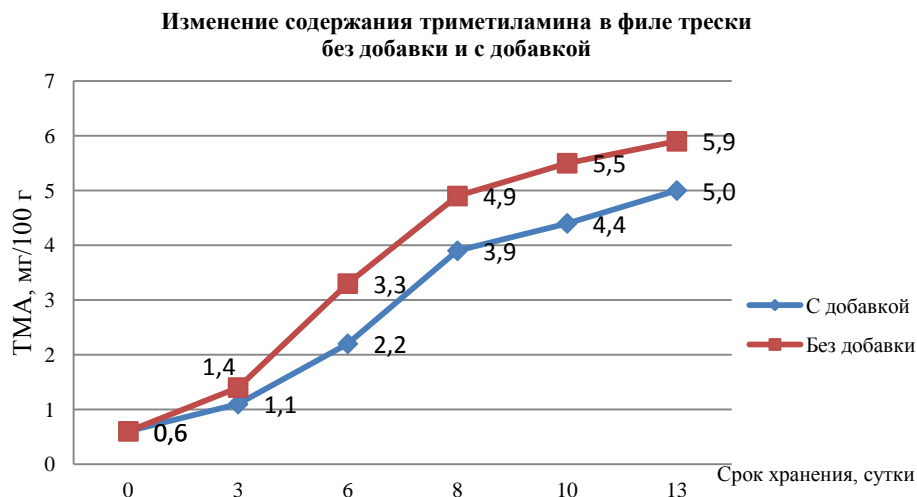


Рис. 10. Содержание ТМА в филе трески, хранящегося во льду с добавками и без добавок

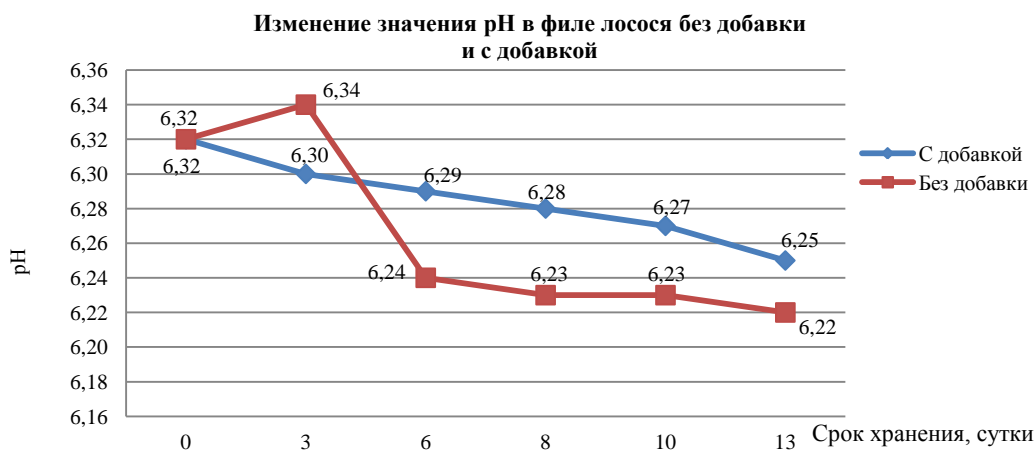


Рис. 11. Изменение значения pH в филе лосося, хранящегося во льду с добавкой и без добавки

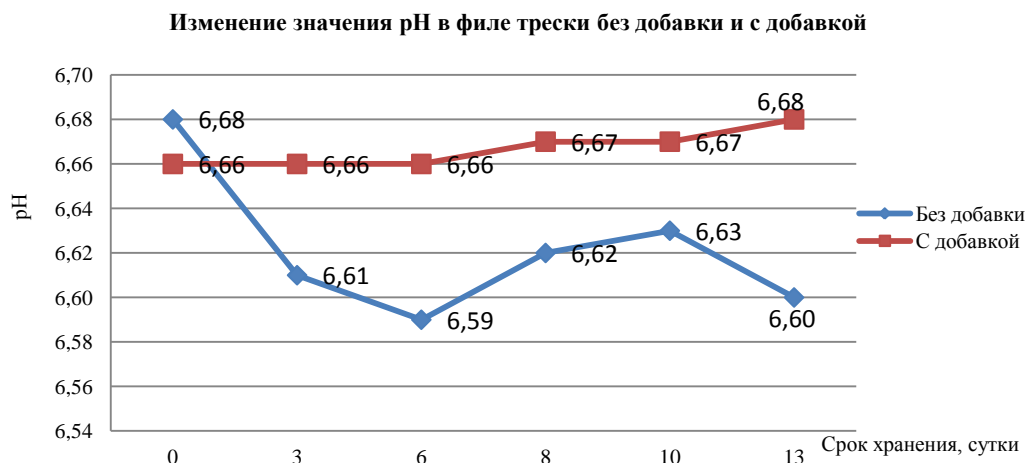


Рис. 12. Изменение значения pH в филе трески, хранящегося во льду с добавкой и без добавки

Как видно из приведенных данных, введение добавки в лед приводит к улучшению органолептических показателей продукции, а также к снижению скорости деструкции белков. При этом установленные существенные изменения органолептических показателей у филе лосося и трески, хранящегося во льду без обработки, отмечены на 7–12 сутки; у филе, хранящегося во льду с добавками – на 17 – 18 сутки.

Если рассматривать данные по содержанию АЛО и ТМА в образцах филе лосося и трески, то можно отметить довольно значительную стабилизацию процесса деструкции белка при применении для хранения льда с консервирующей добавкой.

При этом следует отметить, что прирост таких показателей, как АЛО и ТМА, используемых в странах ЕС для контроля свежести рыбы и рыбной продукции (Директива Совета № 91/493/ЕЕС от 22 июля 1991 г, устанавливающая санитарные условия для производства и сбыта рыбной продукции) в образцах, хранящихся во льду с добавками менее существенен, чем в образцах, хранящихся во льду без добавок.

Проведены работы по изучению влияния технологической обработки (разделка на филе и введение консервирующих добавок в воду и лед) на качество и безопасность охлажденной продукции.

Показано, что максимальным эффектом обладает добавка № 1 в концентрации 0,5%. Обработка сырья и хранение продукции во льду, изготовленном с использованием данной добавки, приводит к увеличению срока годности.

УДК 004.9:622.276.3

ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ И ТЕХНОЛОГИИ GPS

А.М. Джамбеков

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Большинство технологических объектов предприятий нефтегазовой отрасли имеют пространственное распределение. Поэтому современный подход к автоматизации таких предприятий подразумевает широкое применение геоинформационных систем. Интеграция ГИС с данными дистанционного зондирования Земли и GPS-измерениями позволяет получать оперативную и достоверную информацию при решении многих практических задач – от управления технологическим объектом до обоснования инвестиционных затрат.

Географические информационные системы (ГИС) как область информационных технологий зародились в конце 1960-х годов. Однако масштабное внедрение этих систем сдерживал недостаток

ный уровень развития вычислительной техники. Только с середины 1980-х годов начался бурный рост этой IT-области, обусловленный небывалыми темпами развития компьютерной индустрии.

Географическая информационная система – программно-аппаратный комплекс, осуществляющий сбор, отображение, обработку, анализ и распространение информации о пространственно распределенных объектах и явлениях на основе электронных карт, связанных с ними баз данных и сопутствующих материалов.

В общем случае ГИС позволяют решать в три класса задач:

- информационно – справочные;
- сетевой анализ;
- пространственный анализ и моделирование.

Фактически ГИС – это информационные системы с географически организованной информацией. В простейшем варианте геоинформационные системы – это сочетание обычных баз данных с электронными картами и планами, то есть мощными графическими средствами. Основная идея ГИС – соединить данные на карте и в обычной базе данных. При этом проявляется однозначное соответствие каждого отдельного векторного элемента на электронной карте с отдельной строкой в таблице БД.

Многие ГИС-аналитики утверждают, что до 80% информации, связанной с деятельностью человека, имеет пространственное распределение и, следовательно, лежит в области компетенции ГИС. Вне пределов ГИС-анализа лежит оставшаяся часть информационного пространства, не имеющая пространственной привязки, например, бухгалтерия предприятия.

В настоящее время наметилось новое направление развития ГИС в качестве переднего интерфейса, интегрирующего такие информационные системы, как СУБД, АСУ ТП, ERP. Особенно это ярко проявляется в предприятиях нефтегазовой отрасли, находящихся на острие развития и внедрения перечисленных информационных систем [1].

Если рассматривать ГИС по сферам применения, то основными направлениями применения ГИС в предприятиях нефтегазовой отрасли являются следующие:

- Геология и геофизика, разведка недр;
- Проектирование и прокладка трубопроводов;
- Решение сетевых коммуникационных задач;
- Управление имуществом и территориями, контроль за состоянием оборудования и трубопроводов;
- Экология (контроль разливов нефти, оценка ущерба, моделирование и т. п.);
- Управленческие задачи, планирование.

Получение и обработка данных для ГИС – наиболее важный и трудоемкий этап создания подобных информационных систем. В настоящее время самым перспективным и экономически целесообразным считается метод получения данных об объектах на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и GPS-измерений.

В широком смысле ДЗЗ – это получение любыми неконтактными методами информации о поверхности Земли, объектах на ней или в ее недрах. Традиционно к данным ДЗЗ относят только те методы, которые позволяют получить из космоса или с воздуха изображение земной поверхности в каких-либо участках электромагнитного спектра.

Достоинства метода ДЗЗ заключается в следующем:

- Актуальность данных на момент съемки (большинство картографических материалов безнадежно устарели);
- Высокая оперативность получения данных;
- Высокая точность обработки данных за счет применения GPS-технологий;
- Высокая информативность (применение спектральнозональной, инфракрасной и радарной съемки позволяет увидеть детали, не различимые на обычных снимках);
- Экономическая целесообразность (затраты на получение информации посредством ДЗЗ существенно ниже наземных полевых работ);
- Возможность получение трехмерной модели местности (матрицы рельефа) за счет использования стереорежима или лидарных методов зондирования и, как следствие, возможность проводить трехмерное моделирование участка земной поверхности (системы виртуальной реальности).

Дистанционные методы характеризуются тем, что регистрирующий прибор значительно удален от исследуемого объекта. При таких исследованиях явлений и процессов на земной по-

верхности расстояния до объектов могут измеряться от единиц до тысяч километров. Это обстоятельство обеспечивает необходимый обзор поверхности и позволяет получать максимально генерализованные изображения.

В настоящее время выделяют следующие виды съемки для получения данных ДЗЗ:

1. Космическая съемка (фотографическая или оптико-электронная):
 - Панхроматическая (чаще в одном широком видимом участке спектра) – простейший пример черно-белая съемка;
 - Цветная (съемка в нескольких, чаще реальных цветах на одном носителе);
 - Многозональная (одновременная, но раздельная фиксация изображения в разных зонах спектра);
 - Радарная (радиолокационная);
2. Аэрофотосъемка (фотографическая или оптико-электронная):
 - Те же виды ДЗЗ, что и в космической съемке;
 - Лидарная (лазерная).

Оба вида съемки находят широкое применение в нефтегазовой отрасли при создании ГИС предприятия, при этом каждый из них занимает свою нишу. Космическая съемка (КС), имеет более низкое разрешение (от 30 до 1 м в зависимости от типа съемки и типа КА), но за счет этого охватывает большие пространства. КС используется для съемки больших площадей в целях получения оперативной и актуальной информации о районе предполагаемых геологоразведочных работ, базовой подосновы для создания глобальной ГИС на район разработки полезных ископаемых, экологического мониторинга нефтяных разливов и т.п. При этом используется как обычная монохромная (черно-белая съемка), так и спектральная.

Аэрофотосъемка (АФС), позволяет получать изображение более высокого разрешения (от 1–2 м до 5–7 см). АФС используется для получения высоко детальных материалов для решения задач земельного кадастра применительно к арендуемым участкам добычи полезных ископаемых, учета и управления имуществом. Кроме того, использование АФС на сегодняшний день представляется оптимальным вариантом получения данных для создания ГИС на линейно-протяженные объекты (нефте-, газопроводы и т. д.) за счет возможности применения «коридорной» съемки [2].

В табл. 1 приведены краткие характеристики основных типов КА ДЗЗ коммерческого использования, применение которых возможно для решения задач по созданию и обновлению ГИС предприятий нефтегазового комплекса. На рис.1 представлены примеры фотоснимков различного разрешения.

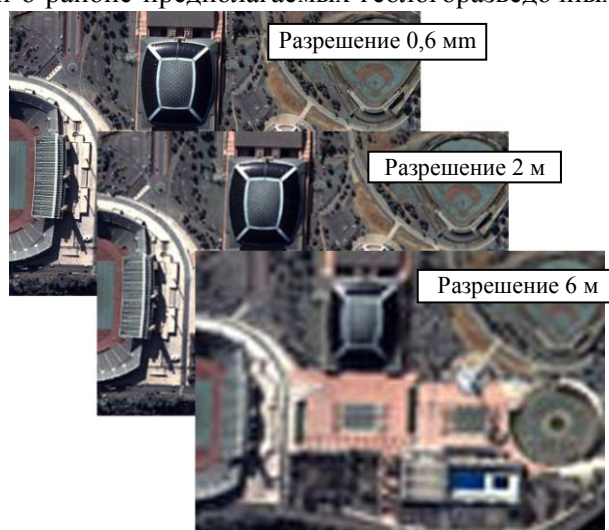


Рис 1. Пример фотоснимков различного разрешения

Таблица 1

Краткие характеристики КА для получения данных ДЗЗ коммерческого использования

Название КА	Разрешение панхроматическое	Разрешение многозональное	Размер кадра	Страна
QuickBird2	0,61 м	2,44 м	16 × 16 км	США
Iconos 2	1 м	4 м	11 × 11 км	США
EROS A1	1,8 м	–	12,5 × 12,5 км	США
KBP – 1000	2 м	–	40 × 40 км	Россия
Spot 5	5 м (2,5 м)	10 м	60 × 60 км	Франция
ТК – 350	10 м	–	200 × 300 км	Россия
Landsat 7	15 м	30 м	170 × 185 км	США

Следует также отметить, что по оценкам экспертов, в ближайшем будущем данные ДЗЗ станут основным источником информации для ГИС, в то время как традиционные карты будут использоваться только на начальном этапе в качестве источника статичной информации (рельеф, гидрография, основные дороги, населенные пункты, административное деление).

Технологии GPS

В настоящее время наблюдается бурный всплеск применения спутниковых систем, предназначенных для определения параметров пространственного положения объектов. Сегодня применяются две системы второго поколения – американская GPS (Global Positioning System) и российская ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система).

Данные систем глобального спутникового позиционирования (СГСП) применяются в различных (мониторинговые, изыскательские, исследовательские и т. п.) системах, где требуется жесткая пространственно-временная привязка результатов измерений. Основными достоинствами СГСП являются:

- глобальность;
- оперативность;
- всепогодность;
- точность;
- эффективность.

О тенденциях развития этих систем можно судить по объему продаж спутниковых приемников GPS/ГЛОНАСС, который удваивается через каждые 2-3 года и, как ожидается по оценкам экспертов, в ближайшие годы возрастет с 8 до \$ 16 млрд. Этот прогноз базируется в том числе на том, что к 2005-07 гг. планируется развернуть европейскую систему глобального позиционирования – Galileo [3].

Обе системы – и ГЛОНАСС и GPS – двойного назначения, применяемые как в интересах безопасности собственных стран, так и в гражданских целях. Поэтому в РФ использование спутниковых приемников глобального позиционирования сопряжено с определенными ограничениями.

Основные направления применения спутниковых систем глобального позиционирования при геоинформационном обеспечении предприятий нефтегазового сектора экономики следующие:

- Развитие опорных геодезических сетей всех уровней от глобальных до съемочных, а также проведение нивелирных работ в целях геодезического обеспечения деятельности предприятий;
- Обеспечение добычи полезных ископаемых (открытая разработка, буровые работы и др.);
- Геодезическое обеспечение строительства, прокладки трубопроводов, кабелей, путепроводов, ЛЭП и др. инженерно-прикладных работ;
- Землеустроительные работы;
- Спасательно-предупредительные работы (геодезическое обеспечение при бедствиях и катастрофах);
- Экологические исследования: координатная привязка разливов нефти, оценка площадей нефтяных пятен и определение направления их движения;
- Съёмка и картографирование всех видов – топографическая, специальная, тематическая;
- Интеграция с ГИС;
- Применение в диспетчерских службах;
- Навигация всех видов – воздушная, морская, сухопутная [4].

В глобальных системах позиционирования выделяют три главные подсистемы (рис. 2):

- Наземного контроля и управления (НКУ);
- Созвездия спутников (космических аппаратов – КА);
- Аппаратуры пользователей (АП).

Подсистема НКУ состоит из станций слежения за КА, службы точного времени, главной станции с вычислительным центром и станций загрузки данных на борт КА. Спутники GPS проходят над контрольными пунктами дважды в сутки. Собранная информация об орбитах обрабатывается, и прогнозируются координаты спутников (эфемериды). Эти и другие данные с наземных станций загружаются на борт каждого КА.

Подсистема КА (GPS) состоит из 24 основных спутников и 3 резервных (планируется увеличить эту группировку еще на 18 спутников). Каждый спутник имеет несколько атомных эталонов частоты и времени, аппаратуру для приема и передачи радиосигналов, бортовую компьютерную аппаратуру [5].

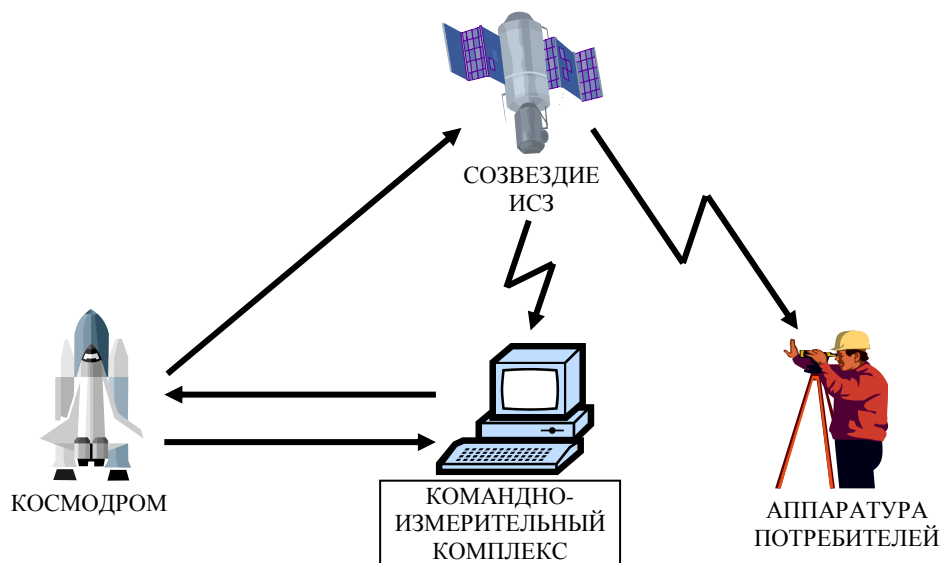


Рис. 2. Компоненты глобальной системы позиционирования

В системе глобального спутникового позиционирования каждый КА выполняет роль отдельного геодезического опорного пункта с известными координатами в текущий момент времени. Координаты измеряемого объекта, на котором находится GPS-приемник, определяются методом линейных засечек. Измеренные параметры определяют поверхности положения, в точке пересечения которых находится искомый объект.

Все способы измерения дальностей основаны на определениях времени прохождения радиосигнала от спутника до приемника. В связи с этим точности эталонного времени уделяется повышенное внимание. На каждом КА установлено несколько атомных стандартов частоты, одновременно являющихся стандартами времени. Измерения производятся в так называемом беззапросном режиме, когда передатчик на спутнике работает непрерывно, а GPS-приемник включается по мере надобности [6].

Точность определения координат при использовании GPS-приемников может варьироваться в широких пределах от нескольких десятков метров до единиц сантиметров и зависит от способов измерений, которые делятся на:

- Абсолютные способы определения геоцентрических координат (автономные, дифференциальные);
- Относительные способы определения пространственных векторов – базовых линий (статические, кинематические).

Наибольшую точность обеспечивают дифференциальные и относительные статические способы. В их основе лежит способ измерения координат с двух станций находящихся друг от друга на относительно небольшом удалении (до 30 км). При этом считается, что на таких расстояниях измерения с двух станций до спутников искажены одинаково. Подобные методы измерений позволяют проводить профессиональные геодезические спутниковые GPS-приемники таких фирм как: Leica (Швейцария), Ashtech (США), Trimble (США) и некоторые другие.

В дифференциальном способе в приемниках должна быть предусмотрена возможность реализации дифференциального режима. Сущность данного метода заключается в следующем. Один приемник ставится на пункте с заранее известными координатами (например, опорном пункте геодезической сети). При этом его называют базовой референц-станцией или контрольно-корректирующей. Другой приемник, подвижный, размещается на определяемой точке. Поскольку координаты базовой станции известны, то их можно использовать для сравнения с вновь определяемыми и находить на этой основе поправки для подвижной станции, которые передаются на подвижную станцию по радиоканалу посредством специального передатчика. Мобильная станция, получив дифференциальные поправки, корректирует свои измеренные координаты, тем самым повышая точность измерения [7].

Наиболее ощутимые выгоды от внедрения идеи исключения погрешностей достигнуты в способах относительных статических измерений. Как и в дифференциальном режиме, аппарату-

ру устанавливают на двух станциях, например А и В. В статике по разностям, свободным от многих искажений, вычисляют соединяющий эти станции пространственный вектор D:

$$D = (X_B - X_A, Y_B - Y_A, Z_B - Z_A).$$

Базовая станция должна иметь точные координаты, чтобы по измеренным приращениям можно было вычислить координаты остальных пунктов геодезической сети с требуемой точностью. Благодаря измерению приращений координат и применению фазового метода погрешности в результатах определения координат пунктов сведены к нескольким сантиметрам. Эти способы являются основными в геодинамических и важнейших геодезических работах.

Использование тех или иных видов GPS-приемников (табл. 2) и методов измерений зависит от требований к точности определения координат опорных точек. Нет никакого смысла использовать дорогие геодезические приемники и продолжительные по времени методы измерений для получения координат опорной точки в целях привязки, например, снимков КА Landsat с разрешением 15 (30) м. В этом случае достаточно использовать простейшие недорогие навигационные приемники, обеспечивающие приемлемую точность в 5–20 м. Важно подчеркнуть, что точность всех GPS-приемников зависит не только от длительности проведения отдельных измерений и метода измерений, но и от числа видимых спутников над горизонтом, а также характера местности (равнина или застроенная территория), влияющего на переотражение сигнала [8].

Таблица 2

Технико-экономические характеристики основных GPS-приемников

ТТХ	Ashtech (США)		Leica (Швейцария)		Trimble (США)		Sercel (Франция)
	PZ-12	Dimension	SR 299	SR 261	4000 SSE	PRO XL	NR 101
Ср. кв. погрешность	5 мм + + 1 мм/км	10 мм + + 1 мм/км	5 мм + + 1 мм/км	10 мм + + 2 мм/км	5 мм + + 1 мм/км	0,1 – 0,2 м	5 мм + + 1 мм/км
Кол-во частот	2	1	2	1	2	1	1
Кол-во каналов	12	12	9	6	9	12	9
Время набл. (мин)	До 10	До 20	До 15	До 20	До 15	До 10	До 20
Длина базы (км)	До 300	До 20	До 30	До 20	До 30	До 20	До 25
Вес комплекта	40	20	30	20	16	20	25
Время авт. работы на аккумуляторе	10	10	6	6	8	8	10

Необходимо отметить, что в настоящее время наметилась тенденция к тесной интеграции GPS-технологий и методов получения и обработки данных ДЗЗ, проявляющейся в основном в области аэрофотосъемки. Уже достаточно длительное время при съемочных работах используют аэрофотокамеры некоторых производителей, интегрированные с GPS-приемниками (рис. 3), которые при фотосъемке местности фиксируют пространственные трехмерные координаты центра проекции каждого кадра. Использование данной технологии по оценке специалистов позволяет сократить в 20–30 раз число опорных точек, требуемых для фотограмметрической обработки материалов залета, что существенно повышает производительность работ и снижает суммарную стоимость затрат на получение исходных данных [9].

В настоящее время уже находит практическое применение на предприятиях нефтегазового комплекса ГИС-технологий интегрированных с данными ДЗЗ и GPS. Приведем конкретные примеры.

1) Группа компаний BG Transco (Великобритания) отвечает за обслуживание более чем 10000 км подземных газопроводов. Чтобы избежать утечек газа, очень важно профилактическое обслуживание трубопроводов. Сейчас Transco использует несколько методов инспекции, включающие использование информации получаемой с патрульных вертолетов, аэроснимков, поле-



Рис. 3. Аэрофотокомплекс, интегрированный с GPS-приемником

вых топосъемок, традиционных бумажных карт и измерительных приборов для внутреннего обследования труб (PIG). Эти же методы используются для определения местоположения сооружений, необходимого при оценке потенциально опасных областей вблизи газопровода в случае критических ситуаций.

Для анализа буферных зон в областях с высокой плотностью населения специалисты ВГ Transco использовали панхроматическое спутниковое изображение с разрешением на местности 1 м. Изображение было привязано по опорным точкам, полученным с помощью GPS-приемника. На изображение была наложена аналитическим методом (по координатам) трасса газопровода и в результате пространственного анализа была вычислена 200-метровая буферная зона потенциального риска и все объекты, находящиеся в ней.

2) РАО «Роснефтегазстрой» планировало постройку магистрального нефтепровода протяженностью 450 км в Ненецком Автономном округе. В рамках проекта решалась задача создания ГИС, обеспечивающей проведение полного пространственного анализа данных при решении как общих, так и частных прикладных задач на всех уровнях – от обоснования инвестиционных затрат до эксплуатации объекта. Использование такой системы позволяло постоянно добавлять новые данные, обновлять и корректировать уже существующие, моделировать и прогнозировать различные производственные процессы, чрезвычайные ситуации и устранение их последствий, отслеживать состояние окружающей среды.

Район исследований является весьма динамичным, там происходят активные эрозионные, склоновые, русловые процессы, развиты термокарстовые явления и абразия морских берегов. Использование данных топографических карт этого региона оказалось невозможным из-за их низкой достоверности, обусловленной существенными вышеназванными изменениями произошедшими с момента издания этих карт. Поэтому в качестве главного источника информации были использованы снимки КА Landsat, позволившие получить наиболее достоверную и оперативную информацию о местности в районе предполагаемой прокладки нефтепровода. На основе цифровой модели рельефа были созданы цифровые модели территории планируемого объекта, выполнены расчеты углов поворота, величины и направления уклонов по трассе нефтепровода [10].

В целом при проведении технико-экономического обоснования был выполнен следующий комплекс работ:

- Создание базы геоданных на заданную территорию (топография, вектор, ДДЗ);
- Трассирование;
- Согласование проекта и окончательное формирование трассы нефтепровода;
- Лазерное сканирование и формирование на основе полученных данных трехмерной модели местности в целях обеспечения строительства наиболее ответственных участков трубопровода;
- Создание единого информационного поля данных.

В приведенных примерах при создании ГИС применяют комбинированные источники информации: сочетание ДДЗ КА различной детальности, данные GPS-измерений, лазерная и стереосъемка, данные с топокарт и т.п. Все зависит только от требований, предъявляемых к системе. Можно утверждать, что комбинация информации, получаемой с помощью различных средств дистанционного зондирования Земли и данных GPS-измерений, позволит получить полную и исчерпывающую информацию о любом объекте наиболее оперативно и достоверно, а также полностью обеспечит все потребности для информационного обеспечения любого проекта, любой системы, любого предприятия.

Устойчивый рост применения геоинформационных технологий на предприятиях нефтегазового комплекса, наметившийся в последнее время, обусловлен не только развитием возможностей самих ГИС, но и тесной интеграцией данных информационных систем с GPS-технологиями и технологиями получения и обработки данных ДЗЗ. Компания «Прайм Групп» применяет комплексный подход к созданию ГИС заказчика, используя все перечисленные методы сбора и обработки информации, осуществляя широкий комплекс услуг по созданию ГИС-решений в областях от экологического мониторинга и проектных работ до применения ГИС в системах управления имуществом и системах по поддержке принятия решений.

Литература

1. Джамбеков А.М., Марков А.А. Перспективы использования космических систем экологического мониторинга в нефтегазовой отрасли на примере предприятия ГПЗ ООО «Газпром Добыча Астрахань» // Материалы V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум-2013», <http://www.scienceforum.ru/2013/93/215>.

2. Серпинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – М.: ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.
3. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. – М.: Картгеоцентр – Геоиздат, 2001. – 228 с.
4. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ. – М.: Картгеоцентр. – Геоиздат, 1996. – 344 с.
5. Географические информационные системы в нефтегазовой промышленности. ООО Дата+. – 2002. – 456 с.
6. Блинкова О. Парадная история ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.computer-museum.ru/histsoft/gis_hist.htm.
7. Материалы конференции «Системы наблюдения, мониторинга и дистанционного зондирования земли». – Сочи, 2008. – 347 с.
8. Зуев В.Е. Прозрачность атмосферы для видимых и инфракрасных лучей. – М.: Советское радио, 1966. – 567 с.
9. Анализ современных возможностей создания малых космических аппаратов для дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gascom.ru>.
10. Оптический журнал. – СПб., 2002. – Т. 69. – № 9. – 367 с.

УДК 621.643

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Р.А. Ильин

*Лаборатория нетрадиционной энергетики Саратовского научного центра РАН
при Астраханском государственном техническом университете, Астрахань*

В статье рассматривается актуальный вопрос о потерях тепловой энергии в тепловых сетях при ее передаче потребителям, т.к. средние потери в российских тепловых сетях колеблются от 22 до 35%, на отдельных участках достигая 40–50%. Приведены некоторые сведения по характеристикам и областям использования применяемых в теплоэнергетике теплоизоляционным материалам. Дано описание свойств инновационной жидкокристаллической изоляции как перспективной при изоляции практически любых объектов теплоэнергетики. Показаны результаты натурных замеров и фотографии тепловизора тепловых сетей ОАО «ТЭЦ-Северная» г. Астрахани, покрытых данной изоляцией. Выполнены расчеты удельных тепловых потерь, сделаны выводы и даны рекомендации по использованию такого рода теплоизоляции в теплоэнергетике.

Потребление энергии является обязательным условием существования человечества. Повышение цен на топливо вынуждает заниматься проблемой экономии тепловой энергии во всех сферах ее применения, особенно в тепловых сетях. Транспортные тепловые потери являются, с одной стороны, важным показателем работы теплопроводов, характеризующим эффективность расходования природных ресурсов и степень воздействия на окружающую среду, а с другой, указывают на техническое состояние самих теплопроводов. Вопросы о потерях тепловой энергии при ее передаче потребителям являются на сегодняшний день очень актуальными. Теплоснабжение становится источником серьезных социальных рисков и тормозом для социально-экономического развития страны.

По оценкам французского энергетического концерна Dalkia, средние потери в российских тепловых сетях (исследованы несколько городов) колеблются от 22 до 35%, на отдельных участках достигая 40–50%. Тепло уходит через плохо изолированные и изношенные трубы. В то же время теплотери в сетях европейских городов с системами централизованного отопления составляют всего 8–12%. На этом фоне наша ситуация выглядит плачевно [1].

Сегодня рынок предоставляет большое количество современных теплоизоляционных материалов. Их применение необходимо из-за: возрастания требований к теплоизоляционным конструкциям; усиления роли приборного учета потребления тепла и теплоносителя у абонентов;

больших тепловых потерь, что становится важным экономическим показателем, предметом заинтересованности всех участников взаиморасчетов при выработке и потреблении тепла.

Большинство тепловых сетей в России эксплуатируется многие годы. Их проектирование осуществлялось в соответствии с действовавшими в период строительства нормативными требованиями к тепловой изоляции трубопроводов, которые были существенно ниже современных (СНиП 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»). Основным видом применяемых в России утеплителей являются минераловатные изделия, доля которых составляет более 65%, около 8% приходится на стекловатные, около 20% – на пенополистирол и другие пенопласты.

Практика показывает, что применение теплоизоляционных материалов низкого качества, несоблюдение требований нормативных документов, выполнение работ неспециализированными организациями, отсутствие систематического контроля и своевременного ремонта тепловой изоляции приводит к сверхнормативным потерям тепловой энергии в промышленности и ЖКХ.

Свойства различных теплоизоляционных конструкций теплопроводов со стальными трубами приведены в таблице 1, из которой следует, что наиболее предпочтительным является применение пенополиуретановой (ППУ) и пенополимерминеральной (ППМ) теплоизоляций.

Таблица 1

Свойства различных теплоизоляционных материалов

Показатели	Применяемые конструкции				
	ППМ	Армопенобетон	Фенольный поропласт	ППУ	Минеральная вата
Плотность, кг/м ³	250±50	250–500	100	80–100	60–70
Предел прочности, МПа: при сжатии при изгибе	1,2	0,8	0,2	0,3	0,015
	1,7	0,3	0,3		
Водопоглощение при 20 °С по массе в % за 30 суток	1,5	150	600	8*	70
Скорость коррозии, мм/год: без анодн. поляризации с анодной поляризацией	0,03	0,35	0,37	0,05	–
	0,06	0,65	0,50	0,10	
Теплопроводность, Вт/м·°С при максимальной температуре эксплуатации	0,047	0,13	0,04	0,028-0,04	0,045
Термостойкость, °С	150	180	150	130	180
Обработка труб под изоляцию	не требуется	ОБЯЗАТЕЛЬНА			
Антикоррозионное покрытие на трубе под изоляцию	не требуется	ТРЕБУЕТСЯ			
Защита изоляции от механических повреждений	не требуется	ОБЯЗАТЕЛЬНА			
Срок службы, лет	30	15	15	25	8

* Примечание. При кипячении в течение 90 минут.

Кроме приведенных в таблице 1 видов теплоизоляционных материалов в теплоэнергетике еще используются следующие материалы:

1. Теплоизоляционные цилиндры URSA – из стеклянного штапельного волокна на синтетическом связующем для теплоизоляции трубопроводов наружным диаметром от 15 до 324 мм, с температурой транспортируемых веществ от минус 60 до +350°С.

2. Трубопроводы Касафлекс – гибкая гофрированная труба для тепловых сетей из нержавеющей стали с теплоизоляцией из экологически чистого, вспененного полиуретана, внутри которого проходит сигнальный кабель для подключения системы оперативного дистанционного контроля. Рабочая температура – до 135°С, рабочее давление – до 25 бар, теплопроводность пенополиуретана 0,032, Вт/м·К, теплопроводность полиэтиленовой оболочки 0,43, Вт/м·К.

3. Трубопроводы Изопрофлекс – отличие от труб Касафлекс заключается в использовании в качестве материала напорной трубы – полиэтилена высокой плотности, сшитый с помощью пироксидов.

4. Тепловая изоляция с применением материалов «Isotec» –из стеклянного штапельного волокна. Рабочая температура теплоизоляции 50–100°С, коэффициент теплопроводности от

0,035 до 0,043 Вт/(м·К), плотность 50–80 кг/м³. Высокие деформативные характеристики обусловлены гофрированной структурой, оптимальным диаметром и упругостью волокон.

В последнее время на рынке теплоизоляционных материалов появилась жидкокристаллическая изоляция (ЖКИ) TLM Ceramic, производимая российским научно-производственным объединением (НПО) «Спецстрой системы», реализующая свою продукцию на территории России и СНГ [2]. Материал прошёл сертификацию на территории России и Украины, зарегистрированы технические условия (ФГУП «Стандартинформ»). В настоящее время НПО «Спецстройсистемы» сотрудничает с более чем с 200 предприятиями России и стран СНГ.

Изоляция TLM Ceramic получила наибольшее распространение для трубопроводов горячей и холодной воды, теплообменников, арматуры и др. оборудования с температурой поверхности до +180 °С. Может использоваться для теплоизоляции стен ограждений, перекрытий, цокольных этажей зданий, трубопроводов, теплообменного оборудования, паропроводов, запорной арматуры и т.д. Наносится на любой тип поверхности.

По заявлению НПО на своем сайте [2] – покрытие обладает сочетанием свойств: легкостью при высокой прочности, эластичностью, отличной адгезией к металлу, бетону, кирпичу, дереву, пластику. Плюс долговечность и экологическая чистота (нагретое покрытие не выделяет в атмосферу помещения вредных для человека соединений). Материал не поддерживает горение. Он надежный диэлектрик, при нанесении или ремонтных работах не дает опасного для здоровья мусора, такого как цементно-асбестовая, стеклянная или базальто-волокнистая теплоизоляция, не токсичен. Наносится подобно краске, кистью или пневматическим краскопультом. Гарантия работоспособности нашего покрытия около 10 лет снаружи и около 25 лет внутри помещения. Необходимая и достаточная толщина покрытия от 0,5 до 2,2 мм, в зависимости от технических условий.

«Поход» ЖКИ по России начался в 2001-2002 гг. [3], а более широкую известность покрытие получило после того, как ЗАО «Предприятие Итиль» (г. Волжский, Волгоградская обл.) разработало технические условия на его применение в РФ (ТУ 5768-001-54965774-2004).

В нормативно-технической документации (ТУ и инструкциях по применению) очень часто приведены противоречивые сведения о значениях параметров ЖКИ. Так, например, указанная теплопроводность составляет $\lambda = 0,01$ Вт/м·°С, но сказано, что это расчетная теплопроводность.

В ТУ приводится и другое значение расчетной теплопроводности, равной $\lambda = 0,001$ Вт/м·°С. Как она рассчитывается? Если через термическое сопротивление $R = d/\lambda$, где d – толщина покрытия, то при какой толщине покрытия? Далее приведена теплопроводность $\lambda = 0,1$ Вт/м·°С и термическое сопротивление $R = 0,4$ м²·°С/м. Здесь также непонятно, при какой толщине изоляции сделан расчет?

Если значение теплопроводности, полученное расчетным путем, не соответствует действительно существующим в природе материалам, то это означает, что методика расчета неправильная. Известно, что газообразные продукты имеют более низкую теплопроводность, чем твердый материал. Среди газообразных веществ лидером по низкой теплопроводности является элегаз ($\lambda = 0,016$ Вт/м·°С).

По вопросу диапазона температуры рабочих поверхностей – в упомянутых ТУ есть указания от +10 до +93 °С и от +7 до +150 °С, а в инструкции по нанесению изоляции указан диапазон от +7 до +180 °С. А что реально? Реальная максимальная температура различных поверхностей для нанесения ЖКИ была установлена [2] на лабораторном стенде и составляла от +15 – +20 до +80 °С. Выше этой температуры ЖКИ превращается в рыхлое и неплотное покрытие, в котором трудно контролировать толщину изоляции; на поверхности появляются комки скоагулированного латекса.

«Супернизкая» теплопроводность изоляции ($\lambda = 0,001$ Вт/м·°С) и высокая эксплуатационная температура $T_{\text{эсп}} = +260$ °С вызвали среди многих специалистов не только большой интерес но и сомнение в возможности существования такого рода материала. Для композиционных материалов, содержащих полимерные латексы, такая температура является очень высокой, в связи с чем вызвала некоторые сомнения. Проверка теплостойкости показала, что изоляция имеет теплостойкость +145 – +150 °С, а долговечность составляет около 10 лет. В аналогичных условиях ресурс эксплуатации ППУ-изоляции составляет 10–15 лет.

Проверка термического воздействия на ЖКИ одним из наиболее чувствительных методов (метод термогравиметрического анализа) показала, что изоляция Thermal-Coal имеет достаточно

низкую эксплуатационную температуру по сравнению с рекламируемой. Кроме того, результаты проверки огнестойкости показывают [3], что ЖКИ по горючести относится к группе «горючих» – Г4, а не к Г1, как указано в ТУ. Поэтому ее использование как средства теплоизоляции трубопроводов в помещении котельной – грубейшее нарушение!

Кроме указанных недостатков и неточностей в характеристиках изоляции есть еще одно замечание – изоляция наносится на все трубопроводы с различной температурой теплоносителя в диапазоне от + 85 до + 135 °С, имеет одинаковую толщину 2,4–2,5 мм [2, 3]. Расчеты по выбору толщины изоляции были сделаны монтажной организацией, производящей теплоизоляционные работы на трубопроводах. Вероятнее всего в основу этих расчетов легли ложные характеристики ЖКИ по теплопроводности ($\lambda = 0,001 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$). Но, в любом случае, с увеличением температуры теплоносителя от + 85 до + 135 °С, толщина изоляции должна была пропорционально расти, что не было соблюдено.

В [3] приводится тепловой расчет при толщине теплоизоляции 2,4 мм и при температуре теплоносителя 85°С (предположено, что эта толщина удовлетворяет требованиям СНиПа). В реальности при измерении температуры на поверхности изоляции трубопроводов с температурой теплоносителя 85, 110, 135°С соответственно, были получены: 53–55, 66–68, 103–105°С, т.е. разность температур при одинаковой толщине слоя изоляции (2,4 мм) оставалась постоянной и составляла 30–32°С (измерения проводили пирометром марки МТ4 Raynger, Германия). В результате теплового расчета значение теплопроводности ЖКИ получилось равным $\lambda = 0,04\text{--}0,045 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$, вместо рекламируемого $\lambda = 0,001 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$.

Что касается экономического эффекта от применения ЖКИ, то он рекламодателями завышен [3]. Для расчета экономической эффективности рекламодатели сравнивают теплотрассу длиной 1000 м с диаметром стальной трубы 108 мм покрытой ЖКИ толщиной 0,9 мм, с вариантом ППУ изоляции толщиной 40 мм в оцинкованной оболочке. В результате расчетов расход материалов на 1000 м теплотрассы с применением ЖКИ и ППУ изоляции показал, что теплотрасса с ППУ теплоизоляцией без учета затрат на выпуск продукции, приблизительно в 5 раз ниже, чем с ЖКИ.

Несмотря на явно завышенные рекламодателями характеристики жидкокристаллической теплоизоляции, тем не менее она может успешно найти применение в других областях промышленности, где ее свойства могут удовлетворять требованиям российских стандартов.

На ОАО «ТЭЦ-Северная» (1961 года постройки) в г. Астрахань по рекомендациям специалистов фирмы-производителя [2] были проведены работы по нанесению ЖКИ TLM Ceramic на различные теплонапряженные поверхности (трубопроводы горячей воды, коллектора горячей воды, трубопроводы в помещениях котельной, выпускные трубы и т.д.). Съемка указанных поверхностей производилась в марте 2012 года (среднемесячная температура окружающего воздуха в этот период составляла около 5°С) портативным тепловизором Testo 882. Некоторые результаты съемки приведены на рисунках 1, 2. Для сравнения, кроме поверхностей, покрытых TLM Ceramic, были сделаны снимки трубопроводов со стандартной изоляцией – минеральной ватой. Один из снимков показан на рисунке 3.

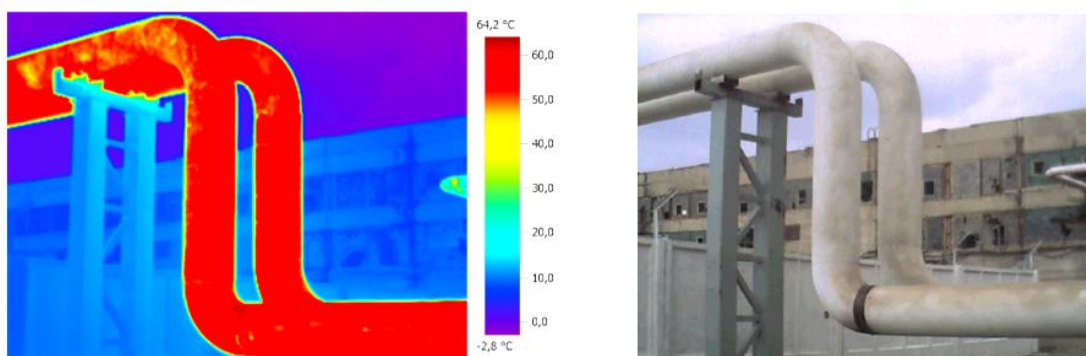


Рис. 1. Участок теплотрассы $D=426$ мм (толщина стенки 7 мм), покрытый TLM Ceramic толщиной 1 мм при температуре воды в подающем трубопроводе 60°С, в обратном – 53°С (но фото – ближний трубопровод - подающий)

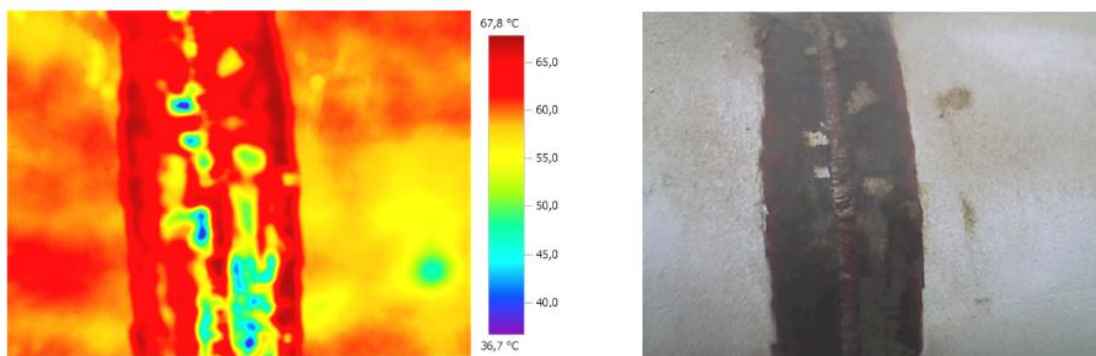


Рис. 2. Место сварки трубопровода. На трубе слой ЖКИ толщиной около 2 мм. Сварной шов не покрыт TLM Ceramic

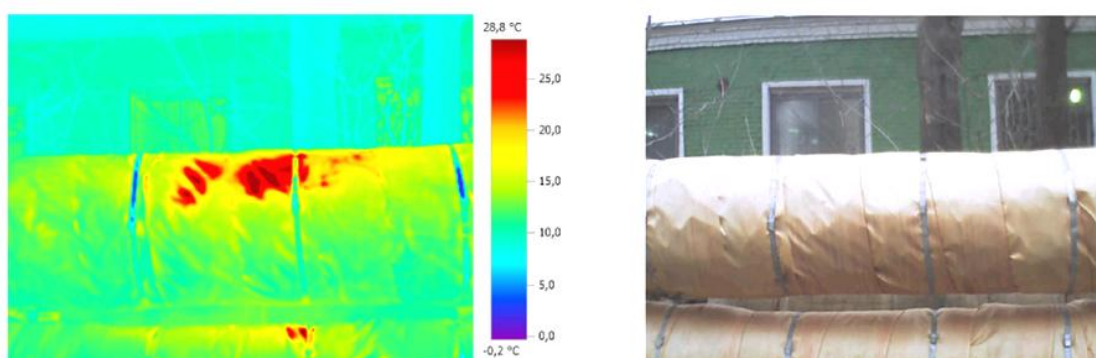


Рис. 3. Участок трубопроводов тепловой сети, покрытый теплоизоляционным материалом Ursa (мин. вата на базальте) толщиной 50 мм (температура в подающем (верхнем) трубопроводе 60 °С)

Из приведенных выше рисунков 1–3 можно сделать следующие выводы: не проявляются указанные фирмой-производителем свойства снижения температуры поверхности при нанесении ЖКИ TLM Ceramic; традиционное изолирование мин. ватой дает более лучший результат по снижению температуры на поверхности трубопроводов, и тем самым ведет к снижению тепловых потерь.

С помощью тепловизора Testo 882 автором были произведены замеры температур на поверхностях прямых и обратных трубопроводов сетевой воды «ТЭЦ-Северная», изолированных TLM Ceramic при толщине слоя изоляции 2 мм. Для сравнения были проведены замеры температур на неизолированных участках трубопроводов указанных диаметров. Натурные обследования были произведены неразрушающим методом.

Условия проведения замеров: трубопроводы диаметром 100, 159, 377 мм расположены в котельном цехе, температура окружающей среды + 14°C; трубопроводы диаметром 426 и 500 мм расположены на открытом воздухе, температура окружающей среды в день замеров – 18°C (январь 2012 г.). Температура теплоносителя в подающем трубопроводе около 105°C. Температура теплоносителя в обратном трубопроводе около 65°C. Температуры окружающей среды были измерены термометром. Результаты замеров приведены в таблице 2.

Таблица 2

Температуры на поверхности трубопроводов при толщине слоя ЖКИ TLM Ceramic 2 мм

Диаметр труб, мм	Температура на поверхности прямого трубопровода, °С		Температура на поверхности обратного трубопровода, °С	
	С изоляцией	Без изоляции	С изоляцией	Без изоляции
100	81,5	104,3	–	–
159	59,6	82,4	38,8	61,3
377	42,2	65,7	39,4	45,4
426	61,2	80,1	45,0	62,7
500	57,2	79,8	53,5	59,4

По методике [4] были определены удельные тепловые потери в окружающую среду с 1 м длины трубопровода, как теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку, окруженную воздушной средой по формуле:

$$Q = \frac{t_b - t_n}{\frac{1}{\alpha_b \cdot \pi \cdot d_b} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \varepsilon} \ln \frac{d_n}{d_b} + \frac{1}{\alpha_n \cdot \pi \cdot d_n}}, \quad (1)$$

где t_b, t_n – средняя температура теплоносителя и температура окружающей среды, соответственно, °С; α_b, α_n – коэффициенты теплоотдачи от теплоносителя к стенке трубопровода и от наружной поверхности изоляции в окружающую среду, соответственно, Вт/(м²·°С); d_b, d_n – наружный и внутренний диаметры теплоизоляции, м; λ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/(м·°С); ε – коэффициент, учитывающий отражательную способность поверхности ЖКИ TLM Ceramic и влияющий на тепловую эффективность покрытия.

Коэффициент ε	Градиент температур, °С
0.606	до 70
0.649	70–100
0.678	100–250

Для расчетов тепловых потерь по [4] были приняты следующие допущения:

- скорость ветра принята 2 м/с (для расчета вынужденной конвекции);
- в помещении происходит свободная конвекция, а не вынужденная;
- в расчете термическое сопротивление теплоотдачи от теплоносителя к трубопроводу весьма мало по сравнению с термическим сопротивлением теплоизоляции, поэтому в расчете им пренебрегают;

– при учете тепловых потерь с наружной поверхности трубопроводов учитываются потери не только конвективные, но и потери излучением с поверхности, т.е. коэффициент α_n в формуле (1) представляет собой сумму двух слагаемых – коэффициента теплоотдачи излучением α_n и коэффициента теплоотдачи конвекцией α_k :

$$\alpha_n = \alpha_n + \alpha_k; \quad (2)$$

- при определении коэффициента α_n по формуле:

$$\alpha_n = C \cdot \frac{\left(\frac{t + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_0 + 273}{100}\right)^4}{t - t_0}, \quad (3)$$

где t, t_0 – температура излучающей поверхности и окружающей среды, соответственно, °С; принимаем коэффициент излучения $C = 4,5/(м^2 \cdot К^4)$;

- коэффициент теплоотдачи для трубопроводов Ø 100, 159 и 377 мм, из условий естественной конвекции определяется по формуле Нуссельта [4]:

$$\alpha_k = 1,164 \sqrt{(t - t_0)/d}, \quad (4)$$

где d – наружный диаметр теплопровода, м;

- коэффициент теплоотдачи для трубопроводов, проложенных на открытом воздухе (Ø 426 и 500 мм), для условий вынужденной конвекции рассчитывается по формуле:

$$\alpha_k = 11,6 + 7\sqrt{\omega}, \quad (5)$$

где ω – скорость движения воздуха, м/с;

- при расчете термического сопротивления ЖКИ коэффициент теплопроводности принимался $\lambda = 0,0022 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ по заявлению фирмы-производителя [2];
 - при расчете трубопроводов без изоляции принималось: $\varepsilon = 0,8$, $\lambda_{\text{трубы}} = 45 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$;
- Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчетов удельных тепловых потерь трубопроводов сетевой воды

Диаметр трубопровода, мм	Удельные линейные тепловые потери, Вт/м			
	Прямой трубопровод сетевой воды без изоляции	Прямой трубопровод с ЖКИ толщиной 2 мм	Обратный трубопровод сетевой воды без изоляции	Обратный трубопровод с ЖКИ толщиной 2 мм
100	370	13,7	–	–
159	385	14,4	241,5	7,8
377	582	20,7	316	18,6
426	3486	69,2	2818	55,1
500	4078	77,1	3162	73,3

При сравнении величин удельных тепловых потерь из расчетной таблицы 3 и из таблиц 3.24-3.25 из СНиПа 41-03-2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» (при отопительном период менее 5000 часов в год) видно, что удельные тепловые потери трубопроводов тепловых сетей, покрытых краской слоем в 2 мм, имеют величины удельных тепловых потоков порой даже ниже чем в СНиПе. Например:

- для труб диаметром 100 мм в помещении при толщине слоя изоляции в 2 мм на прямом трубопроводе расчетные потери = 13,7 Вт/м; в СНиПе – 35 Вт/м; *вывод* – потери при 2 мм краски в 2,5 ниже;

- для труб диаметром 500 мм на улице при толщине слоя изоляции в 2 мм на прямом трубопроводе расчетные потери = 77,1 Вт/м; в СНиПе – 100 Вт/м; *вывод* – потери при 2 мм краски в 1,3 раза уже меньше чем в СНиПе.

Такие низкие величины удельных плотностей тепловых потоков можно объяснить очень низким заявленным фирмой-производителем коэффициентом теплопроводности – $\lambda = 0,0022 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Если его принять на порядок выше, т. е. $\lambda = 0,022 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, то тепловые потери сразу увеличиваются в 5-10 раз и более. Например:

- для труб диаметром 100 мм в помещении при толщине слоя изоляции в 2 мм на прямом трубопроводе расчетные потери с коэффициентом теплопроводности краски $\lambda = 0,022 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ составят около 92 Вт/м; в СНиПе – 35 Вт/м; *вывод* – потери возрастают в 6,7 раза и стали в 2,6 раза выше, чем в СНиПе;

- для труб диаметром 500 мм на улице при толщине слоя изоляции в 2 мм на прямом трубопроводе расчетные потери с коэффициентом теплопроводности краски $\lambda = 0,022 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ составят около 630 Вт/м; в СНиПе – 100 Вт/м; *вывод* – потери возрастают в 3,7 раза и стали в 6,3 раза выше, чем в СНиПе.

Таким образом, на основе натуральных испытаний и тепловых расчетов удельных тепловых потерь тепловых сетей «ТЭЦ-Северной» в г. Астрахань, в статье показаны разногласия в заявленных характеристиках ЖКИ фирмами-производителями с тем, что на самом деле может обеспечить данный вид теплоизоляции. По результатам снимков тепловизором Testo 882 виден «проигрыш» ЖКИ по сравнению с традиционной теплоизоляцией (минеральной ватой) в величине тепловых потерь с поверхности трубопроводов. Поэтому к вопросу выбора того или иного вида теплоизоляции необходимо подходить более внимательно и всесторонне.

Литература

1. Интервью с главой городского округа г. Волжский Афанасьевой М. Волжский оазис // Энерговектор. – 2013. – № 1(17). – С. 8.
2. Сайт НПО «Спецстрой системы» – российская компания по производству жидкой теплоизоляции TLM Ceramic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tlmc ceramic.ru>
3. Ширинян В.Т. Поход жидко-керамического «супертеплоизоляционного» покрытия по тепловым сетям России // Новости теплоснабжения. – 2007. – № 9. – С. 46–51.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – 7-е издание. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.

УДК 621.1

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЛОВ

Р.А. Ильин, С.Е. Куртынов

*Лаборатория нетрадиционной энергетики Саратовского научного центра РАН
при Астраханском государственном техническом университете, Астрахань*

В работе показана зависимость эффективности паровых котлов от их удельной массы. С этой целью были проанализированы 100 промышленных паровых котлов отечественного и зарубежного производства. На базе разработанного авторами критерия оценки эксергетической эффективности была проведена такая оценка, были сделаны выводы и даны рекомендации по повышению эффективности использования котлов.

В работе [1] выполнен анализ влияния удельной массы котлов на эксергетическую эффективность использования промышленных котлов. В данной работе анализ продолжен с существенным расширением номенклатуры котлов. Используются характеристики 56 паровых котлов российского производства и 44 паровых котла зарубежного производства. Все котлы – с экономайзерами. Диапазон параметров: паропроизводительность 10–60 т/ч, давление пара 1,4–4,0 МПа, температура 200–440°C, КПД 0,90–0,92.

Использована характеристика – коэффициент затрат эксергии на создание котла, как отношение полученной эксергии за все время его использования к эксергии, затраченной на его создание (последнее – «строительная эксергия»):

$$K_{стр} = \frac{\tau \cdot C}{m \cdot ex_{стр}}, \quad (1)$$

где τ – время использования котла, год; $C = 31,5 \cdot 10^6$, с/год; m – удельная масса котла (отношение сухой массы котла к номинальной полезной тепловой производительности), кг/кВт; $ex_{стр}$ – удельная строительная эксергия (удельные затраты эксергии на создание котла на 1 кг его массы), кДж/кг.

Удельная масса m , входящая в выражение (1), определена для котлов:

– российского производства (номера котлов на рис. 1) – 1 – Е-10,0-1,4ГМ; 2 – БЭМ-10-1,3-210ГМ; 3 – ДЕ-10-14ГМО; 4 – ДЕ-10-14-255ГМО; 5 – ДЕ-10-24ГМО; 6 – ДЕ-10-24-250ГМО; 7 – ДКВр-10-13ГМ; 8 – ДКВр-10-13-255ГМ; 9 – ДКВр-10-13С; 10 – КВр-10-13КШ; 11 – ДКВр-10-13ПМ; 12 – ДКВр-10-23ГМ (р); 13 – ДКВр-10-23-370ГМ; 14 – ДКВр-10-39ГМ; 15 – ДКВр-10-39-440ГМ; 16 – КЕ-10-14СО; 17 – КЕ-10-14-225СО; 18 – КЕ-10-24СО; 19 – КЕ-10-24-250СО; 20 – КЕ-10-14МТО; 21 – БЭМ-16-1,4-225ГМ; 22 – ДЕ-16-14ГМО; 23 – ДЕ-16-14-255ГМО; 24 – ДЕ-16-24ГМО; 25 – ДЕ-16-24-250ГМО; 26 – ДКВр-20-13ГМ; 27 – ДКВр-20-13-250ГМ; 28 – ДКВр-20-13С; 29 – ДКВр-20-23-250ГМ; 30 – ДКВр-20-23-370ГМ; 31 – БЭМ-25-1,4-225ГМ; 32 – БЭМ-25-1,6-310Г; 33 – БЭМ-25-2,4-380ГМ; 34 – ДЕ-25-14ГМО; 35 – ДЕ-25-14-255ГМО; 36 – ДЕ-25-15-270ГМО; 37 – ДЕ-25-24ГМО; 38 – ДЕ-25-24-250ГМО; 39 – ДЕ-25-24-380ГМО; 40 – КЕ-25-14МТД ГМ; 41 – КЕ-25-14-225МТД ГМ; 42 – КЕ-25-14С; 43 – КЕ-25-14-225С; 44 – КЕ-25-24МТД ГМ; 45 – КЕ-25-24-250МТД ГМ; 46 – КЕ-25-24С; 47 – КЕ-25-24-250С; 48 – КЕ-25-24-350С; 49 – Е-35-3,9-440ГМ (БГМ-35М); 50 – Е-35-3,9-440ГМ; 51 – Е-50-1,4-225ГМ; 52 – Е-50-1,4-250ГМ; 53 – Е-50-1,4ГМ(ГМ-50-14); 54 – Е-50-1,4/250ГМ(ГМ-50-14/250); 55 – Е-50-3,9-440ГМ (БМ-35РФ); 56 – Е-50-3,9-440ГМ I.

– зарубежного производства – ME-10-1,4ГМ, GX6000, GPT10000, 200-HS-6, UL-S10000, THSD-IE10000, ТТК-250, GX7000, GPT12000, 200-HS-7, UL-S12000, THSD-IE12000, UL-S13000, ТТК-300, GX8000, 200-HS-8, UL-S14000, THSD-IE14000, GPT15000, GX9000, 200-HS-9, UL-S16000, THSD-IE16000, ТТК-350, GX10000, UL-S17000, 200-HS-A, UL-S18000, THSD-IE18000, 200-HS-B, SHD915-20000, THSD-IE20000, 200-HS-C, UL-S22000, SHD915-23000, 200-HS-D, UL-S28000, SHD915-28000, SHD915-30000, SHD915-35000, SHD915-40000, SHD915-50000, SHD915-55000.

Таким образом, удельные массы промышленных котлов обеих групп в указанных выше диапазонах параметров (производительностей, давлений, температур) практически находятся в одном диапазоне 2,5–5,0 кг/кВт (рис. 1 в качестве примера).

Удельная строительная эксергия равна

$$ex_{стр} = ex_o \cdot T. \quad (2)$$

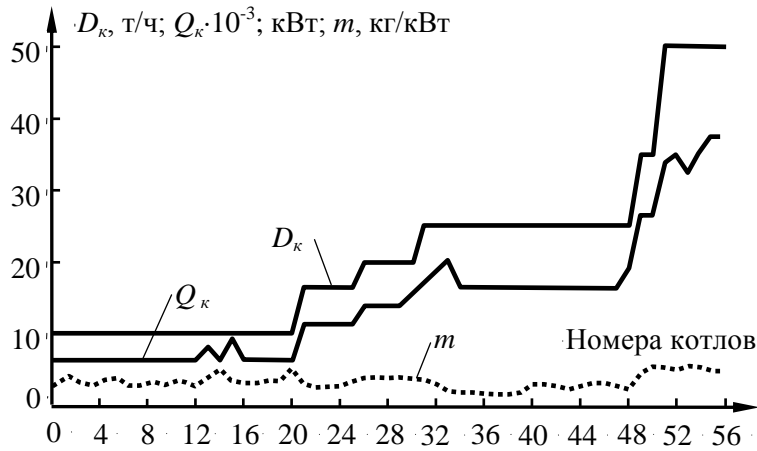


Рис. 1. Паропроизводительность D_k , теплотеплопроизводительность Q_k и удельная масса m отечественных промышленных паровых котлов

Здесь и в (1) ex_o – удельная химическая эксергия материала по данным [2], которые близки к более поздним данным Boustead J. (1979), Янговского Е.И. и Степанова В.С. [3] и др. В качестве примера на рис. 2 приведены величины ex_o для некоторых материалов, в том числе – для титана и др.

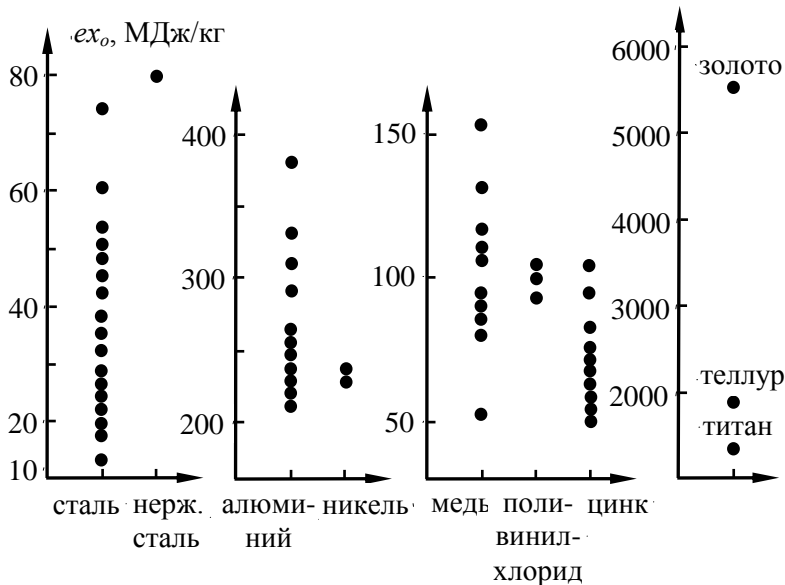


Рис. 2. Удельная химическая эксергия материалов

Безразмерный коэффициент T в (2) учитывает все затраты эксергии на создание конструкций из материалов с начальной эксергией ex_o . Величина T может составлять несколько десятков.

По (2) выполнены расчеты при условиях, указанных на рис.3, в том числе принят диапазон для $ex_{стр} = 2 \cdot 10^6 - 6 \cdot 10^6$ кДж/кг. На рис. 3 видно, что коэффициент $ex_{стр}$ тем больше, чем меньше удельная масса котлов и продолжительнее срок использования. Условие $ex_{стр} = 1$ (см. рис.) соответствует эксергетической окупаемости котла. Зона, где $ex_{стр} > 1$, соответствует допустимым условиям использования котла. Это обеспечивается при выборе котла для конкретного объекта.

Вычислены также коэффициенты затрат эксергии для котлов-утилизаторов (КУ) современных газотурбинных установок мощностью 6, 10, 16, 20 и 25 МВт. Теплопроизводительность

котлов от 6800 до 35700 кВт, давление пара $p_{КУ}$ от 1,35 до 7,3 МПа. Результаты представлены на рис. 4. Очевидно, что строительная эксергия котлов-утилизаторов таких параметров (особенно по давлению) зависит от рабочего давления котлов.

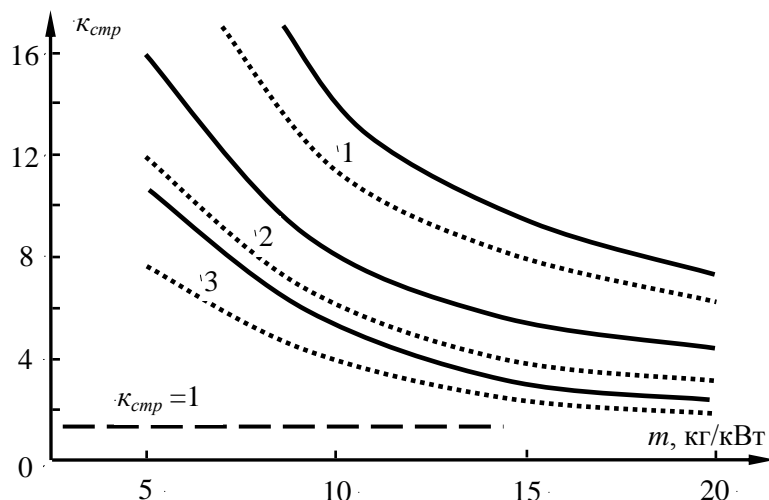


Рис. 3. Коэффициент затрат эксергии на создание котлов $K_{стр}$ при условиях: 1 – $ex_{стр} = 2 \cdot 10^6$ кДж/кг, 2 – 4 кДж/кг, 3 – 6 кДж/кг; сплошные линии – срок использования котлов $\tau = 10$ лет; прерывистые линии – 7 лет

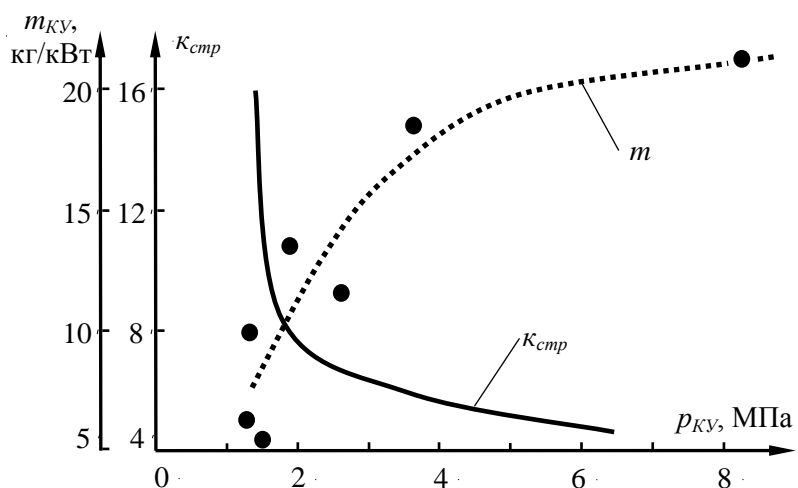


Рис. 4. Удельная масса m и коэффициент затрат эксергии $K_{стр}$ котлов-утилизаторов газотурбинных установок

В целом промышленные котлы за период использования вырабатывают существенно больше эксергии, чем ее расходуется на создание котлов (см. рис. 3). Увеличение удельной массы котлов, 1 кг/кВт полезной тепловой мощности существенно уменьшает эффективность их использования. Большое значение имеет срок использования объекта. Если в конкретном случае он по каким-либо причинам меньше технического срока службы, эффективность использования котлов может существенно снизиться.

Литература

1. Ильин Р.А. О влиянии удельной массы на эффективность промышленных котлов и теплообменных аппаратов // Промышленная энергетика. – 2010. – № 1. – С. 37-39.
2. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия / Пер. с польск. – М.: Энергия, 1968. – 279 с.
3. Эксергетические расчеты технических систем. Справочное пособие / Бродянский В.М., Верховкер Г.П., Дубовский С.В. и др. – Киев: Наукова думка, 1991. – 360 с.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК АТМОСФЕРНОГО ТИПА

Р.А. Ильин, Н.В. Малышев

Лаборатория нетрадиционной энергетики Саратовского научного центра РАН
при Астраханском государственном техническом университете, Астрахань

В работе рассмотрена одна из перспективных схем газотурбинных установок атмосферного типа с вакуумом перед компрессором. В газотурбинных установках (ГТУ), работающих по такой схеме, будут достигнуты более высокие КПД, появится возможность перехода на твердое топливо, что сделает такие ГТУ конкурентоспособными по сравнению с традиционными. Выполнены расчеты основных термодинамических характеристик таких ГТУ, даны соответствующие выводы и рекомендации.

Газотурбинные установки (ГТУ) в настоящее время одни из самых перспективных энергоустановок, конкурирующие с традиционными ТЭЦ. Развитие ГТУ и внедрение будет определять дальнейшую энергоэффективность страны. В частности, особый интерес на сегодняшний день вызывают ГТУ-А (газотурбинные установки атмосферного типа) с вакуумом перед компрессором.

В литературе группой авторов уже рассматривались установки данного типа [1–5]. Их отличие от традиционных ГТУ состоит в том, что сгорание топлива происходит при атмосферном давлении. Газ совершает работу, расширяясь от атмосферного давления до определённого значения вакуума, а разрежение за турбиной создается и поддерживается газовым компрессором.

Такая технология открывает перспективу сжигания в ГТУ практически любых видов топлива в отличие от традиционного газообразного, жидкого до твердого (в частности угля), что при сравнении цен последнего с другими видами топлива делает данные установки весьма перспективными. Схема ГТУ-А приведена на рис. 1.

Авторами выполнен анализ параметров ГТУ-А. Расчеты производились для 1 кг рабочего тела при следующих исходных данных: температура воздуха перед камерой сгорания $T_1 = T_{н.в} = 288$ К; принимаем, что паровой котел-утилизатор охлаждает рабочее вещество, отработавшее в турбине, до температуры $T_5 = 353$ К (в виду того, что в современных установках пока невозможно добиться более глубокого охлаждения рабочего вещества предел пока составляет 353 К); степень повышения давления рабочего вещества в цикле – $\pi_{ц} = 3,33; 5; 8$; температура рабочего тела на входе в турбину – $T_3 = 973$ К, 1173, 1373; температура на выходе из утилизатора теплоты – $T_7 = 353$ К. Для идеального цикла: КПД компрессора η_k и КПД турбины η_t равны 1; для цикла с реальными турбиной и компрессором: $\eta_k = \eta_t = 0,9$. Расчеты основных термодинамических параметров ГТУ-А проводились по известным в [3, 4] формулам (1)–(6):

1. Температура газа на выходе из газового компрессора[6]:

$$T_6 = T_5 \cdot [1 + (\pi_{ц}^m - 1) / \eta_k], \quad (1)$$

где $T_5 = 353$ К – температура газов на входе в компрессор; $m = (k - 1) / k$, где $k = 1,4$ – показатель адиабаты; η_k – КПД газового компрессора.

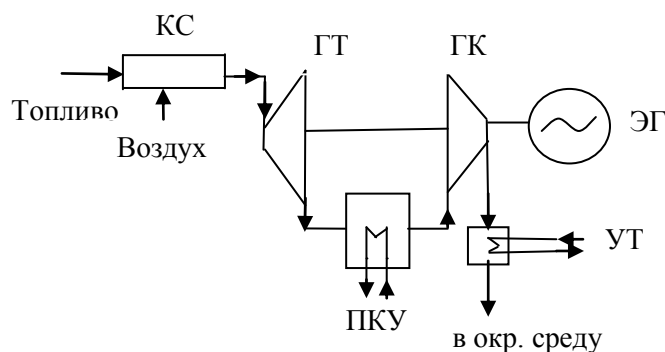


Рис. 1. ГТУ-А с вакуумом перед компрессором: КС – камера сгорания, ГТ – газовая турбина, ПКУ – паровой котел-утилизатор теплоты, ГК – газовый компрессор, ЭГ – электрогенератор, УТ – утилизатор теплоты

2. Температура рабочего тела на выходе из газовой турбины[6]:

$$T_4 = T_3 \cdot \left[1 - \left(1 - 1/\pi_d^m \right) \cdot \eta_T \right], \quad (2)$$

где π_d – степень повышения давления в турбине.

3. КПД цикла [6]:

$$\eta_{ГТУ} = \left[\tau \cdot \left(\pi_d^m - 1/\pi_d^m \right) \cdot \eta_T - \left(\pi_d^m - 1 \right) / \eta_K \right] / \left[\tau - \left(1 + \left(\pi_d^m - 1 \right) / \eta_K \right) \right], \quad (3)$$

где $\tau = T_3 / T_5$ – температурный коэффициент.

4. Удельная работа ГТУ [6]:

Для идеального цикла:

$$l_{ГТУ}^{идеальн} = l_{ГТ} - l_K = c_p \cdot \left[T_3 \cdot \left(\pi_d^m - 1/\pi_d^m \right) \cdot \eta_T - T_5 \cdot \left(\pi_d^m - 1 \right) / \eta_K \right], \quad (4)$$

где $l_{ГТ}$ – работа турбины, кДж/кг; l_K – работа компрессора, кДж/кг; T_5 – температура после ПКУ на входе в компрессор; $c_p = 1,0045$ кДж/кг; К – теплоемкость воздуха.

Для цикла с реальными турбиной и компрессором:

$$l_{ГТУ}^{реальн} = l_{ГТ} - l_K = c_p \cdot \left[T_3 \cdot \left(\pi_d^m - 1/\pi_d^m \right) - T_5 \cdot \left(\pi_d^m - 1 \right) \right], \quad (5)$$

5. Коэффициент полезной работы[7]:

$$\phi = l_{ГТУ} / l_{ГТ}. \quad (6)$$

Результаты расчетного анализа приведены ниже на рисунках: для идеального цикла – рис. 2–4; для цикла с реальными турбиной и компрессором – рис. 5–7.

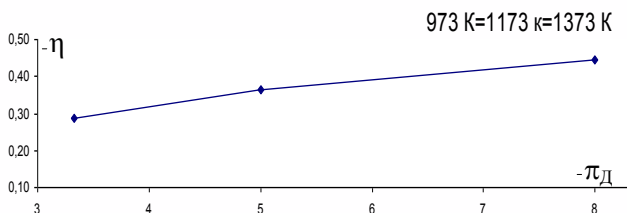


Рис. 2. Зависимость КПД ГТУ-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

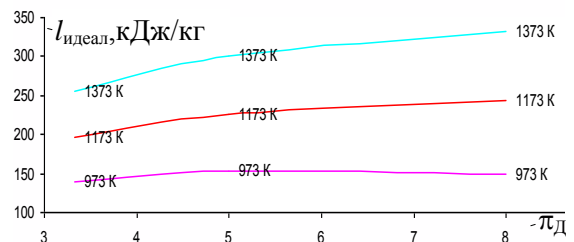


Рис. 3. Зависимость удельной работы ГТУ-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

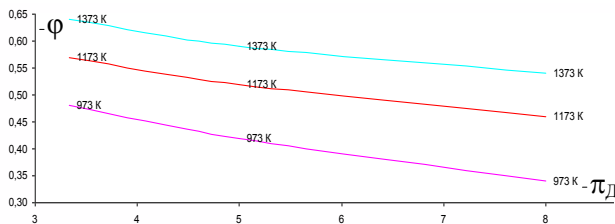


Рис. 4. Зависимость коэффициента полезной работы ГТУ-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

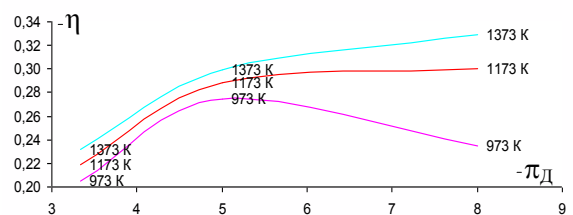


Рис. 5. Зависимость КПД-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

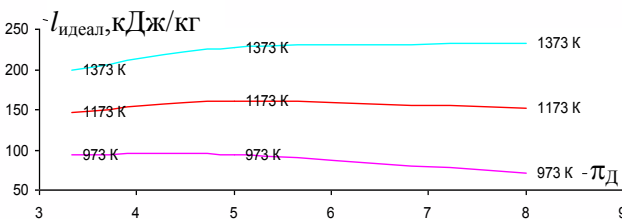


Рис.6. Зависимость удельной работы ГТУ-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

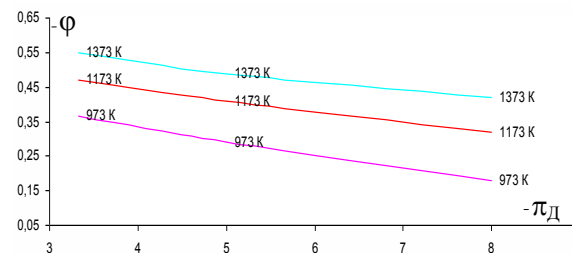


Рис.7. Зависимость коэффициента полезной работы ГТУ-А от степени повышения давления и температуры рабочего вещества на входе в турбину

Результаты расчетов температур в характерных точках приведены в таблице 1. Из приведенных расчетов следует, что в ГТУ-А возможны следующие сочетания температур в характерных точках (для идеального цикла до кривой и для цикла с реальной турбиной и компрессором после кривой).

Таблица 1

Результаты расчетов температур цикла ГТУ-А в зависимости от степени повышения давления в турбине

Параметры в точках цикла, К	Степень повышения давления в турбине, π_d		
	3,33	5	8
Температура воздуха перед камерой сгорания - T_1 , К	288	288	288
Температура рабочего тела на входе в турбину - T_3 , К	973	973	973
	1173	1173	1173
	1373	1373	1373
Температура рабочего тела на выходе из газовой турбины - T_4 , К	690/710	614/651	537/578
	831/856	740/785	647/697
	973/1002	866/919	758/816
Температура отработанных газов после ПКУ - T_5 , К	353	353	353
Температура газа на выходе из газового компрессора - T_6 , К	497/511	559/582	639/670
Температура теплоносителя на выходе из УТ - T_7 , К	353	353	353

Из представленных зависимостей можно сделать следующие выводы.

Для идеального цикла:

1) из рис. 2 видно, что КПД идеального цикла не зависит от температуры рабочего вещества на входе в турбину; он будет определяться исключительно степенью повышения давления π_d ;

2) увеличение температуры на входе в газовую турбину с 973 до 1373 К приводит к увеличению удельной работы в среднем в 2 раза (рис. 3), а увеличение степени повышения давления с 3,33 до 8 увеличивает работу в среднем в 1,2 раза, что говорит о существенном влиянии температуры T_3 на удельную работу;

3) из рис. 4 видно, что при увеличении температуры на входе в газовую турбину T_3 с 973 до 1373 К в среднем увеличивает коэффициент полезной работы в 1,4 раза, а увеличение степени повышения давления с 3,33 до 8 уменьшает данный коэффициент в среднем в 1,3 раз.

Для цикла с реальными турбиной и компрессором:

1) для цикла с реальным компрессором и турбиной в отличие от идеального отчетливо прослеживается зависимость КПД от температуры на входе в турбину так её увеличение с 973 до 1373 К при $\pi_d = 3,33-5$ в среднем приводит к увеличению КПД на 2,6 %, а при $\pi_d = 8$ приводит к увеличению КПД на 9,4% (рис. 5);

2) из рис. 6 видно, что при $T_3 = 973$ и 1173 К сначала наблюдается увеличение мощности до определенного значения степени повышения давления, являющегося экстремумом (для 973 К - $\eta_{ГТУ} = \max$ при $\pi_d = 4,05$; 1173 К - $\eta_{ГТУ} = \max$ при $\pi_d = 5,6$), а затем убывает. При $T_3 = 1373$ К удельная работа в диапазоне от степени повышения давления 3,33 до 8 постоянно возрастает;

3) коэффициент полезной работы так же получается уменьшенным на величину потерь в турбине и компрессоре, но в целом его значения для $T_3 = 1173$ и 1373 К лежат в пределах от 0,35 до 0,49 (рис. 7), что соответствует уровню традиционных ГТУ (0,35 до 0,4).

Литература

1. Богданов В.И., Карнов Ф.М., Ларишин Д.И. Концепция малоразмерной ГТУ со сгоранием топлива при атмосферном давлении // Газотурбинные технологии. – 2009. – № 11. – С. 28–29.
2. Бирюков Б.В., Онишко Б.Е. Об эффективности ГТУ-ТЭЦ с одно- и двухступенчатым сжатием воздуха в компрессорах и расширением газов в турбине до вакуума. // Промышленная энергетика. – 2011. – № 5. – С. 32–35.
3. Бирюков Б.В. Об эффективности ГТУ-ТЭЦ с двухступенчатым сжатием воздуха и подводом теплоты с впрыском пара в камеру сгорания высокого давления из котла утилизатора // Промышленная энергетика. – 2011. – № 11. – С. 31–33.
4. Бирюков Б.В. Контактная ПТУ-ТЭЦ с двойным подводом теплоты и впрыском пара // Промышленная энергетика. – 2009. – № 12. – С. 49–50.
5. Пат. 60139 РФ. Парогазовая установка / Б.В. Бирюков. – Открытия и изобретения, 2007, № 1.
6. Степанов И.Р. Парогазовые установки. Основы теории, применение и перспективы. – Апатиты: Изд. Кольского НИЦ РАН, 2000. – 169 с.
7. Цанев С. В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов – М.: Изд. МЭИ, 2002. – 584 с.

УДК 665.637.73

КОМБИНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ И ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ МАСЛЯНОГО СЫРЬЯ

А.И. Кайралиева, Н.В. Пыхалова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Предлагается скомбинировать установки селективной очистки и депарафинизации масляного сырья. В результате – повышение надежности установки депарафинизации за счет отказа от использования влажного растворителя; существенное снижение энергетических затрат при регенерации растворителей из водных растворов; снижение расхода метилэтилкетона за счет использования третьего компонента N – метилпирролидона без дополнительных затрат, снижение расхода водяного пара.

Основная идея исследования – скомбинировать установки селективной очистки масляного сырья и депарафинизации с целью снижения расхода водяного пара и облегчения удаления воды из образующихся в процессе производства масел водных растворов растворителей. В данной работе в качестве сырья применялся рафинат масляной фракции 350–420°C предприятия ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка». Физико-химические свойства рафината приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства рафината фр. 350-420°C

Показатели	Рафинат фр. 350-420°C
Плотность при 20°C, кг/м ³	858
Вязкость, мм ² /с	
при 40°C	20,59
при 50°C	15,03
при 100°C	4,41
Температура застывания, °C	28
Индекс вязкости	132

В качестве избирательных растворителей процесса депарафинизации применяли метилэтилкетон (МЭК), толуол, N-метилпирролидон (НМП). Физико-химические свойства растворителей сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Физико-химические свойства растворителей

Показатели	МЭК	Толуол	НМП
Плотность при 20°C, кг/м ³	805	867	1033
Температура, °C			
кипения	79,6	110,6	206
застывания	-85,9	-94,9	-24
Вязкость при 20°C, кПа·с	0,417	0,59	1,01
Давление насыщенных паров при 20°C	9,93	2,91	–
Растворимость при 20°C, % масс.			
растворителя в воде	22,6	0,037	–
воды в растворителе	9,9	0,034	–
Состав азеотропной смеси, % масс.			
растворитель	89	80,4	азеотроп
вода	11	19,6	не образуется
Предельно-допустимая концентрация, мг/м ³	200	50	100
Класс токсичности	IV	III	IV

Процесс депарафинизации в схеме современного маслблока является наиболее сложным, трудоемким и дорогостоящим. Первоначально он осуществлялся без применения растворителей – путем отстаивания охлажденного сырья в резервуарах или прессования под давлением.

В дальнейшем по мере совершенствования процесса производства масел стали применять методы кристаллизации с использованием избирательного растворителя, что позволило подвергать депарафинизации широкую гамму нефтяных фракций – от дизельных до тяжелых остаточных [1]. Одним из основных факторов, влияющих на эффективность депарафинизации, является природа применяемого растворителя. В связи с этим поиску и разработке более эффективных растворителей всегда уделялось большое внимание. В качестве таковых испытано более 300 органических соединений разной природы и их смесей [2].

В большинстве случаев при получении нефтяных масел как у нас в стране, так и за рубежом в качестве избирательного растворителя в процессе депарафинизации применяют смесь метилэтилкетона (МЭК) и толуола. Однако недостатком традиционного процесса депарафинизации при использовании кетон-ароматического растворителя является необходимость регенерации последнего из азеотропных смесей с водой, попадающей в смесь растворителей в отпарных колоннах.

С другой стороны, недостатком установок селективной очистки N-метилпирролидоном является необходимость его отпаривания из рафината, что приводит к нежелательному обводнению рафината. В результате этого на установку депарафинизации методом кристаллизации, следующую за установкой селективной очистки, попадает увлажненное сырье. Кристаллизация влаги, содержащейся в сырье (рафинате), может вызвать обледенение движущихся деталей кристаллизационного оборудования и их поломку [3].

В данной работе предлагается использовать в качестве сырья установки депарафинизации не рафинат, а рафинатный раствор, поступающий с установки селективной очистки и содержащий от 10 до 30% N-метилпирролидона.

Известно, что N-метилпирролидон и его смеси с метилэтилкетонами возможно использовать в качестве осадителей парафинов; действие N-метилпирролидона в процессах депарафинизации сходно с действием метилэтилкетона [3]. Кроме того, N-метилпирролидон неограниченно растворяется как в метилэтилкетоне, так и в толуоле. Однако его температура застывания минус 24°C, что ограничивает применение индивидуального N-метилпирролидона в процессе депарафинизации при низких температурах, но не препятствует его применению в смеси с толуолом и метилэтилкетонами, имеющими низкие температуры застывания.

Комбинированная схема будет заметно отличаться от традиционной блоком регенерации растворителей. Предполагается, что при регенерации растворителя из растворов депарафинизированного масла и гача в испарительных колоннах испаряют метилэтилкетон и толуол за счет повышения температуры и снижения давления, при этом N-метилпирролидон (NМП) остается в остатке. NМП удаляют в отпарных колоннах, а образующийся при этом водный раствор NМП возвращают на установку селективной очистки для отделения воды ректификацией с последующим повторным использованием NМП. Предпосылкой такой возможности является тот факт, что температура кипения NМП составляет 206°C, что на 126° выше температуры кипения метилэтилкетона и на 95° выше температуры кипения толуола. По этой причине испарение NМП на установке депарафинизации в отделении регенерации растворителей будет происходить в последнюю очередь, то есть в отпарной колонне. В этом случае исключается контакт метилэтилкетона и толуола с водяным паром. Отсутствие контакта метилэтилкетона и толуола с водяным паром позволит отказаться от трудоемких стадий отстаивания и азеотропной перегонки смесей метилэтилкетона и толуола с водой и существенно снизит количество влажного растворителя на установке депарафинизации.

На первом этапе исследования изучали растворяющую способность трехкомпонентных растворителей, состоящих из метилэтилкетона, толуола и N-метилпирролидона по отношению к масляному рафинату фр. 350–420°C. Растворяющую способность определяли по температурам помутнения, а также построением бинодальных кривых. Полученные результаты температур помутнения рафината и рафинатных растворов в смесях метилэтилкетона и толуола при их различных соотношениях между собой и при различных кратностях разбавления представлены в таблицах 3–6.

Таблица 3

Температуры помутнения рафината (фр. 350-420°C) в зависимости от соотношения сырья к растворителю и компонентов растворителя

Соотношение сырья к растворителю/ МЭК к толуолу	60:40	50:50	40:60	30:70
1:1	23,5	22,0	21,5	19,5
1:2	21,0	20,0	18,5	16,5
1:3	19,5	18,5	16,0	14,0
1:4	19,0	17,0	14,5	12,5
1:5	18,5	16,5	14,0	12,0

Таблица 4

Температуры помутнения рафинатного раствора (10% NMII) в зависимости от соотношения сырья к растворителю и компонентов растворителя

Соотношение сырья к растворителю/ МЭК к толуолу	60:40	50:50	40:60	30:70
1:1	25,5	24,0	22,5	21,0
1:2	23,5	21,5	20,0	18,0
1:3	21,5	20,0	17,5	16,5
1:4	20,5	18,5	16,0	14,0
1:5	19,5	17,5	15,5	13,0

Таблица 5

Температуры помутнения рафинатного раствора (20% NMII) в зависимости от соотношения сырья к растворителю и компонентов растворителя

Соотношение сырья к растворителю/ МЭК к толуолу	60:40	50:50	40:60	30:70
1:1	26,5	25,0	23,5	22,5
1:2	24,5	22,5	21,0	19,5
1:3	22,5	20,5	18,5	17,0
1:4	21,0	19,5	17,0	15,0
1:5	20,0	18,5	16,0	13,5

Таблица 6

Температуры помутнения рафинатного раствора (30% NMII) в зависимости от соотношения сырья к растворителю и компонентов растворителя

Соотношение сырья к растворителю/ МЭК к толуолу	60:40	50:50	40:60	30:70
1:1	27,5	26,0	24,5	23,0
1:2	25,0	23,5	22,5	20,0
1:3	23,5	22,0	19,5	17,5
1:4	22,0	20,5	17,5	15,5
1:5	21,0	19,5	16,0	14,0

В ходе лабораторных экспериментов было обнаружено, что рафинатные растворы обладают меньшей растворимостью по отношению к твердым парафинам, чем рафинаты. Это косвенно свидетельствует о возможности удаления из рафината парафинов при более высокой температуре.

Также результаты исследования показывают, что присутствие N-метилпирролидона позволяет снизить концентрацию, выполняющего функцию «осадителя» парафинов, метилэтилкетона в растворителе процесса депарафинизации на 3,5–18,0% от его исходного содержания. При этом соблюдается равенство растворяющей способности «традиционного» двухкомпонентного и трехкомпонентного растворителей. Так как метилэтилкетон является более дорогостоящим компонентом в составе смешанного кетон-ароматического растворителя, то снижение его концентрации будет способствовать удешевлению получаемой продукции.

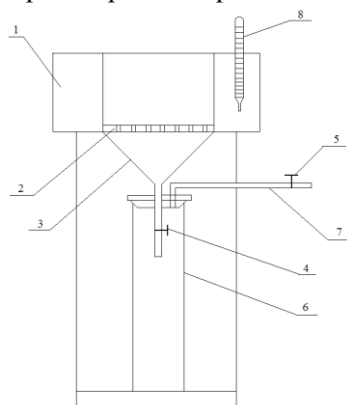


Рис. 1. Схема установки депарафинизации: 1 – баня; 2 – перфорированная пластина; 3 – съемный фильтр; 4, 5 – краны; 6 – цилиндр для сбора фильтрата; 7 – патрубок для соединения с вакуумным насосом; 8 – термометр

Далее проводили исследования по изучению процесса депарафинизации в двух- и трехкомпонентных растворителях по нижеописанной методике.

Первоначально взвешивали навеску рафината масляной фракции, переносили его в стакан. Добавляли предварительно взвешенные количества растворителей (метилэтилкетона, толуола, N-метилпирролидона). Полученный раствор тщательно перемешивали при нагревании. Затем медленно охлаждали раствор до температуры помутнения. Последующее охлаждение суспензии осуществляли с фиксированной скоростью 1 град /мин. до температуры минус 18 °С. Процесс депарафинизации проводили на установке, схематично изображенной на рисунке 1.

Баню к началу процесса фильтрования суспензии охлаждали до температуры минус 18°C. На перфорированную пластину укладывали фильтровальную бумагу. Патрубок через вакуумный шланг соединяли с вакуумным насосом. Кран переводили в закрытое состояние и осторожно переносили на фильтр суспензию. Далее включали вакуумный насос, одновременно открывали кран и отсчитывали по секундомеру время до исчезновения последней капли с лепешки раствора гача [4]. После чего закрывали кран, измеряли уровень жидкости в цилиндре. Затем промывали осадок свежей порцией взвешенного растворителя и проводили повторное фильтрование, фиксируя время фильтрования и уровень жидкости. По полученным значениям времени фильтрования суспензии и времени фильтрования после промывки рассчитывали среднее время для сушки осадка. После просушки записывали уровень жидкости в цилиндре, аккуратно переносили осадок с фильтровальной бумаги, определяли массу осадка и фильтра.

Расход растворителя на разбавление составлял 300% об. на сырье, на промывку – 100% об. на сырье. Температура депарафинизации – минус 18°C. Соотношение МЭК:толуол = 60:40 об. Растворители из полученных растворов депарафинированного масла и гача регенерировали и определяли выходы масла и гача. Результаты экспериментов сведены в таблицу 7.

Таблица 7

Результаты депарафинизации

Показатели	Депарафинизация рафината	Депарафинизация рафинатного раствора, содержащего 10% НМП	Депарафинизация рафинатного раствора, содержащего 20% НМП
Выход депарафинированного масла, % масс.	78,68	77,81	76,45
Выход гача, % масс.	18,45	19,70	20,64
Потери, % масс.	2,87	2,49	2,91
Скорость фильтрования, мл/мин	10,34	11,49	9,92
Температура застывания деп. масла, °С	-12,0	-13,0	-13,5
Температурный эффект депарафинизации, град	6,0	5,0	4,5
Толщина лепешки раствора гача, мм	6,0	7,0	7,5

Из результатов депарафинизации видно, что выход депарафинированного масла при увеличении доли N-метилпирролидона незначительно сокращается, однако, остается на достаточно высоком уровне. Температура застывания депарафинированного масла и температурный эффект депарафинизации при добавлении N-метилпирролидона снижаются. Введение в растворитель депарафинизации N-метилпирролидона приводит к увеличению толщины осадка, но это практически не влияет на скорость фильтрования суспензии: в случае рафинатного раствора, содержащего 10% НМП, скорость повышается, а при депарафинизации 20% раствора – несколько снижается.

Таким образом, результаты экспериментов по определению растворяющей способности растворителей и исследованию процесса депарафинизации указывают на возможность комбинирования установок селективной очистки N-метилпирролидоном и депарафинизации при производстве минеральных масел.

Литература

1. Садулаева А.С., Ольков П.Л., Сыркин А.М. Эфиры как растворители при депарафинизации рафинатов (сообщение 1) // ХТТМ. – 2006. – № 3. – С. 23–25.
2. Садулаева А.С., Ольков П.Л., Сыркин А.М. Эфиры как растворители для депарафинизации рафинатов (сообщение 2) // ХТТМ. – 2007. – № 3. – С. 19–21.
3. Пыхалова Н.В., Кайралиева А.И., Шумеев А.М. Способ депарафинизации масляного сырья: Пат. 2374301 РФ // Опубл. 27.11.2009.
4. Пыхалова Н.В. Экспериментальная установка для исследования процессов депарафинизации и обезмасливания // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – № 3. – С. 84–86.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.А. Киричко, Л.И. Садретдинова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В данной статье дается анализ работ по изучению ботанической характеристики топинамбура, его химического и углеводного состава, способах получения инулина, пектина, фруктозо-глюкозного сиропа, сухого порошка из клубней топинамбура. Особое внимание уделено перспективам использования продуктов переработки топинамбура в пищевой промышленности.

Образ жизни человека заметно изменился за последние десятилетия, что повлекло за собой ряд негативных последствий для его здоровья (развитие диабета, атеросклероза, избыточного веса, дефицита витаминов и минеральных веществ). Это определило новые требования к формированию сбалансированного рациона современного человека. В этой связи целесообразно создание новых продуктов здорового питания с нормированным составом, что зачастую связано с использованием нетрадиционных видов сырья. Среди разнообразия нетрадиционных видов растений одним из наиболее перспективных является топинамбур (*Helianthus tuberosus*). Для топинамбура характерны высокая урожайность клубней, стойкость к климатическим условиям, болезням и вредителям.

Топинамбур, или земляная груша, однолетнее растение, относится к семейству астровых. Многолетним его считают, потому что обычно его выращивают на одном месте без ежегодной пересадки много лет. По строению надземных органов он очень сходен с подсолнечником. Стебель прямой, хорошо облиственный. В зависимости от сорта и условий произрастания стебли бывают высотой от 1 до 5 м. Окраска зеленая, но может у некоторых сортов иметь фиолетовый оттенок. Общая форма листа в средней части растения преимущественно яйцевидная. Соцветие топинамбура – многоцветковая корзинка, с яркими желтыми цветками, очень сходное по строению с соцветием подсолнечника. В отличие от подсолнечника стебли топинамбура образуют многочисленные подземные побеги-столоны, на концах которых находятся клубни. Окраска клубней у сортов белая, фиолетово-красная, светло-коричневая. Преимущественная форма клубней – грушевидная, но может быть продолговато-овальной, веретеновидной. Клубни некоторых сортов отличаются неровной поверхностью, обусловленной очень большим наличием деток (наростов). Средний вес клубня в зависимости от сорта и района выращивания колеблется от 10 до 90 г, чаще всего 30–50 г. При высоком агрофоне возможно получение клубней массой до 500 г [1].

В последнее время возрастает интерес к данной культуре, что связано с появлением новых аспектов его использования в пищевой промышленности. Топинамбур является одним из наиболее перспективных видов растений, при этом топинамбур – один из наиболее дешевых видов сырья. Топинамбур характеризуется богатым биохимическим составом, с преобладанием в клубнях углеводов. Пищевая ценность клубней топинамбура обусловлена высоким содержанием функциональных макро- и микронутриентов, таких как инулин, пектиновые вещества, пищевые волокна, минеральные элементы, витамины, аминокислоты и т.д. Инулин – единственный природный полисахарид, состоящий на 95 % из фруктозы. Инулин – наиболее ценный углеводный компонент топинамбура. Он содержится преимущественно в клубнях топинамбура совместно с сахарами (от 13 до 20% сырого веса) [2]. Фруктоза, или плодовый сахар – наиболее важный представитель кетоз. Инулин относится к группе полифруктанов и представляет собой полифруктозную цепь, в которой остатки D-фруктозы (до 96%) связаны β -2,1 связью, причем каждая цепь с нередуцированного конца заканчивается молекулой D-глюкозы (до 6%), соединенной с фруктозой β -1,2 связью. Впервые он был открыт в 1804 году в корнях девясила – *Inula helenium* L., откуда и получил свое название. Инулин гигроскопичен, легко растворим в горячей воде и малорастворим в холодной воде. Количество инулина в топинамбуре зависит от сорта, природных условий и способа хранения растения. Он легко расщепляется до D-фруктозы. В настоящее время в науке известны три формы инулина: α -инулин (белый аморфный порошок), β -инулин

(бесцветные кристаллы), γ -инулин. Они отличаются молекулярной массой, степенью полимеризации, температурой растворения, способом получения и т.д. α -форма образуется при вымораживании инулина из раствора, β -форма, при осаждении спиртом, γ -форма, после применения целого ряда процессов, связанных с воздействием различных температур. Все формы взаимопревращаемые [2]. Инулин оказывает положительное воздействие на организм человека. При попадании в пищеварительный тракт инулин проходит в неизменном виде желудок, тонкий кишечник, а в толстом кишечнике ферментируется при помощи микрофлоры. Инулин относится к классу растворимых пищевых волокон. Благодаря тому, что инулин не абсорбируется в желудке и тонком кишечнике и ферментируется микрофлорой толстой кишки, регулярное употребление инулина в пищу обеспечивает следующие оздоровительные эффекты на организм: снижение количества токсичных метаболитов; снижение количества холестерина и триглицеридов крови; нормализация количества глюкозы и липидов крови; улучшение углеводного и липидного метаболизма у больных сахарным диабетом; увеличивает степень усвоения кальция. Исследования многочисленных ученых показали, что ежедневное употребление инулина значительно повышает количество бифидобактерий в кишечнике и снижает количество патогенных бактерий, таких как *Salmonella*, *Shigella*, *Listeria*, *Campilobacter*, *Bacteroides*, *Proteus*, *Staphylococcus*, *Veillonella*, *Enterococcus*, *Streptococcus*[3].

Органические полиоксикислоты составляют 6–8% от сухой массы. К ним относятся лимонная, яблочная, малоновая, янтарная, фумаровая кислоты. Органические кислоты активно участвуют в обмене веществ, повышают секреторную активность слюнных желез, усиливают выделение желчи и панкреатического сока, улучшают пищеварение, растворяют нежелательные отложения (соли мочевой кислоты), обладают бактерицидным действием. В комплексе с витамином С обладают ярко выраженным антиоксидантным действием [1].

Одной из важных особенностей топинамбура является сбалансированность по макро- и микроэлементному составу. Клубни топинамбура содержат большое количество железа (до 12 мг), кремния (до 8 мг), цинка (до 500 мг), магния (до 30 мг), калия (до 200 мг), кальция (до

40 мг). Особенно обращает на себя внимание довольно высокое содержание органического кремния. Кремний – структурный элемент организма, упорядочивает обмен веществ и усвоение макро- и микроэлементов, а также необходим для формирования коллагена – белка соединительной ткани, кожи, костей, хрящей [1].

Пектиновые вещества – полисахариды, присутствующие в топинамбуре в количестве 11% от массы сухого вещества. Пектин обладает абсорбирующими, комплексообразующими свойствами. Пектины абсорбируют на своей поверхности и выводят из организма токсичные вещества, холестерин, триглицериды, которые являются основными виновниками развития атеросклероза и желчнокаменной болезни. Научные исследования дают основания полагать, что пектины могут снижать накопление атеросклеротических бляшек на стенках сердечных артерий. Комплексообразующее свойство (способность образовывать комплексы с ионами тяжелых металлов) позволяет использовать пектины как профилактическое средство в условиях профессионального контакта с соединениями тяжелых металлов, пестицидами, радиоактивными веществами. Содержание клетчатки в топинамбуре составляет 7,04% (содержание в сухом веществе). Набухающая клетчатка, двигаясь по кишечнику, удаляет из него вредные химические вещества, мутагены, канцерогены, провоцирующие развитие злокачественных опухолей. Также она помогает понижать уровень сахара и холестерина в крови [1].

Приведенные выше факторы определяют перспективность использования топинамбура в качестве сырья для производства физиологически ценной продукции с выраженными функциональными свойствами: инулина, пектина, фруктозо-глюкозных сиропов (ФГС), подсластителей, пищевых волокон. Продукты переработки топинамбура имеют широкий спектр применения: в мясоперерабатывающей промышленности, в молочном производстве, на кондитерских и хлебобулочных предприятиях, при производстве натуральных соков, газированных напитков, кваса, а также в составе БАД. Одним из первых продуктов переработки топинамбура стал сухой порошок. Порошок топинамбура может быть получен разными способами сушки: криогенной, сублимационной, леофильной и тепловой [1]. Известен способ производства сушеного топинамбура, который включает мойку, сортировку, инспекцию, калибровку, очистку, доочистку, резку, бланширование и сульфитацию, сушку и последующий помол. Сушку проводят в два последовательно многократно чередующихся кратковременных этапа. На первом этапе кубики топинамбура определенного

размера обрабатывают в плотном слое перегретым паром атмосферного давления с определенной продолжительностью. На втором этапе обработку осуществляют в псевдооживленном слое с заданной продолжительностью и температурой. Изобретение позволяет улучшить качество готового продукта и повысить тепловую эффективность процесса сушки [4]. Сухой порошок топинамбура может с успехом использоваться в хлебобулочной, кондитерской, макаронной, мясной промышленности в качестве источника клетчатки, пектина, минеральных веществ.

Помимо производства сухих порошков, одним из перспективных и реально востребованных в ближайшее время будет получение фруктозо-глюкозных сиропов, так как примерно 60–70% сухого вещества топинамбура состоит из фруктозы. Фруктозо-глюкозный сироп, получаемый из клубней топинамбура, представляет собой высококонцентрированный натуральный растительный экстракт с физиологически активными компонентами, от светло-коричневого цвета до темного, содержащий не менее 50% сухих веществ, имеет характерный сладкий вкус. ФГС могут полностью заменить сахар (сахарозу) при производстве плодово-ягодных соков и напитков [1]. Также ФГС может быть использован в молочной промышленности при производстве йогуртов, творожных изделий, мороженого; на кондитерских и хлебобулочных предприятиях; в производстве газированных напитков и кваса.

Известен способ получения ФГС из топинамбура, включающий мойку клубней, их прессование с отделением сока, его осветление и кислотный гидролиз сока, отличающийся тем, что перед прессованием клубни подвергают воздействию поля СВЧ [5].

Топинамбур является важным сырьем для получения истинного инулина – ценного продукта медицинского, фармацевтического и пищевого назначения. Технология выделения инулина из растительного сырья имеет ряд особенностей: сезонность, особенность хранения сырья, зависимость содержания высокополимеризованных фруктанов от сорта, времени уборки и способа последующего хранения [1]. запатентован способ получения инулина из инулинсодержащего сырья, предусматривающий выделение сока и его очистку с одновременным концентрированием путем ультрафильтрации, отличающийся тем, что перед выделением сока инулинсодержащее сырье измельчают, выделение сока проводят путем смешивания измельченного сырья с водой при гидромодуле смеси 1:(3–8) с последующим проведением процесса кавитации смеси при температуре 35–40°C и числе кавитации 0,15 – 0,35, затем сок отделяют, а ультрафильтрацию проводят последовательно на полуволоконных фильтрах AP-2 с размером пор $(1,2-1,8) \cdot 10^{-6}$ м и AP-6 с размером пор $(0,2 - 0,4) \cdot 10^{-6}$ м, полученный концентрат с содержанием сухих веществ 20–22% подвергают очистке на ионообменных колонках до содержания в нем инулина 20 – 21% [6].

Также топинамбур является перспективным сырьем для получения пектина, который содержится в клубнях этой культуры. Академиком Голубевым В.Н. запатентован способ получения пектина из топинамбура. Способ включает гидролиз-экстракцию пектинсодержащего сырья (топинамбура) путем кавитационной обработки в гидроакустическом экстракторе-дезинтеграторе, разделение полученной пульпы на жидкую и твердую фазы в поле действия центробежных сил и концентрирование жидкой фазы ультрафильтрацией. После разделения полученную жидкую фазу с содержанием взвесей 0,5–0,6% к ее массе подвергают дополнительной микрофильтрации с использованием мембран с размером пор $(1-10) \cdot 10^{-6}$ м до содержания в ней взвесей не более 0,1% к ее массе, а концентрирование ультрафильтрацией проводят с использованием мембран на твердой подложке и диаметром пор $(1-10) \cdot 10^{-9}$ м при скорости потока жидкой фазы 0,1–2,0 м/с и давлении 0,5–3,1 кг/см² до содержания пектиновых веществ в концентрате 3,5–4,2%. После концентрирования ультрафильтрацией проводят дополнительное сгущение, после чего полученный концентрат сушат при температуре 75–92°C [7]. Пектин широко используется в кондитерской, молочной промышленности, при производстве соусов, кетчупа и майонеза.

Таким образом, топинамбур является перспективным сырьем для получения продуктов функционального назначения. Исходя из этого, необходимы дальнейшие исследования, направленные на создание новых современных технологий переработки клубней топинамбура с получением продукции, содержащей физиологически активные вещества и обладающей выраженными функциональными свойствами.

Литература

1. Кочнев Н.К., Калинин М.В. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. – М.: Арес, 2002. – 76с.

2. Голубев В.Н., Волкова И.В., Кушалаков Х.М. Топинамбур. Состав, свойства, способы переработки, области применения. – Астрахань: Волга, 1995. – 82 с.
3. Хамагаева И.С., Ханхалаева И.А., Заиграева Л.И. Использование пробиотических культур для производства колбасных изделий. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. – 204 с.
4. Патент 2256379 Российская Федерация МПК⁷, А23L10, Способ производства сушеного топинамбура / Остриков А.Н., Зуев И.А., заявка 2004114518/13, опубл.20.07.2005.
5. Патент 2039832, Российская Федерация МПК⁷, С13К11/00. Способ производства фруктозного сиропа из топинамбура. / Ибрамджи Ж., Флауменбаум Б. Л., Квасенков О.И., заявка 93037209/13, опубл. 20.07.1995.
6. Патент 2066965, Российская Федерация МПК⁷, А23L1/236. Способ получения инулина из инулинсодержащего сырья / Голубев В.Н.; Волкова И.В., заявка 95112627/13, опубл. 27.09.1996.
7. Патент 2066962, Российская Федерация МПК⁷, А23L1/0524, С08В37/06. Способ получения пектина. / Голубев В.Н., заявка 96103238/13, опубл. 27.09.1996.

УДК 621.313.13:629.5

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ НА ВАЛУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

А.А. Марченко

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье представлены способы получения механической мощности на валу электродвигателя. Эксперименты по переводу машины в режим генератора позволяют судить о возникновении значительного момента на валу электродвигателя и получении мощности, сравнимой с номинальной.

Ситуация на рыбопромысловом флоте является общеизвестным фактом. По официальному прогнозу списания судов по Дальневосточному региону к 2020 году планируется сокращение судов до 700 единиц. Ясно, что этого не произойдет, так как рыболовецкие предприятия не допустят этого, так как некоторые из них имеют на вооружении по одному судну. Единственным возможным решением сложившейся проблемы является максимальное продление срока эксплуатации судового оборудования. На данный момент это привело к тому, что судоремонтные предприятия заполнены электрооборудованием, большая часть из которого – асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Это объясняется его преимуществами перед двигателями постоянного тока. Он имеет лучшие массогабаритные показатели, высокую эксплуатационную надежность и более прост в исполнении. К ремонту асинхронного двигателя предъявляются серьезные требования, так отремонтированный двигатель по своим свойствам должен не уступать новому, выпускаемому промышленностью [1]. На данный момент более 80% всех эксплуатируемых электродвигателей подвергались ремонту. Диагностирование неисправностей электрических машин является сложной задачей. Одним из самых тяжелых этапов является испытание электродвигателей под нагрузкой, который сильно осложнен процессом центровки электрических машин. Момент на валу электрической машины можно изменять при помощи изменения частоты питающего напряжения [2], на длительном промежутке времени при помощи интегрирования мгновенных значений механического момента можно оценить среднюю механическую мощность на валу. Данный способ позволит создать эквивалент механической нагрузки без применения дополнительных устройств и позволит добиться значительной экономии электроэнергии путем отдачи ее в сеть, в то время как использование нагрузочных устройств предполагает ее бесполезное использование. Кроме того, данный способ позволит избежать проблемы согласования частот испытуемого электродвигателя и электродвигателя, используемого в качестве нагрузочного. Подобный способ испытаний электрических машин получил название динамического нагружения, или способ нагружения электродвигателя скоростью.

Целью работы является проверка возможности создания на валу электродвигателя механической мощности.

В этой ситуации компьютерное моделирование рассматриваемых процессов, позволяет выбрать и оценить величины параметров: частоты, времени переходного процесса, биений и т.п.

Эффективным решением при схемотехнической реализации является решение с понижением частоты питания асинхронного двигателя с 50 Гц до 25 Гц, что требует разработки обратимого частотного преобразователя, питающегося от сети 50 Гц, или двух односторонних преобразователей с цепями коммутации, управляемых микропроцессором.

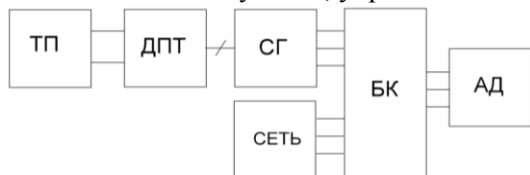


Рис. 1. Схема для проведения эксперимента: ТП – тиристорный преобразователь, ДПТ – двигатель постоянного тока, СГ – синхронный генератор, БК – блок коммутации, АД – асинхронный двигатель

Основным недостатком переключения на сеть с напряжением 25 Гц является необратимость частотного преобразователя, используемого в программах имитационного моделирования, поэтому для подтверждения эффективности предлагаемого метода на реальной установке была использована система «Тиристорный преобразователь-двигатель», изображенная на рис. 1.

При проведении данного опыта сброс частоты вращения АД [3] происходил при помощи резкого сброса напряжения якоря ДПТ изменением выходного напряжения ТП. Отдаваемая в сеть электрическая энергия не достигнет полупроводникового ТП, будет израсходована на трение ДПТ. По изменению напряжения статора АД можно судить об уменьшении времени переходного процесса.

Перед проведением эксперимента в реальных условиях предлагаемая модель была спроектирована в программе Matlab [4]. Полученный график изменения момента электродвигателя представлен на рис. 2.

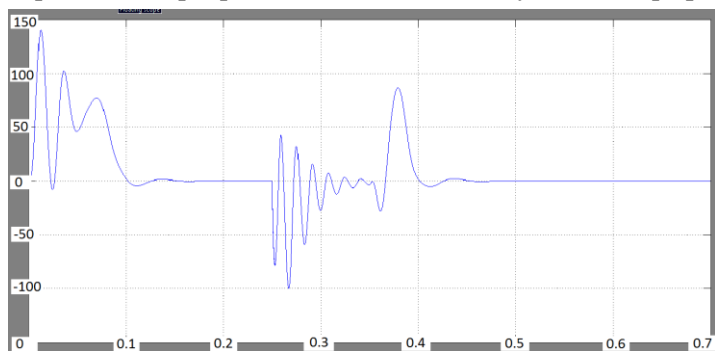


Рис. 2. Момент электродвигателя

При проведении данного опыта сброс частоты вращения АД [3] происходил при помощи резкого сброса напряжения якоря ДПТ изменением выходного напряжения ТП. Отдаваемая в сеть электрическая энергия не достигнет полупроводникового ТП, будет израсходована на трение ДПТ. По изменению напряжения статора АД можно судить об уменьшении времени переходного процесса.

Двигатель переходит в кратковременный генераторный режим на участке от 0,25 до 0,35 секунд, затем происходит разгон электродвигателя при подключении к сети напряжением 50 Гц на участке от 0,35 до 0,45 секунды

Результатом работы является расчет средней механической мощности на валу электродвигателя мощностью 3 кВт, полученный путем интегрирования произведения скорости и момента без учета знака на участке от 0,25 до 0,45 секунд.

Из графика на рис. 3 видно, что путем динамического нагружения электродвигателя был получен эквивалент механической мощности на валу машины около 2300 Вт.

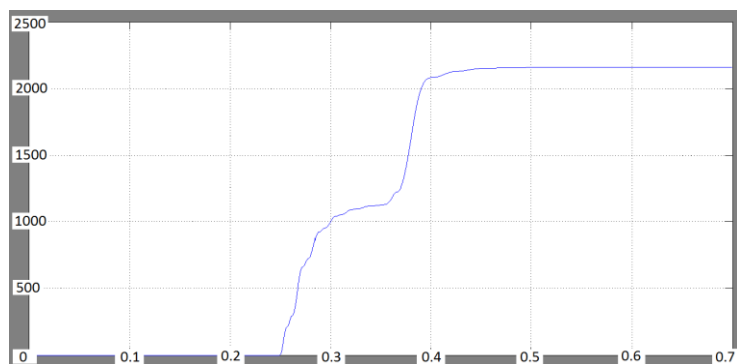


Рис. 3. Механическая мощность на валу электродвигателя

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о возможности испытания электродвигателя под нагрузкой [5] без применения нагрузочных устройств. Кроме того, данный метод позволяет сохранить часть запасенной энергии.

Нужно отметить, что нагружение электрических машин [6] рассматриваемым методом требует наличия преобразователя частоты, обеспечивающего взаимный обмен энергией между сетью и двигателем.

Литература

1. Слоним Н.М. Испытания асинхронных двигателей при ремонте. – 2-е изд. – Энергия, 1970. – С. 53–54.

2. *Осинов О.И.* Частотно регулируемый асинхронный электропривод: учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – С. 46–48.
3. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – С. 233–239.
4. *Черных И.В.* Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2008. – С. 167–172.
5. *Голдберг О.Д.* Испытание электрических машин: Учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2000. – С. 164–166.
6. *Слоним Н.М.* Испытания асинхронных двигателей при ремонте. – 2-е изд. – Энергия, 1970. – С. 53–54.

УДК 664.9:613.2

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МЯСНОГО И РЫБНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Д.А. Самойлова, М.Е. Цибизова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Проводились исследования химического состава мясного и рыбного сырья, которые показали возможность их комбинирования. Изучение зависимости структурно-механических и реологических характеристик фаршевых систем от их химического состава показало, что фарши из рыбного сырья обладают близкими структурно-механическими характеристиками, позволяющими отнести их к группе фаршей с высокой стабильной консистенцией.

Питание должно не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции.

У пожилых людей потребность в энергообеспечении из-за общего снижения интенсивности обменных процессов и физической деятельности значительно ниже, по сравнению со среднестатистическими данными. Поэтому рационы питания людей старшего возраста должны разрабатываться с учетом физиологических особенностей стареющего организма и содержать, помимо макронутриентов (белков, жиров, углеводов), обеспечивающих калорийность пищи, целый ряд микронутриентов (витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и т. д.), необходимых для нормального функционирования организма [1].

В настоящее время разработка геродиетических комбинированных продуктов, как правило, осуществляется на основе мясного и растительного сырья. Известно, что гидробионты по химическому составу отличаются от мясного и растительного сырья, и служат источником не только полноценного по аминокислотному составу белка, но и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), макро- и микроэлементов и некоторых витаминов, что предопределяет целесообразность их использования в качестве основного компонента рецептур продуктов для геродиетического питания.

Проведенный анализ научных работ показал, что исследования ученых, посвященные разработке технологии комбинированных вторых блюд геродиетического назначения на основе мясного сырья и гидробионтов, продолжаются. Конструирование функциональных продуктов с заданными характеристиками (состав, структурные формы, сенсорные показатели) ведется в соответствии с принципами пищевой комбинаторики. При сложившейся экологической обстановке, особенно в крупных мегаполисах, введение в ежедневный рацион продуктов, созданных с применением принципов пищевой комбинаторики, является необходимым. Это научно-технологический процесс создания новых форм пищевых продуктов, в основе которого лежат три принципа. Первый – элиминация – исключение из состава продукта какого-либо компонента, например, лактозы из продуктов, предназначенных для людей с непереносимостью молочного сахара. Второй принцип – обогащение. Если не хватает какого-то пищевого вещества, продукт можно им обогатить. Третий – замена, при которой вместо одного изъятого компонента вводится другой аналогичный, обладающий полезными свойствами [2].

Рыба является одним из перспективных источников белка и целого ряда незаменимых пищевых веществ: витаминов, ПНЖК, минеральных веществ, различных биологически активных соединений. Пищевая ценность рыбы как компонента продуктов геродиетического питания в первую очередь определяется полноценным по аминокислотному составу белком. По данным ГУ НИИ Питания РАМН 200 г рыбного филе могут покрыть суточную потребность человека в аминокислотах. При этом следует отметить, что белки рыбы отличаются довольно низким содержанием триптофана, количество которого в рационах людей пожилого возраста необходимо ограничить.

Рыбный жир является практически единственным источником незаменимых ПНЖК, относящихся к семейству ω -3 – эйкозапентаеновой и докозагексаеновой. Клиническими испытаниями доказано, что при достаточном обеспечении рационов незаменимыми ПНЖК значительно снижается риск ИБС, инфаркта миокарда и инсульта, а также тромбозов и гипертонии, т.е. тех заболеваний, которыми чаще всего страдают люди пожилого возраста [1].

В мышечной ткани рыб в незначительных количествах содержатся жир- и водорастворимые витамины. Из водорастворимых обнаружены витамины группы В, РР, С, из жирорастворимых – А, Д и Е. Рыба богата калием, кальцием, магнием, фосфором. Особенно большое физиологическое значение имеют содержащиеся в рыбе в малых количествах такие элементы, как железо, медь, йод, бром, фтор и др. По мнению ученых, за счет потребления рыбы можно удовлетворить потребность организма в железе на 25%, фосфоре – на 50 – 70%, магнии – на 20% [3].

В этой связи разработка технологии и создание новых рецептурных композиций на основе комбинирования мясного и рыбного сырья для питания людей пожилого и преклонного возраста, составляющих более 30% от общей численности населения России, является актуальной и важной задачей, так как направлена на коррекцию рационов и профилактику заболеваний, характерных для пожилых людей.

Целью проводимых исследований являлось обоснование возможности комбинирования мясного и рыбного сырья для производства продуктов геродиетического назначения.

В качестве объектов исследования нами рассматривалось мелкое рыбное сырье Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, выловы которого находятся в динамике постепенного увеличения, и мясное сырье, традиционно используемое для производства пищевой продукции.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ химического состава фарша из различных видов мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна и мясного сырья (табл. 1, 2).

Таблица 1

Химический состав мясного сырья

Объект исследования	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал /100 г
	Влага	Белок	Жир	Минеральные вещества	
Курица	65,4	19,2	14,5	0,9	181,7
Говядина	64,5	18,6	16,0	0,9	218,0
Свинина	51,5	14,3	33,3	0,9	357,0
Баранина	67,3	15,6	16,3	0,8	209,1

Полученные данные показали (табл.1), что в мясе кур содержание белка 19,2%, что на 4,9% больше, чем в свинине и на 3,6% больше, чем в баранине. Мясо кур отличается низким содержанием жира (14,5%), по сравнению с остальными образцами. Энергетическая ценность куриного мяса составила 181,7 ккал /100 г, в отличие от энергетической ценности говядины, свинины или баранины. Таким образом, мясо кур относится к диетическим продуктам и может быть использовано в качестве одного из компонентов комбинированных продуктов для геродиетического питания.

Таблица 2

Химический состав мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна

Объект исследования	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал /100 г
	Воды	Белка	Жира	Минеральных веществ	
Красноперка	78,7	17,7	2,5	1,1	88,2
Карась	76,2	18,3	4,3	1,2	87,3
Окунь	77,8	18,8	2,2	1,2	84,9
Тарань	75,0	18,5	5,2	1,2	129,2
Чехонь	73,8	21,0	3,7	1,5	134,9
Густера	74,9	20,3	3,6	1,2	130,5

Согласно данным табл. 2, можно сделать вывод, что исследуемые виды рыб содержат белка – от 17,5 до 21,0%, что позволяет отнести их к группе белкового сырья, для которого характерно достаточно высокое содержание белка. По содержанию жира красноперку и окуня можно отнести к тощим рыбам – до 3% жира; а тарань, карася, густеру и чехонь – к объектам со средней жирностью – от 3 до 5% жира. Содержание минеральных веществ в мышечной ткани исследуемых объектов практически одинаково и не зависит от вида рыб. Энергетическая ценность исследуемых образцов изменяется в пределах от 84,9 ккал/100 г до 134,9 ккал/100 г. Наименьшую энергетическую ценность имеет мышечная ткань окуня (84,9 ккал/100 г), наибольшую – чехони (134,9 ккал/100 г). Таким образом, все исследуемые виды рыб можно отнести к диетическим, и каждая из них может быть использована в качестве одного из компонентов комбинированных продуктов для геродиетического питания.

Нами проанализированы структурно-механические показатели объектов исследования (табл. 2). Для этого рассчитаны критерий химического состава K_0 и уточненный химический коэффициент K_y полученных фаршевых систем по химическому составу был рассчитан по методике, разработанной В.Д. Косым [4].

Расчет критерия химического состава осуществляется по формуле:

$$K = \frac{B}{\varphi U_w}, \quad (1)$$

где B , φ – содержание белка и жира соответственно, %; U_w – влагосодержание, т. е. содержание влаги в 1 кг абсолютно сухого остатка, кг/кг.

$$U_w = \frac{W}{1 - W}, \quad (2)$$

где W – содержание воды в рыбном фарше, доли единицы.

Комплексный коэффициент химического состава (K_y) рассчитывается по формуле

$$K_y = \frac{B}{\varphi U_w} + \frac{B}{W} + \frac{\varphi}{W}, \quad (3)$$

где B/W и φ/W – коэффициенты обводнения белка и жира соответственно.

Полученные данные структурно-механические характеристики объектов исследования по химическому составу представлены в таблице 3.

Таблица 3

Структурно-механические характеристики объектов исследования

Объекты исследования	Критериальные показатели, доли ед.						ВУС, %
	K_0	$K_{ж}$	$K_{хс}$	K_y	η , Па·с	$\eta_{в}$, Па·с	
Красноперка	0,22	0,03	2,03	0,46	1656,00	1676,80	71,50
Карась	0,24	0,06	2,10	0,44	1646,21	1656,30	71,0
Окунь	0,24	0,03	2,75	0,57	1602,40	1623,40	75,80
Тарань	0,25	0,07	1,55	0,32	1702,32	1723,70	73,50
Чехонь	0,26	0,05	1,98	0,35	1718,53	1740,12	74,20
Густера	0,27	0,05	1,27	0,34	1560,12	1580,57	73,80

Полученные данные показывают (табл. 3), что по предложенным учеными классификации сырья по степени обводнения белка (K_0) и жира ($K_{ж}$) исследуемое рыбное сырье Волго-Каспийского бассейна можно разделить на следующие группы: суховатое и плотное (красноперка) ($K_0 = 0,214-0,224$); плотное и сочное (тарань, окунь, карась) ($K_0 = 0,239-0,248$), нежное (чехонь, густера) ($K_0 = 0,262-0,277$). Взаимосвязь содержания жира и воды общеизвестна. Количественное соотношение в мясе рыбы между отдельными компонентами (белок, жир, минеральные вещества и вода) влияет на его строение и реологические свойства. Чем выше коэффициент обводнения, тем нежнее консистенция фарша и выше его водянистость. Увеличение K_0 указывает на наличие в тканях воды, непрочно связанной с гидрофильными белковыми комплексами и плохо удерживаемой ими. В свою очередь, повышение жирности приводит к уменьшению K_0 .

Согласно классификации рыбного фарша по реологическим характеристикам [4,5] по характеру изменения эффективной вязкости рассматриваемые нами фаршевые системы можно разделить на три группы. К первой группе относятся фарши с высокой стабильной консистенцией, в которой эффективная вязкость незначительно изменяется в зависимости от критерия химического состава K , при этом темп ее изменения равен 80 и характеризуется следующими параметрами: $2,4 \leq K \leq 16$; $1\ 600 \leq \eta \leq 2\ 700$ Па·с. Данная группа, согласно классификации рыбного фарша, предложенной Г.В. Масловой, может быть представлена в виде двух подгрупп. Первая подгруппа характеризуется следующими параметрами и их пределами: $7,5 \leq K \leq 16$; $2\ 000 \leq \eta \leq 2\ 700$ Па·с. В эту подгруппу входят фарши из рыб белковых тощих. Вторая подгруппа со следующими параметрами и их пределами: $2,4 \leq K < 7,5$; $1\ 600 \leq \eta < 2\ 000$ Па·с. В эту подгруппу входит фарш из рыб высокобелковых маложирных.

Ко второй группе относятся фарши с резко контрастной консистенцией, которая изменяется в широких пределах при значительном изменении его химического состава. Темп изменения функции $\eta = f(K)$ выше по сравнению с первой группой более чем в 12 раз. Фарш второй группы ограничивается следующими пределами изменения определяющих характеристик: $0,94 \leq K < 2,4$; $130 \leq \eta < 1\ 600$ Па·с. В эту группу входит фарш из белковых маложирных и белковых, высокобелковых среднежирных рыб, а также из некоторых рыб низкобелковых маложирных.

Третья группа – это фарши с мажущейся консистенцией (с повышенным содержанием жира – в пределах от 10 до 18,5%), при этом вязкость изменяется в обратной зависимости от критерия химического состава (K) по сравнению с первыми группами. С увеличением K , в основном за счет увеличения содержания жира в фарше, его вязкость уменьшается. Пределы изменения основных характеризующих параметров следующие: $0,3 \leq K < 0,9$; $130 \leq \eta \leq 520$ Па·с. К этой группе относится фарш из рыб среднебелковых жирных и белковых высокожирных.

Полученные значения эффективной вязкости рыбных фаршей из мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна (табл. 3) находятся в пределах от 1580,5 Па·с до 1740,1 Па·с, т. е. они обладают близкими структурно-механическими характеристиками, позволяющими отнести их к группе фаршей с высокой стабильной консистенцией.

Таким образом, проведенные исследования химического состава мясного и рыбного сырья показали, что самым оптимальным способом комбинирования является сочетание куриного и рыбного мяса, что позволяет, кроме рационального использования сырья животного происхождения, увеличить объемы белоксодержащей продукции с повышенной усвояемостью для пожилых людей. Применение методов пищевой комбинаторики способствует созданию максимально сбалансированных пищевых продуктов на основе мясного и рыбного сырья для геродиетического питания.

Литература

1. *Касьянов Г.И. и др.* Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста. – Ростов н/Д.: Изд. центр «МарТ», 2001. – 188 с.
2. *Борк Д.А., Родина Т.В., Новикова М.В.* Поликомпонентные продукты на основе гидробионтов для геродиетического применения // Материалы научной конференции «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана». – М., ВНИРО, 2005. – С. 201–203.
3. *Самсонов М.А.* Концепция сбалансированного питания и ее значение в изучении механизмов лечебного действия пищи // Вопросы питания. – Т. 70. – № 5. – 2001. – С. 3–9.
4. *Косой В. Д.* Инженерная реология. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 664 с.
5. *Маслова Г. В., Маслов А. С.* Реология рыбы и рыбных продуктов / Г. В. Маслова. – М.: Легкая и пищ. промышленность, 1981. – 165 с.

УДК 639.2.081.1

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫСЛА ЛОСОСЯ СТАВНЫМИ НЕВОДАМИ

О.В. Телятник

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

Современное состояние промысла ставными неводами таково, что без инновационных технологий невозможно его дальнейшее развитие. Авторские разработки позволят совершенствовать этот вид промысла, т. к. основываются на многочисленных экспериментах и подтверждены патентами.

Основными проблемами, связанными с эффективной работой ставных неводов являются: выбор оптимальной конструкции невода, места его установки, обеспечение штормоустойчивости неводной установки и организационно-технические мероприятия при её эксплуатации (при максимальных уловах – своевременное удаление улова из садков, при минимальных – привлечение рыбы с помощью средств физической интенсификации лова и т. д.), т. е. выбор определённой технологии промысла. Замечено, что на Сахалине в мелководных заливах Терпения и Анива эксплуатируются ставные неводные установки с четырьмя ставными неводами на одном центральном тросе. Расстояние между неводами составляет при этом около 300–500 м. Для увеличения зоны облова иногда применяют неводную установку с одним неводом, установленным посередине центрального троса и двумя крыльями: береговым и морским. Попытки сделать ставной невод с двумя заходами, как в прошлом, так и в современном рыболовстве не привели к положительным результатам.

Наиболее распространённым способом установки ставных неводов является способ установки на пикулях. Он удобен тем, что после снятия неводов, пикуля с оттяжками остаются на грунте. Необходимо обратиться к Правилам, из которых следует (п. 9.11) «запрещено допускать ухудшение естественных условий обитания водных биоресурсов». В соответствии с вышеизложенным вытекает, что эти Правила постоянно нарушаются. Для постановки только одного невода используется от 50 до 100 т песка и более, от 500 до 3000 мешков, столько же гужиков, стальных канатов общей длиной от 2 до 5 км. Весь этот постановочный материал остается на дне после снятия невода. Во время штормов и тайфунов невода могут быть выброшены на берег. Экологический аспект данной проблемы пока не изучен.

Ко всему прочему важно отметить, что основным недостатком данного способа следует признать ненадежность пикуля, так как в процессе перемещения его по грунту, он перетирается; после небольшого шторма (3–5 баллов) приходится заново устанавливать часть пикулей. Поэтому, необходимо иметь значительный запас мешков, чтобы удержать невод во время его работы.

По этим причинам рыбаки давно ищут более надёжный способ установки неводов. Так, в японском рыболовстве рыбаки применяют бетонные блоки, бетонные и однолапые якоря. Сахалинские рыбаки используют четырёхлапые якоря. По сравнительным данным однолапые и четырёхлапые якоря имеют наибольшую держащую силу (около 10). Преимуществом постановки ставных неводов на якорях является многократное использование не только якорей, но и оттяжек. Только для выборки из грунта якорей требуется специальное промысловое оборудование.

Отечественное прибрежное рыболовство по своим технологическим характеристикам уступает зарубежным аналогам. При эксплуатации ставных неводов преобладает ручной труд. Основная технологическая операция – переборка – выполняется вручную. При обслуживании ставных неводов судами, не оборудованными судовыми стрелами, выливка улова выполняется ручным каплёром.

Для транспортировки улова используется металлическая или деревянная прорезь, в которой рыба при перегрузе перевозится навалом, что негативно сказывается на качестве сырца (рис. 1). При транспортировке прорези и в порожнем и загруженном состоянии приходится буксировать её лагом, что вызывает дополнительное сопротивление. Это ведет к значительным энергозатратам буксируемого судна.



Рис. 1. Транспортировка рыбы в прорези

В современных неводах применяется технология аккумуляции рыбы в садках, поэтому вводятся дополнительно садки-накопители, что увеличивает объем невода, снижая его штормоустойчивость и, следовательно, трудозатраты на его обслуживание.

Основываясь на вышеизложенных фактах, для повышения эффективности промысла ставными неводами нами были выполнены следующие научно-технические разработки, подтвержденные патентами:

- 1) разработана двухзаходная конструкция ставного невода;
- 2) разработан ставной невод, предназначенный для промысла горбуши на больших глубинах и в районах с сильным течением;
- 3) разработаны способы установки ставных неводов;
- 4) разработана усовершенствованная технология промысла ставными неводами.

Двухзаходная конструкция ставного невода

Разработка ставного невода новой конструкции основана на особенностях поведения лососей. Установлено, что для промысла только одного вида лосося – горбуши следует охватывать зону на удалении от береговой полосы до 2 км – по мере прохождения путины это расстояние уменьшается. В конце путины зона облова смещается к берегу. Ко всему этому промысел ставными неводами в отдельных районах представляет собой достаточно сложную, нерешенную до сих пор проблему. С одной стороны, проблема возникает за счет рельефа дна, где устанавливаются невода – рельеф неодинаков – трудно установить невод на определенную глубину, где он может цепляться за грунт и рваться при волнении моря. С другой стороны, конструкция неводов, в основном, предусматривает вход в ловушку только со стороны берега, что не позволяет собрать большой улов, так как рыба, которая идет мористее ловушки, в невод не попадает.

Кроме того, из-за низкой штормоустойчивости в условиях сильного волнения или течения, невода запутываются, выбрасываются на берег и становятся полностью непригодными к дальнейшему использованию.

Таким образом, целью изобретения является повышение эффективности невода за счет увеличения вылова, а также снижение затрат на установку.

Снабжение невода дополнительными открылками позволяет образовывать две пары входов, что обеспечивает возможность входа рыбы, как со стороны моря, так и со стороны берега, а это, в свою очередь, способствует скорейшему наполнению невода и увеличению объемов вылова рыбы.

На рис. 2 показан общий вид ставного невода. Он состоит из центрального троса 1, рамы 3 и двух ловушек, установленных противоположно друг другу. Каждая ловушка содержит подъемную дорогу 6, оснащенную открылками 5, лейку 6 и переборочный садок 8. Посередине, перпендикулярно центральному тросу 1, установлены открылки 4, образующие входы в ловушки.

Центральный трос 1 и рама 3 оснащена буйами 10 для поддержания их на плаву. Для раскрепления рамы и центрального троса по их периметру установлены оттяжки с якорями 12 для крепления невода к грунту. Для ориентирования рыбы в ловушку на центральном тросе 1 установлено направляющее крыло (береговое – 13 и морское – 14), выполненное из сетного полотна и содержащее на конце открылки 2.

Для постановки невода вначале устанавливают центральный трос 1 с направляющим крылом 13,14. Затем устанавливают открылки 2 и раму 3. К раме 3 подсоединяют ловушки и навешивают открылки 4.

В процессе лова рыба, которая идет со стороны моря, проходит вдоль направляющего крыла 14, приблизившись к открылкам 4, которые ориентируют косяк вдоль открылков 5 в ловушку. Выйти рыбе из ловушки не дают открылки 5, которые установлены под углом к входному отверстию в ловушку. Рыба по подъемной дороге 6, далее через лейку 7 заходит в переборочный садок 8, где концентрируется. По накоплению рыбы, без остановки процесса лова, к садку 8 пришвартовывают либо плавучий садок 9, либо любое транспортное средство, куда выливают улов.

Если рыба, движущаясь вдоль направляющего крыла 14 со стороны моря, пытается уйти обратно в море, то открылки 2 не дают ей уклониться в сторону, они ориентируют рыбу вдоль направляющего крыла 14, в обратном направлении, направляя её в ловушки.

Рыба, направляемая со стороны берега крылом 13, встречает на своем пути открылки 4. Они также ориентируют косяк вдоль открылков 5 в ловушку. Если береговой косяк по каким-либо причинам попытается обойти ставной невод, то благодаря своей конструкции возможен заход рыбы с противоположной стороны.

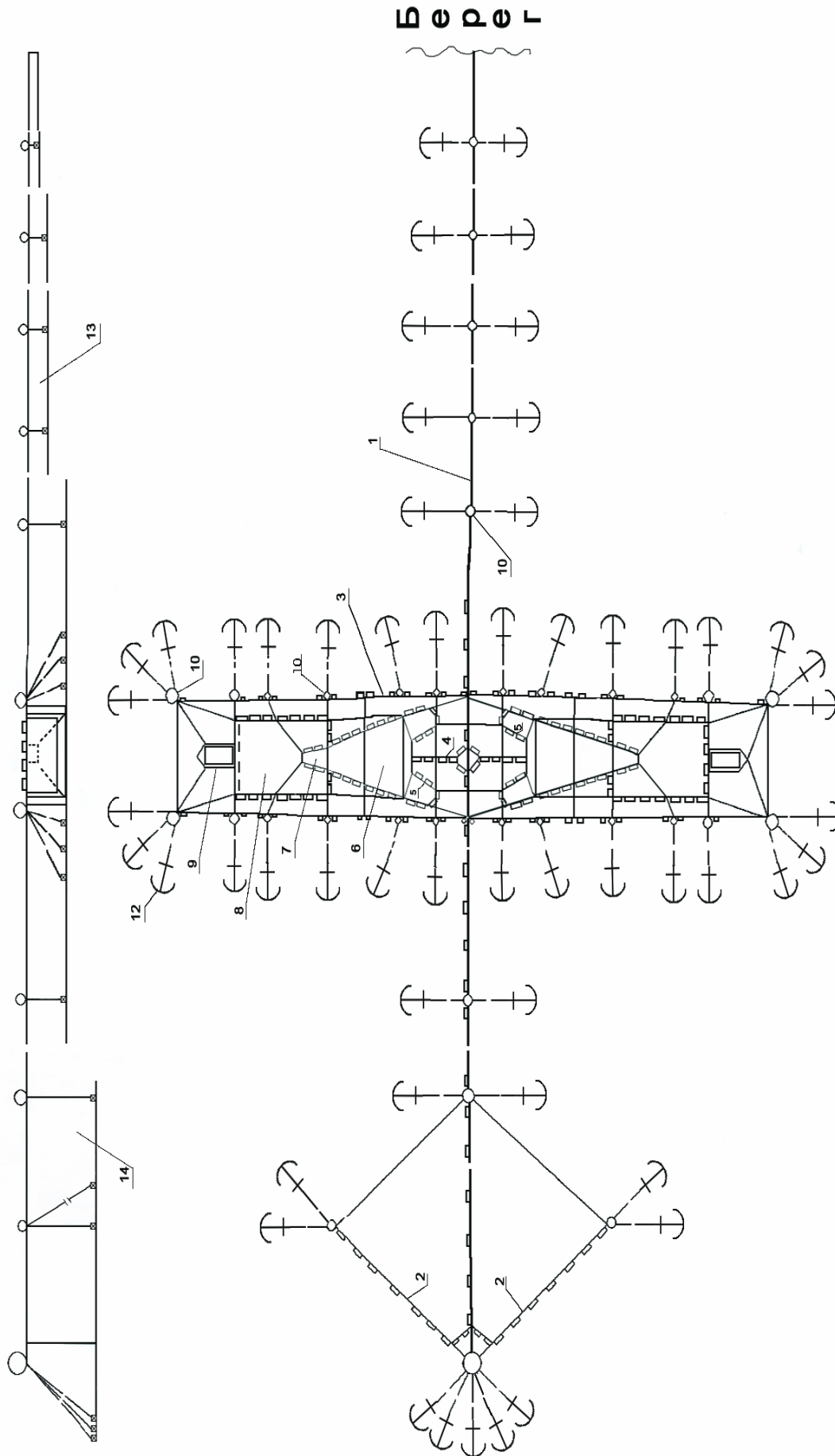


Рис. 2. Общий вид стального невода: а – вид с боку; б – вид с веру; 1 – центральный, 2 – внешний открьлок, 3 – рама, 4 – внутренний открьлок, 5 – открьлок двора, 6 – подьёмная дорога, 7 – лейка, 8 – садок, 9 – плавучий садок, 10 – буй, 12 – якорь, 13 – крыло береговое, 14 – крыло морское

Запатентованный ставной невод двухзаходной конструкции в сравнении с применяемыми неводами имеет следующие преимущества:

- 1) повышается штормоустойчивость невода за счёт установки невода на оптимальной глубине в зоне, где нет сильного течения;
- 2) такой невод с рабочей высотой около 10 м можно устанавливать на любой глубине (возможны два варианта – прибрежный или подвесной);
- 3) возрастает промысловая мощность ставного невода. Увеличение вылова рыбы происходит за счёт захода её как со стороны моря, так и со стороны берега. Увеличение зоны облова достигается за счёт морского крыла и открылков на его конце, ориентирующих движение косяков в сторону берега;
- 4) уменьшаются затраты на установку. При установке неводов «лавой» на одно крыло навешивают несколько неводов, что влечет большие затраты. Новая установка лишена этого недостатка. Экономическая выгода от установки одного двухзаходного вместо двух однозаходных с одинаковой длиной крыла составляет около 300–500 тыс. рублей;
- 5) в результате экспериментальных работ показано, что эффективность промысла двухзаходного ставного невода выше, чем однозаходного, более чем в 2 раза.

Ставной невод, предназначенный для промысла горбуши на больших глубинах и в районах с сильным течением

Основным недостатком неводов является то, что они удерживаются в рабочем положении с помощью большого количества наклонных оттяжек. Под действием течения или волнения форма сетных деталей ловушки изменяется настолько, что они прекращают нести функциональное назначение. Нижнюю часть садков, подъёмных дорог и двора зачастую выстилает по поверхности. Рыба, находящаяся в садках, в условиях максимальных нагрузок давит на сетную стенку с такой силой, что эта ситуация приводит к авариям ставных неводов (порыву сетной части, отрыву садка, смещению оттяжек и т. д.)

Технический результат, на достижение которого направлен патент, заключается в обеспечении повышенной штормоустойчивости ставных неводов при сохранении формы всех элементов ловушки: двора, подъёмных дорог и садков, за счёт использования в конструкции невода шестигранного сетного конуса присоединенного к массивному грузу, удерживающего невод в рабочем положении при действии на него течения и волнения. Этот груз позволяет сохранять форму двора и подъёмных дорог. Для обеспечения заданной формы садков к нижним углам садков присоединены оттяжки, которые раскреплены донными грузами. Якорная система садка имеет подвижность за счёт того, что оттяжки садков дополнительно имеют подвешенный на блоке свободно перемещаемый груз, а между блоком и донным грузом оттяжки присоединяется на расстоянии равном приблизительно 1/3 длины оттяжки плавучий буй, имеющий плавучесть больше потопляемости подвешенного груза. Такая конструкция ставного невода с шестигранным конусом внизу двора и с загрузкой дополнительными неподвижными грузами позволяет не только удерживать невод на течении и волнении и сохранять его форму, но и при помощи системы оттяжек с подвижными грузами и буйами выполнять переборку садков без дополнительных манипуляций.

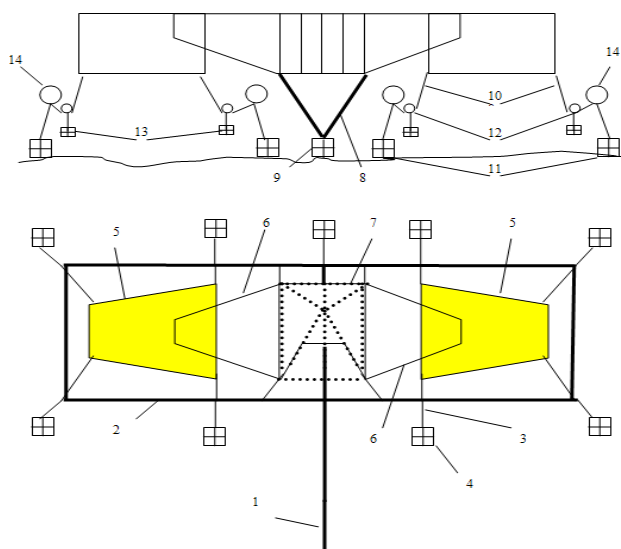


Рис. 3 – Ставной невод: 1 – центральный трос; 2 – рама; 3 – оттяжка; 4 – якорь; 5 – садок; 6 – подъёмная дорога; 7 – двор; 8 – шестигранный сетной конус; 9 – массивный груз; 10 – оттяжки садка; 11 – донные грузы; 12 – блок; 13 – груз; 14 – плавучий буй

Ставной невод состоит из центрального троса 1 и рамы 2, образующих каркас невода, оттяжек 3 и якорей 4, крыла (на рисунке не показано) и ловушки, состоящей из садков 5, подъёмных дорог 6 и двора 7. Внизу двора присоединен шестигранный сетной конус 8, который удержива-

ет оттяжки, которые раскреплены донными грузами. Якорная система садка имеет подвижность за счёт того, что оттяжки садков дополнительно имеют подвешенный на блоке свободно перемещаемый груз, а между блоком и донным грузом оттяжки присоединяется на расстоянии равном приблизительно 1/3 длины оттяжки плавучий буй, имеющий плавучесть больше потопляемости подвешенного груза. Такая конструкция ставного невода с шестигранным конусом внизу двора и с загрузкой дополнительными неподвижными грузами позволяет не только удерживать невод на течении и волнении и сохранять его форму, но и при помощи системы оттяжек с подвижными грузами и буйами выполнять переборку садков без дополнительных манипуляций.

На рис. 3 изображен ставной невод в двух проекциях.

ется массивным грузом 9. Оттяжки садка 10 установлены на донных грузах 11. По оттяжке свободно перемещается блок 12, соединённый с грузом 13. На расстоянии равном приблизительно 1/3 длины оттяжки присоединяется плавучий буй 14.

Ставной невод функционирует следующим образом. Каркас невода, состоящий из центрального троса 1 и рамы 2, удерживается в рабочем положении оттяжками 3 и якорями 4. Под воздействием течения и волнения конструкция невода подвергается нагрузкам, сильнее всего деформируется сетная часть ловушки: садок 5, подъёмные дороги 6 и двор 7. Сохранить форму двора 7 и подъёмных дорог 6 позволяет массивный груз 9, который удерживает ловушку на месте посредством шестигранного сетного конуса 8. Его форма позволяет снизить сопротивление нижней части двора и выбрана не случайно, а в связи с тем, что она не участвует в непосредственной поимке рыбы, к примеру, горбуши, которая занимает верхний горизонт моря, не опускаясь ниже 5–10 м от поверхности воды. Форму садков обеспечивают донные груза 11, которые соединены с нижними углами садков посредством оттяжек 10. Но для того, чтобы садки 5 можно было бы перебирать, оттяжки садков 10 имеют слабинку, которая за счёт плавучего буя 14 и груза 13 работает как амортизатор. Груз 13 свободно перемещается по оттяжке 10 с помощью блока 12, чтобы компенсировать рывки, возникающие в оттяжке 10 и для удобства переборки. Масса перемещаемого груза 13 подбирается такой, чтобы усилия рыбаков или механизма при переборке садка 5 было достаточно этот груз приподнять в воде.

По сравнению с известными, заявляемая конструкция ставного невода позволяет:

- значительно уменьшить размеры двора за счёт конической нижней части, поскольку нижняя часть практически не участвует в непосредственной поимке рыбы, тем самым удаётся снизить сопротивление ставного невода в целом;
- повысить штормоустойчивость ставного невода за счёт массивного груза, устанавливаемого внизу двора;
- сохранять форму всех элементов ловушки при действии на них течения и волнения, в особенности при критических скоростях;
- обеспечивать переборку садков при натяжении их углов дополнительными оттяжками;
- удерживать невод на больших глубинах, где классические установки подвергаются разрушению во время шторма.

Способ установки ставных неводов на якорях с подъякорниками

Для более эффективного и надежного якорного крепления ставных неводов нами был разработан усовершенствованный способ их установки. Суть его заключается в следующем.

Во-первых, для конкретного невода подбирается определенное количество однолапых якорей. Примерное количество может быть взято из следующей таблицы (табл. 1).

Таблица 1

Якорное обеспечение ставных неводов

Масса загрузки невода, т	Держащая сила якорей, кН		Примечание
	Мешки с песком	Якоря	
50	1000	50	Мм = 80 кг, Мя = 100 кг
100	2000	100	То же
150	3000	150	То же

Поясним таблицу. Для ставного невода с необходимой массой загрузки равной 50 т в классическом варианте следует сформировать пикули из мешков с песком общей массой 100 т (1250 мешков или около 40–50 пикулей). При установке невода на якорях расчетное количество составит 50 якорей общей массой 5 т. Якорное крепление неводов позволяет уменьшить время, затрачиваемое на подготовку невода к постановке и саму постановку.

Во-вторых, для предотвращения подрыва якорей, а также для увеличения их держащей силы к якорю после установки спускают подъякорный груз. Этот груз позволяет уменьшить количество якорей при большой загрузке невода (100 и более тонн). При выборе в качестве подъякорного груза мешков с песком или камнями характеристики якорей будут следующими (табл. 2):

Характеристики якорей

Диаметр веретена якоря, мм	Масса 1 м стального прутка	Масса якоря, кг	Держащая сила якоря, кН	Масса подъякорного груза, кг	Держащая сила якоря с подъякорником, кН
30	5,55	40	4,0	500	7,0
40	9,87	60	6,0	500	9,0
50	13,42	70	7,0	500	10,0
60	22,19	110	11,0	500	14,0
70	30,21	140	14,0	500	17,0

* Круглая сталь (ГОСТ 2590-71)

Из табл. 2 видно, что для каждого ставного невода можно подобрать оптимальное количество якорей с различной держащей силой. Так, как подъякорный груз увеличивает держащую силу якоря, то общее количество якорей может быть уменьшено (табл. 1). К примеру, для ставного невода с необходимой массой загрузки равной 100 т потребуется 100 якорей массой 70 кг или 59 якорей массой 140 кг. Тогда, в первом случае общая масса подъякорного груза составит $100 \times 500 \text{ кг} = 50000 \text{ кг}$, во втором – $59 \times 500 \text{ кг} = 29500 \text{ кг}$.

В-третьих, описываемый способ установки ставных неводов не наносит вреда среде обитания гидробионтов. В отличие от традиционного, в котором после снятия невода пикули, часть оттяжек остается на дне моря. В нашем способе весь постановочный материал, в том числе и подъякорный груз, поднимается на борт судна и используется вторично. Якоря поднимаются на борт судна с помощью турачки. Выборку производят подъякорным линем.

Этот способ был применен нами в путину 2004 г., когда большая часть неводов во время прохождения тайфуна 4–7 августа были выброшены на берег. Данные по западному побережью Камчатки были следующими: свыше 100 неводов (90%), установленных на западной Камчатке, были разрушены или получили значительные повреждения. Два невода установленных нами по вышеописанному способу в районе южного побережья о. Итуруп не получили сколь-нибудь сильных повреждений.

В путину 2007 г. нами были проведены сравнительные испытания неводов, установленных в Курильском заливе на пикулях и стальных однолапых якорях (табл. 3):

Таблица 3

Технические характеристики неводов

Тип невода	Способ установки	Кол-во оттяжек	Длина оттяжек, м	Кол-во мешков (якорей)	Общая масса пикулей (якорей), т
1.Полуподв	на пикулях	24	2800	600-700	48-56
2.Полуподв	на якорях	24	1200	24	3,6

Суть способа установки на якорях заключается в следующем. К оттяжке присоединяется якорь с буйрепом. Масса у этих якорей составляет 100–150 кг, что в 10–20 раз меньше массы пикулей, поэтому при установке якорей натяжение оттяжки приходится регулировать с помощью буйрепа. К якорю буйреп крепится к тренду, на другом конце привязывается буй (рис. 4).

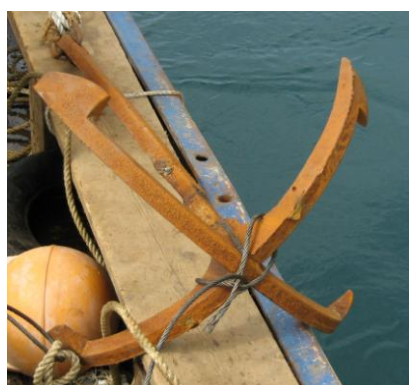


Рис. 4. Якорь

Для обеспечения необходимого якорного крепления ставных неводов среднее расчётное количество якорей на 1 невод составило 24 штуки. В Курильском заливе было установлено 3 ставных невода с однолапыми якорями и 16 неводов на пикулях. В конце путины якоря подымались на борт с помощью турачки и буйрепа. Пикюля и большая часть оттяжек (80%) оставалась на грунте.

В результате сравнительных испытаний зарегистрированы следующие результаты:

Невода № 1. Постановке неводов на пикулях предшествует длительная подготовка (около 1 месяца). Если установка производится с ботов, не оборудованных судовыми стрелами, требуются дополнительные плавсредства.

На один ставной невод за необходимым количеством мешков следует ходить не менее 5 раз. Могут возникать порывы стальных оттяжек.

Невода № 2. Постановка неводов на якорях происходит в более короткие сроки. За один выход можно раскрепить весь постановочный материал (якоря, оттяжки, буйрепы). При возникновении слабину оттяжки, натяжение производят за буйреп.

На основе сравнительных испытаний неводов с различными способами установки, комиссия сделала следующие выводы:

1. Способ установки на якорях позволяет значительно ускорить сроки постановки и увеличить штормоустойчивость неводов;
2. За счёт внедрения якорей взамен пикулей материалоёмкость и стоимость затрат на установку снижается. Для обеспечения штормоустойчивости ставного невода необходимо установить 24–25 якорей общей массой 3,6–3,8 т, что эквивалентно такому же количеству пикулей общей массой не менее 50 т;
3. Внедрение якорей снижает затраты на эксплуатацию неводов, наносит меньше вреда экологии;
4. Предполагаемый экономический эффект из расчёта 5 лет эксплуатации составил 220 тыс. рублей.

Способ установки ставных неводов на грузовом канате

При действии течения (0,6–1,2 м/с) и волнения оттяжки невода испытывают различную нагрузку, вследствие чего происходит ослабление одних и сильное натяжение других оттяжек. Часть оттяжек не несет нагрузок, т.е. исключаются из работы. Это приводит к нарушению рабочей формы ставного невода и его аварийности, и как следствие потере улова при погружении и на волнении.

Технический результат, на достижение которого направлен патент, заключается в обеспечении повышенной штормоустойчивости ставных неводов при сохранении всех параметров якорной системы, удерживающей конструкцию невода в состоянии равновесия, за счет использования в конструкции невода грузового каната. Конструкция ставного невода с грузовым канатом в виде непрерывной П-образной линии с распределёнными по всей длине и сосредоточенными в местах крепления оттяжек дополнительных грузов способствует более эффективному и надёжному якорному креплению.

На рис. 5 изображен ставной невод в рабочем положении, вид сверху.

Ставной невод состоит из центрального троса 1 и рамы 2, образующих каркас невода, крыла (на рисунке не показано) и ловушки 3, грузового каната 4, распределённых грузов 5, подъякорника оттяжки 6, оттяжки 7.

Грузовой канат 4 в виде непрерывной П-образной линии, установленный параллельно центральному тросу 1 и раме 2, снабжен распределёнными грузами 5 (в виде мешков с песком или камнями), расположенными на расстоянии 10–50 м друг от друга.

К грузовому канату присоединены подъякорники оттяжек 6, в виде канатов длиной немногим более глубины установки невода, на расстоянии 50–100 м друг от друга. По этим канатам опускают дополнительный груз, который и служит якорем оттяжки 7.

Конец подъякорника оттяжки 6 имеет петлю (огон) на рисунке не обозначено, для подсоединения оттяжки 7. Подъякорники оттяжек 6 соединены с центральным тросом 1 и рамой 2 посредством оттяжек 7.

Ставной невод функционирует следующим образом. Каркас невода, состоящий из центрального троса 1 и рамы 2, удерживается в рабочем положении оттяжками 7. Во избежание переме-

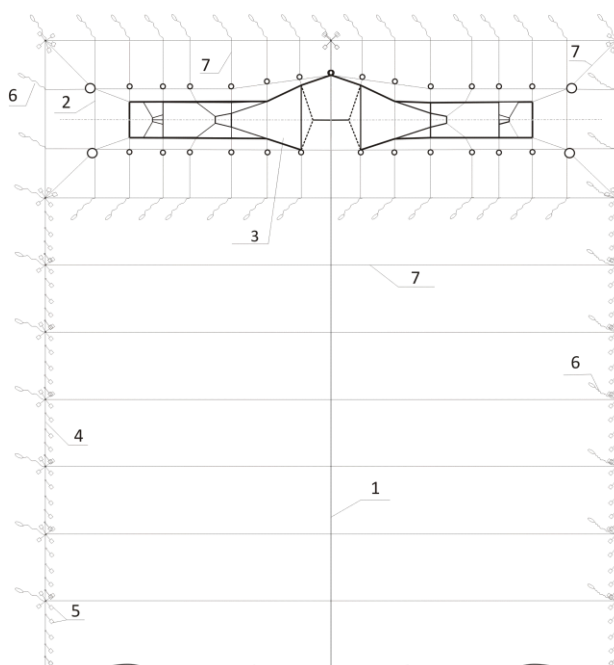


Рис. 5. Ставной невод: 1 – центральный трос; 2 – рама; 3 – ловушка; 4 – грузовой канат; 5 – распределённые грузы; 6 – подъякорник оттяжки; 7 – оттяжки

щения оттяжек по грунту под действием течения или волнения, конец каждой оттяжки 7, находящейся на грунте присоединён к грузовому канату 4.

Усилия, возникающие неравномерно в оттяжках 7 при действии на них волнения или течения, передаются на грузовой канат 4, где эта нагрузка удерживается не грузом одной оттяжки, а общим грузом всего грузового каната 4 с распределенными грузами 5. Вследствие чего не происходит смещения оттяжек 7 при действии на них больших нагрузок и не нарушается форма ловушки ставного невода 3 и крыла, что предотвращает разрушение невода и увеличивает его штормоустойчивость в целом.

По сравнению с известными, заявляемая конструкция ставного невода позволяет:

1. Уменьшить количество оттяжек, поскольку удерживающая сила каждой из оттяжки возрастает за счёт сообщения её с грузовым канатом, тем самым удаётся значительно повысить штормоустойчивость ставного невода.

2. Отказаться от формирования большого количества пикулей, что уменьшает время, затрачиваемое на постановку невода, и упрощает саму постановку невода;

3. Сохранить среду обитания гидробионтов. В отличие от традиционных неводов, после снятия которых, пикули и часть оттяжек остаются на дне и загрязняют акваторию моря, весь постановочный материал, в том числе и подъякорный груз, поднимается на борт судна и используется многократно;

4. Удерживать невод на малых глубинах, где классические установки подвергаются разрушению во время шторма.

Усовершенствованная технология промысла ставными неводами

Традиционная технология промысла ставными неводами не позволяет переработать улов более 200–250 т в сутки с одного невода. В целях совершенствования промысла лосося ставными неводами автором разработана технология с помощью плавучего садка оригинальной конструкции (Пат. № 47622). Сравнительные характеристики прорези и плавучего садка показаны в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительные характеристики прорези и плавучего садка

№ п/п	Характеристики	Прорезь	Плавучий садок
1	Длина габаритная, м	12,32	12,0
2	Ширина габаритная, м	3,62	4,0
3	Объём трюма, м ³	24	48
4	Вместимость рыбы, т	20	50
5	Масса, т	7	2-3

Установка сетного полотна по внутреннему контуру металлического каркаса способствует свободному перемещению воды в садке, что обеспечивает постоянную ее смену и не создает лишнего сопротивления во время транспортировки.

Помимо этого садок выполняет две функции - накопитель и транспортное средство. Причем в силу того, что сетное полотно садка при транспортировке находится в воде до самой разгрузки, накопленная в садке рыба также концентрируется свободно в воде, это сохраняет ее живой и невредимой, что способствует сохранению товарного вида рыбы и, следовательно, увеличению улова.

К тому же, перелив улова в плавучий садок сохраняет целостность невода, в виду того, что рыбы в неводе практически нет (как только она появляется - автоматически переливается в плавучий садок). Это, во-первых, не создает аварийные ситуации с неводом во время шторма, во-вторых, не нарушается экология моря, так как нет испорченной рыбы, которую в известных случаях приходится выбрасывать в море.

На рис. 6 показан плавучий садок – общий вид.

Плавучий садок содержит каркас 5, выполненный в виде понтона, внутри которого установлено леерное ограждение 4, поддерживаемое

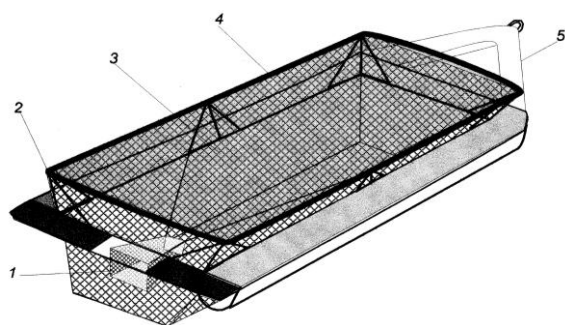


Рис. 6. Общий вид плавучего садка: 1 – усынок, 2 – стойка, 3 – сетное полотно, 4 – леер, 5 – каркас

стойками 2. К леерному ограждению крепят сетное полотно 3. В кормовой части садка в сетном полотне 3, находящемся ниже кромки воды устанавливают усынок 1.

В носовой и кормовой части садка устанавливают небольшие кнехты или рымы, предназначенные для его буксировки и швартовки.

Плавучий садок работает следующим образом. В процессе лова плавучий садок швартуют кормовой частью к садку невода, подгоняя его к усынку садка невода (рис. 7). После окончательной швартовки усынок садка невода пропускают в усынок 1 плавучего садка и переливают улов в сетное полотно 3 плавучего садка.

После завершения этого процесса усынок садка невода вынимают из усынка 1 плавучего садка, оба усынка затягивают удавками и плавучий садок буксируют транспортным средством к месту переработки рыбы. На его место швартуют другой плавучий садок, чем обеспечивают бесперебойность лова рыбы.

Таким образом, с помощью плавучего садка экономится время при перегрузке накопленного улова в транспортирующее средство. Нами был проведён хронометраж по двум технологиям: с прорезью и плавучим садком (табл. 5).

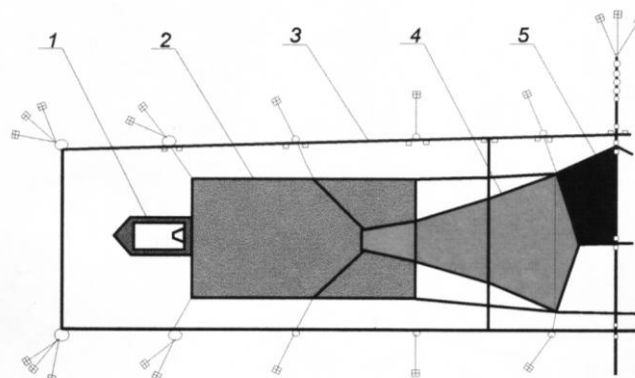


Рис. 7. Положение плавучего садка возле ставного невода:
1 – плавучий садок, 2 – садок переборочный, 3 – рама,
4 – подъёмная дорога, 5 – двор

Таблица 5

Сравнительный хронометраж операций

Операция	Прорезь	Плавучий садок
1. Швартовка	10	10
2. Переборка	15	15
3. Подсушка садка	15	–
4. Выливка улова (20 т)	30	10
Всего, мин.	1 ч. 10 мин.	35 мин.

К тому же нет необходимости переливать рыбу из рабочего садка невода в садок-накопитель невода, а затем в транспортирующее средство, т.е. плавучий садок позволяет сразу из рабочего садка невода выбирать улов и в живом виде транспортировать к месту переработки, что значительно увеличивает качество добытой рыбы.

Кроме того, плавучий садок позволяет повысить штормоустойчивость невода в целом, т.к. невод имеет меньшие размеры (отсутствует садок-накопитель), следовательно, и меньшее сопротивление, а отсутствие накопленной рыбы в неводе обеспечивает его сохранность во время шторма. Плавучий садок в этом случае буксируется в безопасное место или поднимается на борт рыболовного судна.

Таким образом, с помощью запатентованного плавучего садка принципиально изменяется технология промысла. Эта технология позволяет исключить промежуточные переливы рыбы из рабочего садка в садок-накопитель, уменьшить размеры неводов, повысить производительность перегруза рыбы и уменьшить аварийность неводов в целом. С помощью плавучего садка можно не только перегружать рыбу (до 50 т за один раз), но и использовать его как транспортное средство для установки невода и якорей, перевозки грузов и т.д. (рис. 8).



Рис. 8. Плавучий садок, подготовленный для постановки пикулей

Выводы

1. Разработанная и внедренная двухзаходная конструкция ставного невода в сравнении с применяемыми неводами имеет следующие преимущества: повышается штормоустойчивость невода, возрастает промысловая мощность ставного невода, увеличивается зона облова и уменьшаются затраты на его установку. Проведены сравнительные промысловые испытания в заливе Простор, бухте Чистая в 2003–2006 гг. и заливе Терпения в 2009 г., которые показали высокую эффективность в отношении эксплуатационных качеств.

2. Разработанный и внедренный способ установки ставных неводов основывается на использовании в качестве якорного крепления специальных якорей и подъякорного груза. Он не наносит вреда среде обитания гидробионтов. В отличие от традиционного, в котором после снятия невода пикули, часть оттяжек остается на дне моря, в нашем способе весь постановочный материал, в том числе и подъякорный груз, поднимается на борт судна и используется многократно. Внедрен в ОАО РК «Морьяк-Рыболов» на промысле кеты ставным неводом в заливе Ольга в 2005 г. и в ЗАО «Курильский рыбак» в заливе Курильском в 2007 г.

3. Технический результат, на достижение которого направлен инновационный способ установки ставных неводов, заключается в обеспечении повышенной штормоустойчивости ставных неводов при сохранении всех параметров якорной системы, удерживающей конструкцию невода в состоянии равновесия, за счет использования в конструкции невода грузового каната

4. Разработанная усовершенствованная технология промысла ставными неводами позволяет исключить промежуточные переливы рыбы из рабочего садка в садок-накопитель, уменьшить размеры неводов, повысить производительность перегруза рыбы и уменьшить аварийность неводов в целом. С помощью плавучего садка можно не только перегружать рыбу (до 50 т за один раз), но и использовать его как транспортное средство для установки невода и якорей, перевозки грузов и т.д.

Литература

1. Пат. № 47622. Плавучий садок / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 13.04.2005; Опубл. 10.09.05; Бюл. № 25.
2. Пат. № 2311025. Ставной невод / О.В. Телятник, Д.А. Пилипчук (РФ). – Заявлено 27.03.2006; Опубл. 27.11.2007; Бюл. № 33.
3. Пат. № 110929. Ставной невод / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 27.04.2011; Опубл. 10.12.11; Бюл. № 34.
4. Пат. № 115620. Ставной невод / О.В. Телятник (РФ). – Заявлено 10.11.2011; Опубл. 10.05.11; Бюл. № 13.
5. *Телятник О.В.* Совершенствование конструкций ставных неводов и технологии промысла тихоокеанских лососей: Дис. ... канд. тех. наук. – Владивосток, 2010. – 175 с.

УДК 621.313.333:629.5

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

С.Ю. Труднев

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье представлена математическая модель трехфазного источника питания на основе емкостных элементов. Произведены расчеты тока потребителя и емкости источника электрической энергии, а также рассчитано выходное напряжение источника бесперебойного питания. Рассчитанная математическая модель позволит перейти к разработке имитационной модели в программе Матлаб.

В настоящее время в условиях рыночной экономики на начальных этапах создания и проектирования любого электрооборудования самым важным и необходимым требованием является

энергосбережение. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяют на создание и исследование новых альтернативных источников питания [1].

Разработка математической и имитационной модели позволит проверить качество и целесообразность проектируемого устройства [2]. Для создания виртуальной модели необходимо разработать алгоритм математических расчетов и формул, на основании которых работает моделируемое устройство. Предлагается разработать источник бесперебойного питания на основе емкостных накопителей. На рисунке 1 представлена структурная схема устройства.

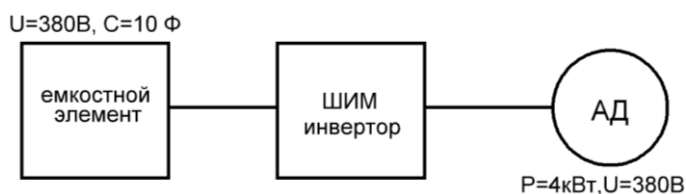


Рис. 1. Структурная схема модели питания асинхронного электродвигателя (АД) от ионисторной батареи АД-асинхронный электродвигатель; ШИМ инвертор-инвертор с широтно импульсной модуляцией

Предлагается разработать математическую модель источника бесперебойного питания асинхронного двигателя мощностью 4 кВт на основе емкостного накопителя и рассчитать значение необходимой емкости, напряжением $U = 380 \text{ В}$.

Расчет потребляемого тока асинхронного электродвигателя

Исходные данные:

- Мощность электродвигателя – $P = 4 \text{ кВт}$
- Линейное напряжение между фазами – $U = 400 \text{ В}$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma},$$

$$I = \frac{4000}{1,7 \cdot 380 \cdot 0,85},$$

$$I = 7 \text{ А.}$$

Трехфазный асинхронный двигатель мощностью 4 кВт будет потреблять ток 7 А.

Расчет ёмкости ионистора для питания асинхронного двигателя

Исходя из требований морского регистра, время запуска аварийного дизель-генератора составляет 45 секунд, это говорит о том, что приблизительно в течение одной минуты даже наиболее ответственные потребители будут полностью обесточены. Создание источника бесперебойного питания решит данную проблему, поэтому необходимо рассчитать емкость для питания асинхронного двигателя мощностью 4 кВт в течение одной минуты.

- Время разряда ионистора – 60 сек.

Заряд на емкостном элементе [3]:

$$Q = C \cdot U,$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{C \cdot U}{t}$$

Тогда емкость источника будет рассчитываться по формуле

$$C = \frac{I}{U} t,$$

$$C = \frac{7}{400} 60 \approx 1 \text{ Ф}$$

Учитывая условия эксплуатации источника бесперебойного питания и мощность потребляемую ШИМ – инвертором выбираем ионистор емкостью 10 фарад.

Расчет выходного напряжения источника питания

$$Q = 10 \cdot 380 = 3800 \text{ Кл}$$

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2},$$

$$W = \frac{C \cdot 380^2}{2},$$

$$W_1 = W_2 + W_3$$

W_1 – энергия емкостного источника

W_2 – энергия потребителя

W_3 – энергия источника бесперебойного питания

$$W_1 = \frac{C \cdot U_1^2}{2},$$

$$W_2 = \frac{4000}{t},$$

$$W_3 = \frac{C \cdot U_2^2}{2},$$

$$W_1 = W_2 + W_3,$$

$$W_3 = W_1 - W_2,$$

$$\frac{C \cdot U_2^2}{2} = \frac{C \cdot U_1^2}{2} - W_2,$$

$$U_2^2 = U_1^2 - \frac{2 \cdot W_2}{C},$$

$$U_2 = \sqrt{U_1^2 - \frac{2 \cdot W_2}{C}} = \sqrt{\frac{C \cdot U_1^2 - 2 \cdot W_2}{C}},$$

$$U_2 = \sqrt{\frac{10 \cdot 144400 - 2 \cdot W_2}{10}} = \sqrt{\frac{1444000 - 2 \cdot W_2}{10}}$$

Вышеуказанные расчеты математической модели источника бесперебойного питания позволят разработать имитационную модель в программе Матлаб для исследования ее адекватности и подтверждения сделанных расчетов, а также на основании данных исследований можно будет перейти к созданию источника бесперебойного питания на основе современных емкостных накопителей для исследования его в реальных условиях. Внедрение таких устройств в судовую электроэнергетическую систему в частности аварийного питания позволит обеспечить бесперебойную подачу электрической энергии наиболее ответственных потребителей даже в аварийной ситуации, что, несомненно, увеличит безопасность мореплавания.

Литература

1. Труднев С.Ю., Портнягин Н.Н. Разработка цифровых моделей режимных свойств для исследования динамической устойчивости судовой электроэнергетической системы // Вестник КамчатГТУ. – 2012. – № 20. – С. 37–40.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB Sim Power Systems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
3. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электронике: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2000. – 255 с.

УДК 330.341(477)

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО СЕКТОРА УКРАИНЫ

Д.А. Турко

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
Харьковский авиационный институт, Харьков, Украина*

Проанализированы тенденции мирового рынка высокотехнологичной продукции, исследованы участие Украины на этом рынке и инновационная активность украинских высокотехнологичных предприятий. Доказана перспективность отрасли высокотехнологичного приборостроения как направления развития высокотехнологичного сектора Украины.

Производство и экспорт высокотехнологичной продукции обеспечивают способность страны конкурировать на международном рынке. Предполагается, что объем рынка высоких технологий в 2020 г. достигнет 4 трлн. долл. Согласно отчету «Science and Engineering Indicators 2012» [1] с 1995 по 2010 год мировое производство в знание- и наукоемких отраслях, как доля мирового ВВП, выросло на 3,3%, добавленная стоимость продукции высокотехнологичных отраслей за это время в мире возросла в 2 раза и в 2010 году составила 1,4 трлн. долл. Экспорт высокотехнологичной продукции вырос за 15 лет в 3,1 раза и составил в 2010 г. 2,8 трлн. долл. Исследование мирового рынка высокотехнологичных товаров показало, что темпы роста валового дохода высокотехнологичных отраслей промышленности за последние годы значительно превышают темпы роста дохода других отраслей, развитые страны переориентируют свою промышленность в сторону высокотехнологичного производства, что позволяет утверждать об изменении характера международной конкуренции с ценовой на технологическую.

Концентрация наукоемких и высокотехнологичных отраслей промышленности значительно отличается по странам мира: основными субъектами мирового рынка высокотехнологичной продукции является США, Япония, Европейский Союз, Китай, Южная Корея. Изменения в структуре рынка высокотехнологичных товаров свидетельствуют о постепенном завоевании лидирующих позиций Китаем, в то время как США, ЕС и Япония теряют свои позиции на рынке. Наибольшие темпы роста производства характерны для отрасли фармацевтики, медицинского и измерительного оборудования, полупроводниковых приборов.

Постоянное увеличение объемов финансирования НИОКР для достижения технологического лидерства обуславливает концентрацию капиталов ведущих компаний мира и преобразования олигополистического рынка на монополистический. В этих условиях каждая из стран старается придерживаться отдельной специализации, закрепляя за собой определенный сегмент высокотехнологичного рынка.

В Украине наукоемкие отрасли имеют в 10–20 раз меньший удельный вес в промышленности по сравнению с общепринятым мировым уровнем. Так, ресурсы государства сконцентрированы в основном не в перспективных высокотехнологичных отраслях, которые бы обеспечили инновационное развитие, а в сырьевых отраслях, которые при любом уровне развития не в состоянии обеспечить стабильные темпы роста экономики государства.

Конкурентоспособность Украины на мировом рынке зависит прямо пропорционально от стратегии инновационного развития и функционирования высокотехнологичных предприятий. Обоснование комплекса необходимых стратегических мер по поддержке и стимулированию отечественного высокотехнологичного производства обусловило проведение исследования инновационной активности предприятий – субъектов высокотехнологичного рынка Украины.

Показатели инновационной активности предприятий очень незначительны и относятся в основном к низкотехнологичным отраслям. Инновационная деятельность отечественных предприятий присуща лишь малой их части – тем предприятиям, которые пытаются конкурировать с иностранными производителями, и за последние десять лет ее показатели снижаются. Такая низкая инновационная активность промышленных предприятий обусловлена в первую очередь низкими темпами развития экономики Украины. Хотя показатели финансирования, объемов выпол-

ненных работ, привлеченных ученых постепенно растут, результативность отечественного высокотехнологического сектора остается крайне низкой. На промышленных предприятиях акцентируется внимание, и выделяются ресурсы преимущественно на производство, а не на исследования и разработки, как в высокотехнологичном и наукоемком производстве в развитых странах.

Создание конкурентоспособной национальной экономики путем активизации инновационной деятельности отечественных промышленных предприятий, создание и внедрение высоких и наукоемких технологий является одной из основных задач государственной экономической политики Украины и отразилось в ряде нормативных документов, подписанных за последнее время, среди которых стратегии национального и регионального развития.

На активизацию инновационных процессов в целях технологической модернизации экономики Украины направлены экономические реформы в 2010–2014 гг. Предложенные в них мероприятия по развитию высокотехнологического сектора промышленности нашли отражение в ряде проектов, в том числе «Украина 2015: Национальная стратегия развития» [2], «Украина 2020: Стратегия национальной модернизации» [3]. В Концепции Государственной целевой научно-технической программы развития машиностроения на 2012–2017 годы [4] среди основных направлений развития машиностроения упоминается рост инновационной активности машиностроительных предприятий и создание условий для значительного увеличения объемов выпуска высокотехнологичной продукции. Это может быть решено путем создания прорывной высокотехнологичной машиностроительной продукции, передовых критических технологий и внедрения их в производство.

Что касается регионального развития, то согласно Государственной стратегии регионального развития на период до 2015 года [5] предполагается развитие высокотехнологического, наукоемкого производства в Днепропетровской, Житомирской, Харьковской областях и т. д. В большинстве регионов внедрение высоких технологий касается агропромышленного комплекса: областей, в которых предусмотрено внедрение высоких технологий в области машиностроения и приборостроения значительно меньше. Это Винницкая, Донецкая, Киевская, Кировоградская, Луганская, Полтавская, Харьковская, Хмельницкая и Черниговская области.

Таким образом, ряд законопроектов, принятых за последние 5 лет, предусматривает создание благоприятных условий для организации и развития высокотехнологичных производств в Украине. К таким мероприятиям относятся подготовка высококвалифицированных кадров, содействие активизации спроса на высокотехнологичную продукцию путем госзаказа, финансовая поддержка инновационной деятельности, содействие привлечению частных заказчиков и иностранных инвесторов, законодательное обеспечение процесса патентования, приближенное к европейским стандартам, интеграция науки и производства, расширение инновационных связей с ЕС и т. д.

В условиях недостаточного финансирования для создания конкурентоспособной отечественной продукции и продвижения ее на мировой рынок необходимо сконцентрироваться на узком направлении производства высокотехнологичных товаров. Автором доказано в [6], что следует приложить усилия, в первую очередь, на производство электроники и техники связи, которое составляет большую часть экспорта Украины, демонстрирует наибольшие темпы роста добавленной стоимости, экспорт продукции этой отрасли продолжает расти большими темпами, а номенклатура - обновляться и расширяться. Необходимо уделить внимание аэрокосмической технике, поскольку ее доля в высокотехнологичном экспорте наибольшая, а динамика экспорта достаточно оптимистична. Также перспективным направлением является производство научных приборов, поскольку их добавленная стоимость растет, увеличивается экспорт и номенклатура, конкурентным преимуществом выступает цена по сравнению с зарубежными производителями.

В пользу высокотехнологического машино- и приборостроения как одного из перспективных направлений развития отечественной промышленности свидетельствуют и показатели инновационной активности предприятий. Доля предприятий, которые внедряли в производство инновации в течение трех лет с 2009 по 2011 гг. в производстве электрического, оптического оборудования и машин составляет 22,6% и постепенно увеличивается. В 2011 году 30% предприятий, которые реализовывали новую для рынка инновационную продукцию, относится к сфере машиностроения: 14% – производству машин, 10,5% – производству электрических, электронных и оптических приборов (согласно [7]). Предприятия данных отраслей больше других также реализовывали инновационную продукцию за пределы Украины.

В 2011 году в секторе производства электрических, электронных и оптических приборов наибольшую долю составляют предприятия, занимающиеся инновационной деятельностью – 24% (рассчитано по данным [8]). По объему затрат на инновационную деятельность по отраслям производства, наибольшие показатели имеет производство машин (9,6% общего объема) и химическое производство (18,4%). По объемам реализованной инновационной продукции в 2011 г. машиностроение на первом месте – 25,4%.

Среди общего объема приобретенных в 2011 году технологий 28,6% приходились на машиностроение (рассчитано по [8]), по количеству приобретенных за пределами Украины технологий отрасль машиностроения на первом месте (40% всех приобретенных за границей технологий). Среди промышленных предприятий, которые создавали в 2011 году высокие технологии, и по количеству созданных высоких технологий наибольшие показатели также наблюдаются в производстве машин, оптических, электрических и электронных приборов.

Таким образом, полученные в результате анализа инновационной деятельности предприятий Украины показатели позволяют сделать выводы, что отрасль машиностроения, а именно высокотехнологичного приборостроения – электрического, оптического – имеет высокий научно-технический потенциал и по исследуемым показателям превышает показатели других отраслей.

В секторе высокотехнологичного машиностроения Харьков рассматривается как перспективный регион с мощным потенциалом. По объемам реализованной промышленной продукции Харьковская область на седьмом месте в стране, но по рентабельности операционной деятельности – на одном из первых (5,6%). Доля машиностроения в промышленности Харьковской области составляет 18%. По объемам производства продукции приборостроения Харьковская область занимает первое место. Так, если сравнивать относительную долю отрасли машиностроения в общей структуре промышленности, то в Харьковской области она выше среднего по Украине значение в 2007–2011 гг. на 5,3–7,6%. Доля приборостроения, а именно производства электрического, электронного и оптического оборудования в структуре промышленности Харьковской области в 2,5 раза выше, чем в структуре промышленности всей страны. Объемы производства такого оборудования в Харьковской области растут за последние пять лет и составляют в среднем около 12,2% общих объемов производства в Украине. Таким образом, высокотехнологичные приборостроительные предприятия Украины и Харьковской области в частности имеют значительный потенциал к устойчивому развитию, но он реализуется не в полной мере в результате существования ряда определенных проблем.

Исследование показало, что на украинских высокотехнологичных предприятиях, в отличие от зарубежных, отсутствует комплексное интегрированное функционирование всех подразделений во взаимосвязи – маркетингового подразделения, подразделения НИОКР, производства, финансов. Кроме того, современные подходы к управлению высокотехнологичным производством, внедренные в практику японских, американских и западноевропейских предприятий, такие как: инструментарий управления риском, управления активами, сбалансированная система индикаторов, карта целей, оптимизация процесса принятия решений и т.д. практически не используются в Украине.

В связи с этим анализ, совершенствование и разработка новых подходов и методов оптимизации принятия эффективных управленческих решений являются важными и актуальными задачами управления на высокотехнологичных предприятиях.

Литература

1. Science and Engineering Indicators 2012: сайт Национального научного фонда США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/>
2. Україна – 2015: Національна стратегія розвитку. – Киев: «Український форум». – 116 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uf.org.ua/books/4313166_Strateg%20novost%20230109.pdf
3. Україна 2020: Стратегія національної модернізації. – 148 с. // Официальный сайт Министерства экономического развития и торговли Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.me.kmu.gov.ua/file/link/144790/file/Strategy_2020.doc
4. Проект Розпорядження Кабінету Міністрів України про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми розвитку машинобудування на 2012-2017 роки від 29.10.2010 // Официальный сайт Министерства промышленной политики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://industry.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article.jsessionid=38640FFBC3D255831990424A24E3DD3B?art_id=83310&cat_id=42148.

5. Постанова про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2015 року № 1001 від 21.07.2006 // Сайт «Законодавство України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1001-2006-%D0%BF/page>

6. Турко Д.О. Аналіз зміни переліку високотехнологічних продуктів та визначення особливостей високотехнологічних галузей України / Д.О. Турко, І.В. Дронова-Вартанян, А.В. Артюмова // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі: проблеми теорії та практики: зб. наук. пр. – Х. : Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2010. – Вип. 2 (10). – С. 51–63.

7. Україна у цифрах 2011: статистичний збірник; за ред. О.Г. Осауленка. – К.: Державна служба статистики України, 2012. – 250 с.

8. Наукова та інноваційна діяльність в Україні: стат. збірник; Державний комітет статистики України. – К.: ДП «Інформаційно-видавничий центр Держстату України», 2012. – 305 с.

УДК 664.85

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ГИДРОЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ-ФЕРМЕНТОВ

Фам Тхи Ми, М.Е. Цибизова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В статье приведены данные исследований процесса гидролиза-экстрагирования пектиновых веществ из вторичных продуктов переработки плодового сырья Вьетнама. Установлены рациональные параметры процесса ферментации (температура, pH, гидромодуль, продолжительность и доза фермента) ферментом пектиназа «ПЛ», продуцируемого *Aspergillus Niger*.

Одну из ключевых позиций среди экспортируемых продуктов Вьетнама занимают фрукты. В подавляющем большинстве это тропические и субтропические плоды. В связи с благоприятными климатическими и почвенными условиями, Вьетнам располагает большими территориями, специализирующимися на выращивании фруктов. Самой большой среди них считается южная часть Вьетнама. По данным департамента по культивированию при Министерстве сельского хозяйства и развития сельской местности, площадь фруктовых насаждений в южной части Вьетнама составляет более чем 400 000 га (52,6% от общей площади фруктовых насаждений страны), что дает более 4 млн. тонн фруктов в год (57,41% от общего объема производства фруктов всей страны). Наиболее распространено культивирование апельсина, грейпфрута, банана и манго. Кроме свежих фруктов реализуется и консервированная продукция, ассортимент которой также достаточно широк.

Развитие плодоперерабатывающей промышленности ставит перед республикой Вьетнам проблему комплексного использования сырья при получении традиционной пищевой продукции. Не менее остро стоит вопрос о разработке комплексной и экологически оправданной технологии переработки отходов на получение пищевых добавок. Это обусловлено тем, что отходы от переработки плодового сырья имеют ту же энергетическую ценность, а по питательности уступают незначительно.

Отсутствие комплексного подхода к технологическим процессам переработки сырья, отрицательное воздействие производства на окружающую среду привело к недостаточно полному использованию потенциала сырья, изымаемого из природной среды. Таким образом, в конечный продукт превращается в среднем лишь 25–30%, основная же его масса переходит в производственные и бытовые отходы, из которых лишь 3% используется в качестве вторичного сырья. Поэтому разработка технологических подходов к рациональному использованию отходов переработки плодового сырья, снижение их экологической опасности – одна из задач общества, в решении которой может помочь использование биотехнологических подходов в практических целях.

В связи с этим актуальность разработки безотходных экологически безопасных технологий переработки отходов плодового сырья Вьетнама, предусматривающих не только рациональное использование первичных сырьевых ресурсов, но и комплексную переработку ценных вторичных сырьевых ресурсов с получением новых функциональных продуктов защитного, оздоровительного, лечебно-профилактического назначения налицо. Одним из направлений решения этой задачи является усовершенствование процесса экстрагирования отходов для производства пищевых добавок, в том числе пектина, применение которого позволит расширить ассортимент отечественных недорогих функциональных продуктов питания, что, в свою очередь, является стратегическим направлением развития пищевой промышленности Вьетнама.

Технологические свойства пектина общеизвестны. Он, как природный полисахарид растительного происхождения, обладает желирующими, гелеобразующими и сорбционными свойствами и благодаря этому широко используется в пищевой промышленности [1].

Проведенный нами анализ научной и патентной литературы показал, что не менее распространенным способом получения пектина из растительного сырья, включающим обработку пектинсодержащего сырья, является кислотный гидролиз. Но этот способ экологически не безопасен и требует дополнительной технологической обработки. Кроме того, кислотный гидролиз неспецифичен и состав продуктов его гидролиза трудно регулировать. Существенным недостатком химического способа является необходимость удаления гидролизующего агента путем многократного промывания этанолом продукта осаждения. Используемая аппаратура должна быть кислотоустойчивой [1].

В соответствии с вышеизложенным, разработка бескислотного, экологически чистого способа выделения пектина из растительного сырья с помощью специфических гидролизующих агентов – ферментов является весьма актуальной задачей. Анализ научной литературы также показал, что применение ферментативного способа получения пектина из растительного сырья существенно упрощает технологический процесс и его аппаратное оформление. Гидролиз растительного сырья с целью высвобождения растворимого пектина может быть осуществлен с помощью целлюлаз, гемицеллюлаз или пектолитических ферментов. Благодаря правильному выбору ферментов при выделении пектина не происходит расщепление примесей, присутствующих в сырье, что повышает качество пектина, облегчает очистку и увеличивает выход [2].

Известно, что использование мультикомпозиции пектолитических ферментов благодаря направленности и специфичности их действия дает возможность получить пектины с различными молекулярными массами, т.е. высоко- или низкоэтерифицированные и, соответственно, обладающие разными студне- и структурообразующими свойствами.

Поэтому целью проводимых исследований является изучение возможности получения пектинов из отходов различных плодов с помощью мультикомпозиций пектолитических ферментов. В качестве объектов исследования использовалось побочное сырье сокового производства Вьетнама: выжимки и кожура апельсина, грейпфрута, манго, а также кожура банана.

Для проведения исследований использовалась пектиназа «ПЛ», продуцируемая *Aspergillus Niger*, способная частично гидролизовать нерастворимые пектины с целью разрушения межклеточной структуры клетки растительного сырья. Определение активности ферментного препарата осуществлялось в соответствии с ГОСТ 20264.3-81 «Препараты ферментные. Методы определения активности пектолитического комплекса» [3].

Известно, что гидролиз протопектинового комплекса растительного сырья включает две стадии: расщепление связей между цепями макромолекул протопектина с другими компонентами клеточных стенок и гидролиз полимерных цепей с образованием продуктов распада с различной молекулярной массой и растворимостью в воде [1].

Таким образом, гидролиз протопектина является внутренним процессом и определяется следующими основными факторами: температурой (t , °C), гидромодулем (соотношение сырье : вода), pH, продолжительностью процесса гидролиза и дозой фермента.

При разработке технологии получения пектина из отходов плодового сырья Вьетнама ферментативным способом были проведены исследования по установлению рациональных параметров процесса.

Анализ кинетики ферментативных реакций показал, что повышение температуры приводит к увеличению скорости ферментативного расщепления сырья, но при этом увеличивается также и скорость инактивации фермента. Эти два фактора оказывают противоположное влияние на

скорость ферментативной реакции. При низких температурах (до 20°C) скорость инактивации фермента незначительна. При очень высоких температурах инактивация наступает почти мгновенно и ферментативная реакция прекращается, превращение субстрата в продукт реакции практически не происходит. При промежуточных значениях температуры степень превращения субстрата зависит как от скорости ферментативной реакции, так и скорости инактивации ферментов, и найти оптимум температуры можно только экспериментально.

Температурный режим ферментативной обработки пектинсодержащего сырья, апробированный нами, варьировал от 20°C до 70°C с интервалом 10°C. Процесс протекал при значении pH, оптимальной для фермента пектиназа «ПЛ» – pH 4,5, доза фермента составила 0,01% к массе сырья, продолжительность ферментативной реакции – 2,0 часа при гидромодуле 1:8. Зависимость выхода пектина из отходов плодового сырья Вьетнама от температурного режима представлена на рис. 1.

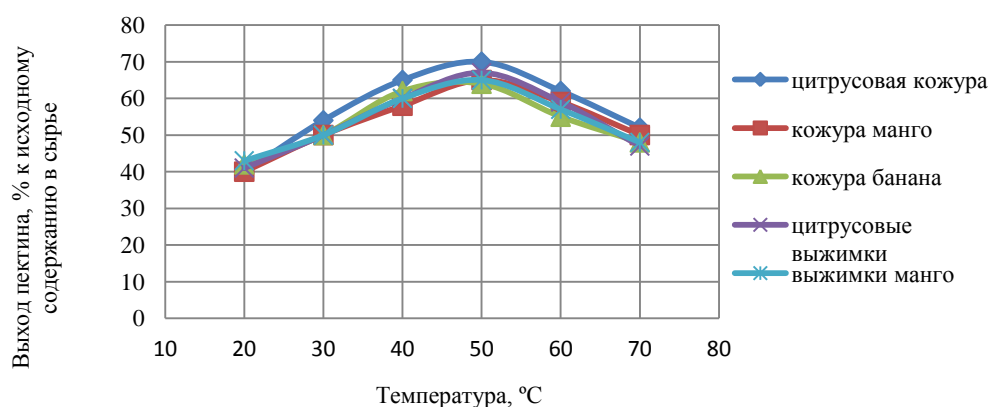


Рис. 1. Влияние температуры на выход пектина

Анализ диаграммы (рис. 1) показывает, наибольший выход пектина при обработке отходов плодового сырья Вьетнама установлен в результате применения ферментного препарата пектиназы *Aspergillus Niger* при температуре равной 50°C. По мере повышения температуры ферментативного процесса до 70°C начинается снижение каталитической активности фермента, которая практически прекращается полностью при повышении ее до 70°C, что обусловлено определенным оптимумом температуры действия ферментов.

Снижение интенсивности ферментативной реакции, которая проявляется в уменьшении выхода пектина, обусловлено в основном денатурацией фермента и, как следствие, деградацией его активного центра. Полученные результаты позволяют установить оптимальное значение температуры для всех видов отходов плодового сырья для фермента пектиназа «ПЛ», продуцируемого из *Aspergillus Niger*, оптимальная температура составляет 50°C.

Не менее важное влияние на скорость ферментативной реакции, а, следовательно, на активность фермента, оказывает pH среды. Взаимодействие фермента и субстрата зависит от распределения зарядов в молекуле фермента, содержащей различные ионизированные группы. Изменение pH среды изменяет состояние ионизации этих групп, что может привести к повышению или снижению скорости реакции.

Для определения рационального значения pH среды для проведения ферментативной реакции, обработку проводили в диапазоне pH от 3,0 до 6,0 с шагом 0,5. Процесс протекал при оптимальной температуре, установленной для данного фермента, его доза также составляла 0,01% к массе сырья, продолжительность процесса – 2,0 часа при гидромодуле 1:8.

На основании полученных данных (рис. 2) можно сделать вывод о том, что pH среды, при которой наблюдается максимальный выход пектина, коррелирует с оптимальной pH для действия ферментного препарата пектиназа «ПЛ» из *Aspergillus Niger* (pH = 4,5).

Сложная зависимость выхода пектина от pH среды может быть объяснена преобладанием определенных гидролитических процессов в зависимости от pH, что сказывается на общем выходе. Чтобы обеспечить эффективность извлечения пектина, необходимо в некоторых случаях корректировать значение pH.

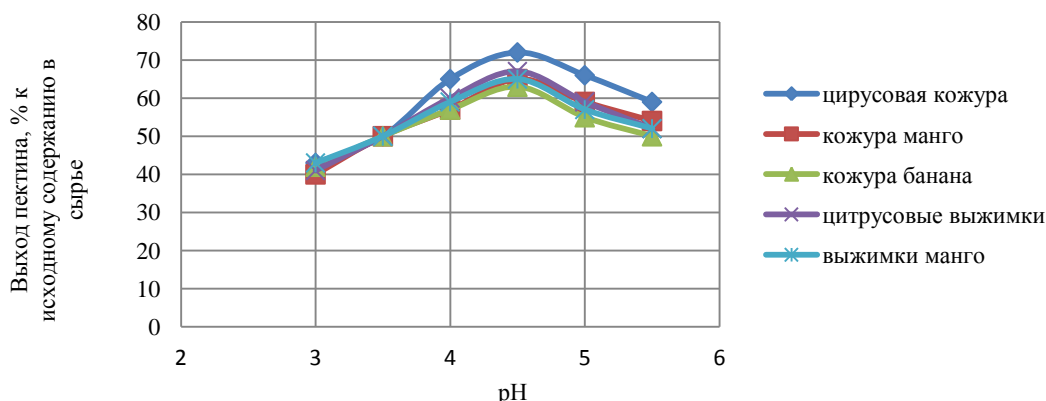


Рис. 2. Влияние pH среды на динамику процесса извлечения пектина из отходов плодового сырья

Так как вода является средой для протекания химических реакций и физико-химических процессов, включая набухание сырья, она также обеспечивает доступ фермента к субстрату и улучшает экстрагируемость продуктов гидролиза. Поэтому нами проведены исследования по установлению рационального соотношения сырьё : вода для эффективного ведения ферментативного гидролиза. Доза вводимого ферментного препарата составляла 0,01% к массе сырья, продолжительность ферментации – 2,0 часа при варьировании гидромодуля от 1:6 до 1:10 (рис. 3).

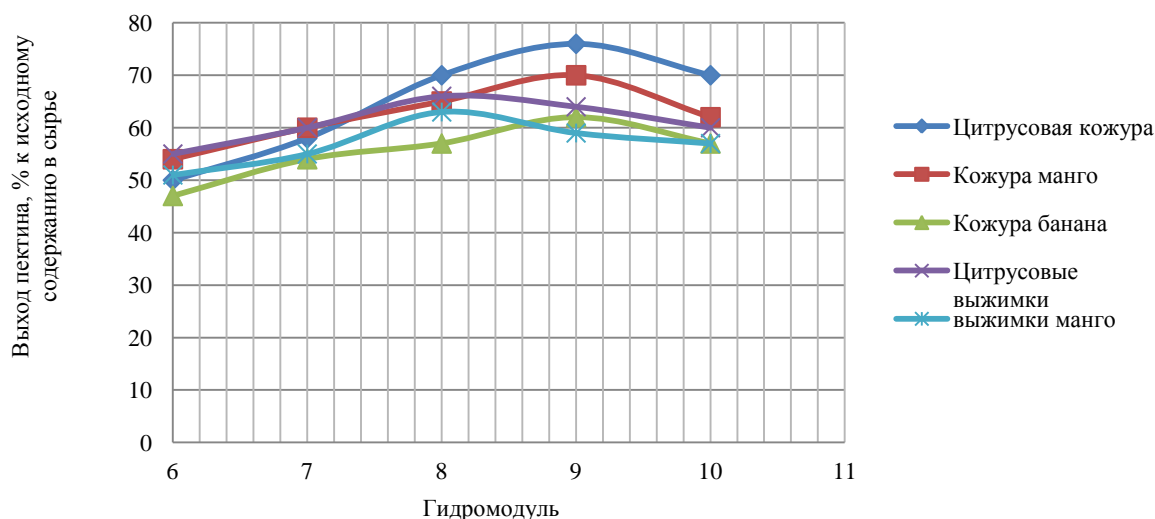


Рис. 3. Влияние гидромодуля на выход пектина

Согласно полученным данным (рис. 3), показывающим динамику выхода пектина в зависимости от гидромодуля, они имеют вид кривой с максимумом. Увеличение выхода пектина связано с переходом продуктов гидролиза в раствор, далее идет снижение выхода пектина, что обусловлено разбавлением раствора ферментов и снижением интенсивности процесса образования фермент-субстратного комплекса.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что гидромодуль ниже 1:8 не обеспечивает достаточного количества воды для образования фермент-субстратного комплекса и протекания процесса полной ферментации пектина. Рациональное соотношение сырьё : вода составляет 1:8 при получении пектина из выжимок цитрусовых и манго, но при получении пектина из кожуры цитрусовых, манго и банана рекомендуемый гидромодуль составляет 1:9, что обусловлено, на наш взгляд, особенностями строения растительной ткани отходов.

Ранее проведенные нами исследования показали, что кожура плодов значительно отличается по количеству присутствующих в нем полисахаридов. Так, содержание пектина в подкожном слое апельсина и грейпфрута больше по сравнению с другими их источниками (0,43% до 0,55%), а в кожуре банана и мини-банана содержится большое количество клетчатки – до 1,8%. Выжим-

ки апельсина, грейпфрута и манго являются отходами производства, где в процессе переработки из сырья удаляется часть полисахаридов, но содержание клетчатки в выжимках составляет от 1,4% до 1,6% [4].

Нами изучена динамика накопления пектиновых веществ в процессе гидролиза-экстрагирования отходов плодового сырья. Важным показателем процесса ферментативного гидролиза является его продолжительность. Установление рациональной продолжительности процесса проводили по выходу пектина в процессе обработки (рис. 4). Процесс протекал при установленных нами рациональных температуре, гидромодуле и значении pH. Доза ферментного препарата осталась прежней.

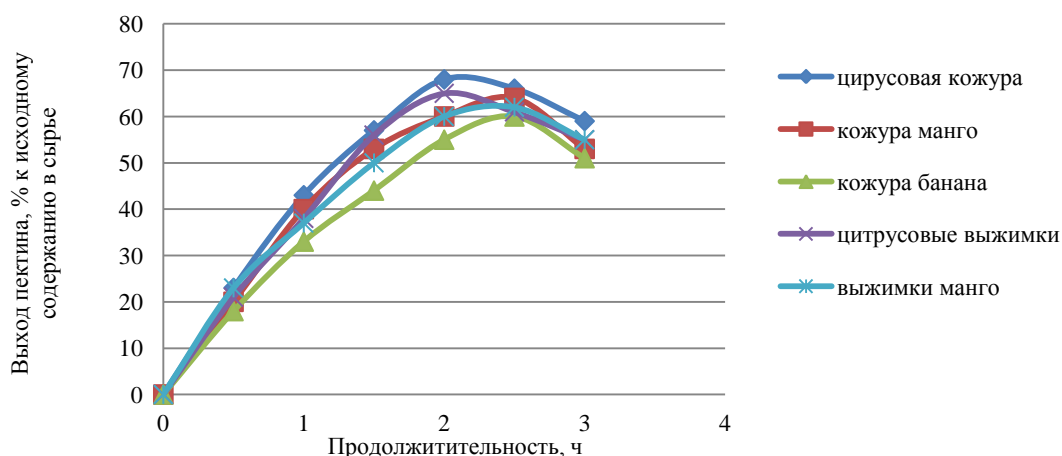


Рис. 4. Влияние продолжительности действия фермента на выход пектина из отходов плодового сырья

Анализ динамики накопления пектина в продукте в процессе гидролиза ферментом показал (рис. 4), что при получении пектина из отходов цитрусовых рациональная продолжительность ферментативной обработки составила 2 часа, а для остального сырья – 2,5 часа.

Для обоснования рациональной дозы ферментного препарата его варьирование составляло 0,01; 0,03; 0,05 и 0,10% к массе сырья (рис. 5). Параметры процесса: температура, pH, гидромодуль, продолжительность поддерживались согласно установленным.

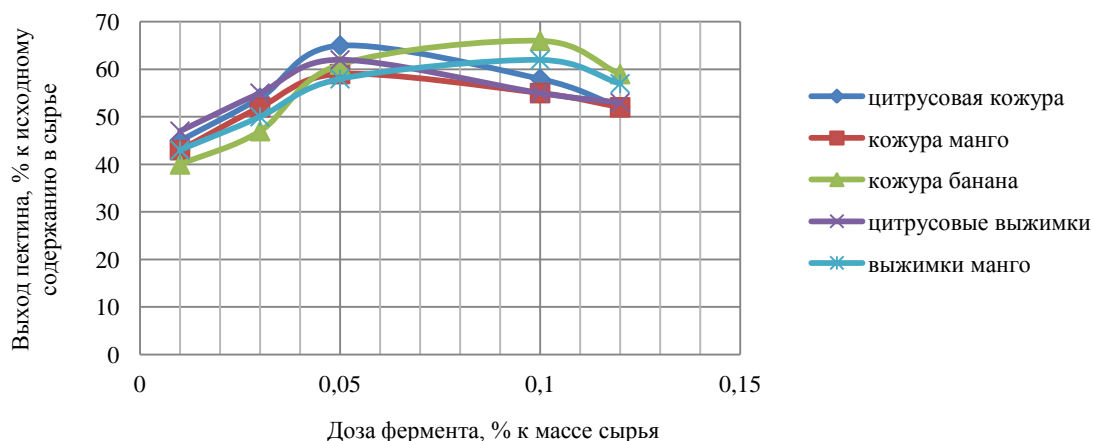


Рис. 5. Влияние дозы фермента на выход пектина из отходов плодового сырья Вьетнама

Согласно полученным данным по выходу пектина (рис. 5), оптимальная доза фермента пектиназы «ПЛ», продуцируемой *Aspergillus Niger* для выжимок манго и кожуры банана составляет 0,1% к массе сырья, а для остальных – 0,05% к массе сырья.

Таким образом, проведенные исследования показали, что получение пектина из отходов переработки плодового сырья Вьетнама при использовании фермента пектиназа «ПЛ», продуцируемого *Aspergillus Niger*, по установленным нами рациональным параметрам ферментативной обработки: температура 50°C; pH 4,5; гидромодуль 1:8 (выжимки цитрусовых и манго) и

1:9 (кожуры цитрусовых, манго и банана) в течение 2 часов (цитрусовые отходы) и 2,5 часов (манговые отходы и кожура банана) при варьировании дозы фермента для выжимок манго и кожуры банана – 0,1% к массе сырья, а для остального сырья – 0,05% к массе сырья позволяет получить максимальный выход пектина.

Соответственно, проведенные нами исследования по выделению пектинов подтвердили, что отходы плодового сырья Вьетнама, которые практически не используются на получение пищевых добавок и создают серьезную экологическую опасность, могут служить перспективной сырьевой базой для организации новых комплексных технологических решений переработки плодового сырья Вьетнама.

Литературы

1. *Донченко Л.В.* Технология пектина и пектинопродуктов: Учебное пособие. – М.: ДеЛи, 2000. – 255 с.

2. *Иванова Л.А.* Пищевая биотехнология. Кн.2. Переработка растительного сырья / Л.А. Иванова, Л.И. Войно, И.С. Иванова; под ред. И.М.Грачевой. – М.: Колос, 2008. – 427 с.

3. ГОСТ 8756.21-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 6 с.

4. *Фам Тхи Ми, Цибизова М.Е.* Химико-технологические свойства вторичных продуктов переработки плодового сырья Вьетнама // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1(325) – С. 19–22.

УДК 639.21(470.46)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЛКОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

М.Е. Цибизова¹, Н.Д. Аверьянова²

¹*Астраханский государственный технический университет, Астрахань*

²*Волго-Каспийский морской рыбопромышленный колледж, Астрахань*

Рассмотрены технохимические свойства и биохимические показатели мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в зависимости от прижизненных биологических факторов, сезона вылова сырья в соответствии с принятыми критериями классификации рыбного сырья с целью систематизации данного сырья и определения направлений его переработки.

Рыбное хозяйство России продолжает играть важную роль в обеспечении страны пищевой, технической и кормовой продукцией. Современная сложная социально-экономическая обстановка диктует необходимость максимального использования рыбного белка на пищевые цели. Реализация данного направления возможна через разработку теоретически обоснованных подходов к рациональной переработке мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна с целью обоснования экономико-экологической целесообразности их пищевого использования, которое должно базироваться на системном анализе технохимических свойств, биохимических показателей рыбного сырья.

В условиях существенного снижения уровня государственной поддержки инвестиционной деятельности отрасли экономико-экологическая целесообразность их пищевого использования в большей мере стала зависеть от имеющихся ресурсов, включая собственные и заемные средства предприятий отрасли. В результате уменьшения объемов производства деятельность около половины предприятий убыточна. Несмотря на то, что в настоящее время повышается роль заемных средств (кредитов отечественных и иностранных банков), отечественное кредитование носит ограниченный характер из-за высоких процентных ставок по ссудам и практически полного отсутствия долгосрочного кредитования [7].

В последнее время российская рыбная отрасль выходит из состояния стагнации. Внешний фон позитивен: увеличивается вылов, постепенно растет производство и потребление, качественно и количественно расширяется ассортимент и растет культура питания населения – переход к употреблению экологически чистой и переработанной рыбопродукции и морепродуктов.

Отмеченные кризисные моменты развития рыбной отрасли находят свое отражение в деятельности рыбоперерабатывающих предприятий Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, которые имеют сырьевую базу, представленную пресноводными и солоноватоводными, населяющих опресненные участки Каспия перед устьем реки Волги и внутренние неполносоленые водоемы.

На наш взгляд, одним из возможных путей стабилизации развития рыбной отрасли Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна является переориентирование рыбоперерабатывающих предприятий региона на комплексный технологический подход к переработке вылавливаемого сырья не только имеющего промысловое значение, но и мелких рыб внутренних вод Астраханской области.

Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн отличается значительным видовым разнообразием и является ареалом обитания для различных видов гидробионтов – это крупные промысловые (сазан, щука, судак, сом, лещ, жерех, белый амур, толстолобик, линь) и мелкие биоресурсы внутренних вод Астраханской области (карась, красноперка, синец, густера, чехонь).

В связи с этим условия обитания и, главным образом, размножение рыб в дельте Волги изменилось настолько, что превалируют объекты, способные существовать при значительных изменениях окружающей среды. Такими объектами, отличающимися наибольшей пластичностью и эврибионтностью, являются мелкие рыбы внутренних водоемов (карась, красноперка, синец, густера, чехонь). Промысловые виды рыб, такие как сазан, лещ, сом, вобла, судак и др. оказались не в состоянии приспособиться к условиям, выходящим за пределы их видового оптимума, и численность их резко сократилась.

В отличие от промысловых рыб, перерабатываемых на пищевые цели по традиционным технологическим решениям, неодолимые мелкие рыбы внутренних вод Астраханской области, отличающиеся морфометрическими и размерно-массовыми характеристиками и химическим составом, направляются, в основном, на получение кормовой продукции, что является не рациональным из-за снижения среднегодового потребления рыбных пищевых продуктов трудоспособным населением страны.

В этом ключе экономические и ресурсосберегающие аспекты переработки мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна требуют поиска специальных технологических решений, основанных на систематизационном подходе, научное обоснование которого должно быть обусловлено классификацией данного сырья, позволяющей реализовать принцип его максимального использования на пищевые цели.

Проведенный нами анализ состояния вопроса классификации рыбного сырья показал, что все классификационные критерии разработаны, в основном, для океанического и морского сырья, направляемого на производство конкретных видов продукции. Кроме того, налицо относительность предлагаемых классификаций, что обусловлено влиянием условий внешней среды, изменяющих классификационные признаки, посредством которых меняется классификационная группировка объектов. Поэтому непостоянство классификационных признаков сырья водного происхождения, обусловленное видовой принадлежностью, возрастом, физиологическим состоянием, районом и сезоном вылова, на наш взгляд, оставляет возможность постоянного совершенствования классификации.

Таким образом, продолжение исследований в области классификации рыбного сырья в направлении выявления скрытых классификационных признаков с учетом явных характеристик с целью более полной группировки объектов промысла остается актуальным. Особую актуальность приобретают эти исследования при включении в область технологических разработок неодолимого мелкого сырья, не являющегося объектом промысла внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, но вылов которого осуществляется в довольно значимых объемах. Прогнозирование функционально-технологических свойств и структурно-механических характеристик мелкого рыбного сырья и определение направлений рационального использования возможно только после классификации данного сырья, основанной на его техникохимических показателях.

Общеизвестно, что размерно-массовые характеристики, технoхимические и биохимические свойства сырья водного происхождения обусловлены видовой принадлежностью, возрастом, физиологическим состоянием, районом и сезоном вылова. Изменение сырьевой базы влияет на технологические свойства сырья, что требует проведения дополнительных исследований для определения нового подхода к его переработке.

Кроме того, учеными установлено, что биохимические показатели качества сырья обусловлены аминокислотным составом белков, жирнокислотным составом липидов, а функциональные – протеолитической активностью ферментов сырья и структурно-механическими показателями.

В то же время данные технoхимических характеристик мелких рыб внутренних водоемов Астраханской области и отходов от разделки промысловых рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна носят разрозненный характер и практически не систематизированы, что подтверждает актуальность проводимых исследований.

Необходимость применения критериальных показателей качества рыбного сырья обусловлена изменением его структурно-механических и функционально-технологических свойств в процессе технологической обработки. Применение методов классификации рыбного сырья актуально не только для океанических и морских рыб, но и для пресноводного сырья, в том числе и для сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, для которого также характерно достаточно серьезное изменение промысловой сырьевой базы, влекущее за собой пересмотр технологических подходов к его переработке, особенно, мелких пресноводных.

Проведенный нами ранее, анализ применения общепринятых в рыбной отрасли критериев классификации, характеризующих функционально-технологические свойства и технологическую адекватность сырья, для мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна показал, что разделанное рыбное сырье должно быть рассмотрено с внутригрупповым дифференцированием при определении направлений его переработки и с учетом сезона вылова сырья [6]. Но для дальнейшей характеристики мелкого рыбного сырья осеннего и весеннего вылова требуется проведение дополнительных исследований, направленных на изучение фракционного состава белков мышечной ткани, обуславливающих структурно-механические и реологические характеристики фаршей, впоследствии определяющих направления их использования.

В соответствии с вышеизложенным, целью работы являлось установление зависимости технoхимических свойств и биохимических показателей мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна от прижизненных биологических факторов, сезона вылова сырья в соответствии с принятыми критериями классификации рыбного сырья.

В качестве объектов исследования выступало мелкое рыбное сырье Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна осеннего и весеннего вылова мороженое: густера, чехонь, красноперка, синец.

Определение азота отдельных белковых фракций мышечной ткани рыбы, растворимых в воде, в 7,5%-ном растворе хлористого натрия, в 0,05% растворе гидроксида натрия проводили по Лазаревскому [4]. Реологические характеристики фаршей и фаршевых систем определяли в соответствии с рекомендациями ГОСТ Р 50814-95 [2]. Определяли также белковый коэффициент (K_6), представляющий отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к азоту водорастворимой фракции; коэффициент структурообразования ($K_{ст}$) отношение содержания азота солерастворимой фракции белка к общему содержанию азота, характеризующий структурообразующие свойства рыбного сырья [1].

Расчет показателей, характеризующих реологические свойства объектов исследования: предельное напряжение сдвига (ПНС), критерий химического состава (К) и комплексный коэффициент химического состава (K_y), проводили по методикам, разработанным Косым В.Д. и др. [3].

Нами проведено изучение структурно-механических и реологических свойств мелкого рыбного сырья Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна по следующим параметрам:

– показатели, характеризующие реологические свойства: предельное напряжение сдвига (ПНС), критерий химического состава (К) и комплексный коэффициент химического состава (K_y) [5];

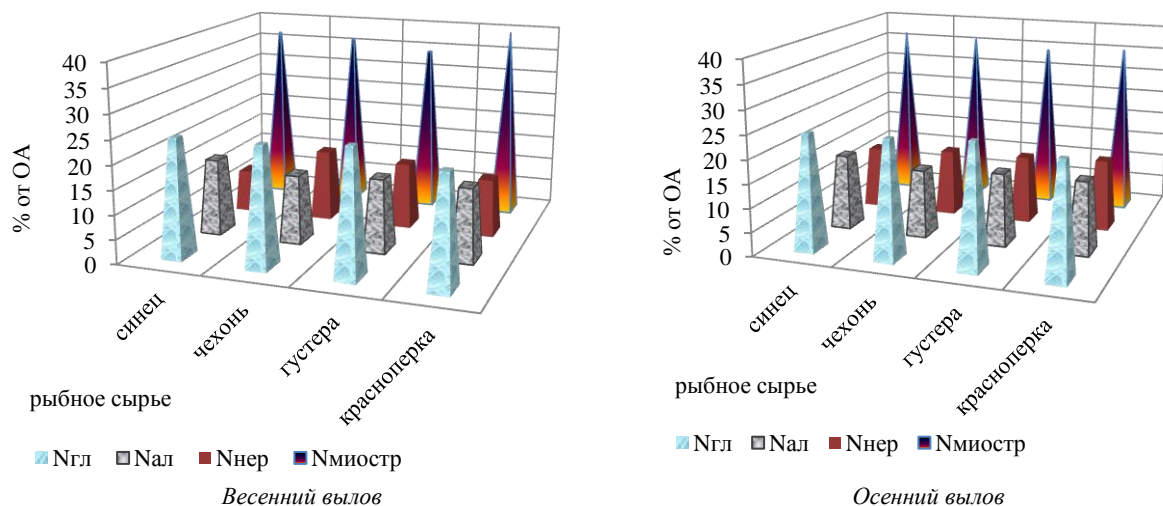
– показатели, характеризующие структурно-механические свойства: коэффициент структурообразования ($K_{ст}$); белковый коэффициент (K_6), коэффициент обводнения ($K_о$) [1].

Работами ряда ученых показано, что фракционный состав белков мышечной ткани рыбного сырья обуславливает структурно-механические показатели фаршей, полученных из нее. Белко-

вые вещества мышечной ткани не только влияют на пищевую и биологическую ценность мяса, но и определяют состояние физико-химических, структурно-механических и технологических показателей сырья (липкость, вязкость, водоудерживающая способность и т. д.) и готовой продукции (сочность, нежность).

В состав мяса рыб входят, главным образом, простые, преимущественно солерастворимые белки типа глобулинов – миозин (группа родственных белков миозинов), актин, актомиозин и, в небольшом количестве, тропомиозин, глобулин Х. Эти белки образуют миофибриллы мышечных клеток и в сумме составляют более половины всех белковых веществ мяса рыб.

Нами рассмотрено фракционное распределение белков мышечной ткани мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова (см. рисунок).



Фракционное распределение белков мышечной ткани мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова

Анализ фракционного распределения белков мышечной ткани мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова показал (рис. 1) отсутствие влияния сезона вылова сырья на содержание водорастворимой и солерастворимой фракций. Незначительно колеблется содержание нерастворимых белков у чехони и густеры весеннего и осеннего вылова, в отличие от красноперки и синца. Красноперка и синец весеннего вылова отличаются более низким содержанием нерастворимых белков, составляющим 11,8 и 8,7% от общего содержания азота, осеннего вылова – 14,8 и 12,9% соответственно.

Содержание миозина ($N_{гл}$), влияющее на влагоудерживающую способность и способность к гелеобразованию мышечной ткани, колеблется от 23,9 до 25,8% для сырья осеннего вылова и от 22,8 до 25,9% для сырья весеннего вылова. Наибольшей влагоудерживающей способностью будут обладать фарши из густеры, наименьшей – фарши из красноперки независимо от сезона вылова сырья. Практически близкую влагоудерживающую способность и способность к гелеобразованию будут иметь фарши из синца и чехони независимо от сезона вылова сырья.

На содержание саркоплазматических белков, относящихся к водорастворимым (рис. 1), не оказывает влияние сезон вылова сырья, но влияет видовой состав. Его варьирование в зависимости от сезона вылова незначительно и составляет от 14,0 до 15,1% для сырья осеннего вылова и от 14,0 до 15,6% для сырья весеннего вылова. Наибольшим содержанием водорастворимого азота отличается синец (15,5–15,6%), минимальным – чехонь (14,0%). Для густеры и красноперки содержание $N_{ал}$ составляет 15,0–15,1%.

Содержание азота миостромина, относящегося к щелочерастворимым белкам, колеблется в зависимости от видовой состава и сезона вылова сырья. Для сырья осеннего вылова его варьирование составляет от 34,5 до 36,8%, для сырья весеннего вылова – от 34,5 до 39,8%, причем минимальное содержание щелочерастворимого азота характерно для густеры осеннего и весеннего вылова (34,5%), максимальное (до 39,8%) – для красноперки весеннего вылова. Для остального сырья (синец и чехонь осеннего и весеннего вылова, красноперка осеннего вылова) варьирование содержания щелочерастворимого азота составляет от 35,4 до 36,9%. Таким образом, наибольшими структурирующими свойствами будут обладать фарши из красноперки весеннего вылова.

Для характеристики структурно-механических свойств учеными предложена классификация рыбного сырья по способности к образованию вторичной структуры в процессе технологической обработки [1]. В качестве классификационного фактора принят коэффициент структурообразования ($K_{ст}$). По классификации Абрамовой (1989) рыбное сырье может быть разделено на две группы: сырье, образующее коагуляционные структуры ($K_{ст} > 0,2$), и сырье, образующее коагуляционно-конденсационные структуры ($K_{ст} < 0,2$). При $K_{ст} < 0,2$ фаршевые изделия имеют однородную фаршевую структуру, при $0,3 > K_{ст} > 0,2$ – слабую слоистую, при $K_{ст} > 0,3$ – слоистую структуру. Сырье с показателями $K_б < 1$ и $K_{ст} < 0,2$ характеризуется низкой способностью к формованию, при $K_б > 1$ и $K_{ст} > 0,2$ фарш обладает хорошей формуемостью и водоудерживающей способностью.

Для оценки функционально-технологических свойств мышечной ткани мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова по данным фракционного состава белков были рассчитаны коэффициент структурообразования $K_{ст}$ и белковый коэффициент $K_б$, который также характеризуют структурно-механические свойства мышечной ткани (табл.1).

Таблица 1

Функционально-технологические свойства мышечной ткани мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна в различные периоды вылова

Наименование сырья	Функционально-технологические показатели		
	$K_б$	$K_{ст}$	$K_{обв}$
Весенний вылов			
Синец	1,57	0,24	10,69
Чехонь	1,75	0,25	9,4
Густера	1,73	0,26	9,01
Красноперка	1,52	0,23	11,1
Осенний вылов			
Синец	1,57	0,24	10,81
Чехонь	1,76	0,25	9,12
Густера	1,71	0,26	8,51
Красноперка	1,57	0,24	11,56

Проведенные нами расчеты показали (табл.1), что независимо от сезона вылова сырья коэффициент структурообразования мышечной ткани мелкого рыбного сырья составляет $K_{ст} > 0,2$, т.е. варьирует от 0,23 до 0,26 в зависимости от видового состава. Белковый коэффициент $K_б$ также выше 1,0 и варьирует от 1,52 до 1,76 для различных видов рыб.

Таким образом, независимо от сезона вылова мелкие рыбы Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна могут быть отнесены к сырию, образующему коагуляционные структуры. По классификации Абрамовой, при $K_б > 1$ и $K_{ст} > 0,2$ фарш из мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна будет обладать хорошей формуемостью, реологическими свойствами, хорошей консистенцией и высокой водоудерживающей способностью, а фаршевые изделия из него будут иметь слабую слоистую структуру.

Расчеты коэффициента обводнения белка по фракционному составу показали, что независимо от сезона вылова сырья наименьшие значения $K_{обв}$, варьирующего от 8,51 до 9,4, имеет мышечная ткань густеры и чехони. Для красноперки и синца $K_{обв}$ варьирует от 10,69–10,81 до 11,1–11,56 соответственно в зависимости от сезона вылова сырья. По классификации Масловой (1981), чем меньше отношение количества воды к общему содержанию водо- и солерастворимых белков, тем выше пластическая вязкость фарша. Поэтому наиболее пластичными фаршевыми системами будут фарши из чехони и густеры.

Проведенный нами внутригрупповой анализ коэффициентов, характеризующих структурно-механические и реологические свойства рыбного сырья, показал, что лучшей формуемостью, повышенной водоудерживающей способностью, пластической вязкостью будут обладать фарши из густеры и чехони независимо от сезона вылова сырья. В связи с этим необходимо дифференцированно подходить к использованию мелких рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна при изготовлении фаршевой продукции с заданными свойствами.

Для подтверждения выявленной зависимости структурно-механической характеристики свойств мышечной ткани от фракционного состава белков нами были изучены водоудерживаю-

щая способность (ВУС), определено предельное напряжение сдвига (ПНС) мышечной ткани мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна весеннего и осеннего вылова, рассчитаны критерии их химического состава K и K_y , эффективная вязкость η и η_y определяемая при минимальном значении градиента скорости, составляющего $0,23 \text{ мин}^{-1}$ [3].

Полученные структурно-механические характеристики мышечной ткани мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна представлены в табл. 2.

Представленные в таблице 2 структурно-механические и реологические характеристики мышечной ткани мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна подтверждают взаимосвязь химического состава и сезона вылова объектов исследования.

Наименьшую влагоудерживающую способность в весенний и осенний период вылова, составляющую 66,8–75,4% и 72,1–80,6%, имеет мышечная ткань красноперки и синца, что обусловлено, на наш взгляд, плотностью мышечной ткани и ее химическим составом. Мышечная ткань чехони и густеры имеет практически близкие значения ВУС, варьирующие от 73,4% до 74,8% в весенний вылов и от 82,9 до 83,3% в осенний вылова сырья.

Таблица 2

Структурно-механические, реологические характеристики и критериальные показатели рыбных фаршей из мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна

Рыбный фарш из мелкого рыбного сырья	ВУС, %	ПНС, Па	K , дол. ед.	K_y , дол. ед.	η , Па*с	η_y , Па*с
весенний вылов						
Синец	72,1±0,9	532,2±10,3	2,65	2,904	1612,0	1632,32
Чехонь	74,8±1,1	656,0±10,5	3,14	3,416	1651,2	1673,3
Густера	73,4±1,1	664,7±13,8	3,21	3,485	1656,8	1678,8
Красноперка	66,8±1,1	512,6±9,4	2,78	3,042	1622,4	1643,4
осенний вылов						
Синец	80,6±0,8	678,0±19,8	2,14	2,403	1345,5	1256,85
Чехонь	83,3±1,2	784,0±19,5	2,64	2,958	1611,2	1636,6
Густера	82,9±1,5	795,0±17,1	2,89	3,202	1631,2	1656,2
Красноперка	75,4±1,3	685,0±10,4	1,9	2,154	1111,5	1020,3

На предельное напряжение сдвига (ПНС) мышечной ткани мелких рыб (табл. 2) оказывает влияние сезон вылова сырья. Наибольшим ПНС мышечной ткани обладает сырье осеннего вылова. Внутригрупповое варьирование ПНС показывает, что максимальное ПНС, варьирующее от 784 Па до 795 Па, имеет мышечная ткань чехони и густеры в осенний период вылова. В весенний период ПНС мышечной ткани этих рыб ниже в среднем на 17%. Мышечная ткань синца и красноперки осеннего вылова имеет более низкое значение ПНС в отличие от чехони и густеры – на 13,7%, в весенний период – на 21,0%.

Таким образом, наибольшую плотность мышечной ткани имеют чехонь и густера в осенний период, что коррелирует с полученными данными по степени обводнения мышечной ткани, установленной по фракционному составу белков.

Расчеты эффективной вязкости по критерию химического состава K и по комплексному уточненному химическому коэффициенту K_y показали (табл. 2), что мышечная ткань сырья весеннего вылова отличается более высокими значениями эффективной вязкости η и η_y в отличие от вязкости мышечной ткани сырья осеннего вылова, которая ниже весенней на 12,8% и 15,9% соответственно. Внутригрупповое варьирование эффективной вязкости, рассчитанной по критерию химического состава K и комплексному уточненному химическому коэффициенту K_y , показало, что максимальная вязкость мышечной ткани чехони составляет 1651,2 Па*с и 1673,3 Па*с соответственно, густеры – 1656,8 Па * с и 1678,8 Па * с.

Наименьшая эффективная вязкость η и η_y , составляющая 1612,0 Па*с и 1632,32 Па*с, соответственно, у мышечной ткани синца и 1622,4 Па * с и 1643,4 Па * с, соответственно, у мышечной ткани красноперки, что практически в 1,7–1,9 раз меньше эффективной вязкости мышечной ткани чехони. Данные различия, на наш взгляд, обусловлены варьированием содержания белка и жира, оказывающим влияние на реологические свойства мышечной ткани. Мышечная ткань красноперки и густеры весеннего вылова имеет близкие значения эффективной вязкости, отклонения от среднего значения которых составляют 4–5%.

Мышечная ткань сырья осеннего вылова, которое отличается от сырья весеннего вылова более высоким содержанием жира, имеет менее близкие значения эффективной вязкости, отличающиеся на 24–36% от минимальной эффективной вязкости мышечной ткани красноперки (848,0 и 769,5 Па × с соответственно).

Значения ВУС коррелирует и с предельным напряжением сдвига, которое имеет минимальное значение у мышечной ткани красноперки осеннего и весеннего вылова (612,6 Па и 585 Па соответственно). Мышечная ткань синца, чехони и густеры имеет ПНС, варьирующее от 677,0 Па до 695,0 Па.

Согласно классификации рыбного фарша по химико-технологическим и реологическим характеристикам, т.е. по критериям химического состава и характера изменения эффективной вязкости, фаршевые системы могут быть представлены в виде трех групп [3, 5]:

Группа 1 – фарш с высокой стабильной консистенцией, в котором эффективная вязкость незначительно изменяется от критерия химического состава K , при этом темп её изменения равен 80 и характеризуется следующими параметрами: $2,4 \leq K \leq 16$; $1600 \leq \eta \leq 2700$ Па × с. При этом эту группу, согласно классификации рыбного фарша, предложенной Масловой Г.В., можно разбить на две подгруппы:

а) первая подгруппа, которая характеризуется следующими параметрами и их пределами: $7,5 \leq K \leq 16$; $2000 \leq \eta \leq 2700$ Па × с. В эту подгруппу входят фарши из рыб белковых тощих;

б) вторая подгруппа со следующими параметрами и их пределами: $2,4 \leq K < 7,5$; $1600 \leq \eta < 2000$ Па × с. В эту подгруппу входит фарш из рыб высокобелковых маложирных.

Группа 2 – фарш с резко-контрастной консистенцией, которая изменяется в широких пределах при значительном изменении его химического состава. Темп изменения функции $\eta = f(K)$ для этой группы выше по сравнению с первой группой более чем в 12 раз. Фарш второй группы ограничивается следующими пределами изменения определяющих характеристик: $0,94 \leq K < 2,4$; $130 \leq \eta < 1600$ Па × с. В эту группу входит фарш из белковых маложирных и белковых, высокобелковых, среднежирных рыб, а также из некоторых рыб низкобелковых, маложирных, которые практически находятся на точке раздела второй и третьей группы.

Группа 3 – фарш с мажущейся консистенцией (с повышенным содержанием жира в пределах от 10 до 18,5%), при этом вязкость изменяется в обратной зависимости, по сравнению с первыми группами, от критерия химического состава (K). С увеличением K , в основном за счет увеличения содержания жира в фарше, вязкость его уменьшается. Пределы изменения основных характеризующих параметров следующие: $0,3 \leq K < 0,9$; $130 \leq \eta \leq 520$ Па × с. К этой группе относится фарш из рыб среднебелковых жирных и белковых высокожирных [3,5].

Таким образом, рассчитанные критерии химического состава и уточненные химические коэффициенты мышечной ткани чехони весеннего вылова позволяют выделить ее в группу с высокой стабильной консистенцией ($2,4 \leq K \leq 16$; $1600 \leq \eta \leq 2700$ Па × с), в которой эффективная вязкость незначительно зависит от критерия химического состава. Остальные виды мышечной ткани мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна (красноперка, синец, чехонь осеннего вылова, густера) независимо от сезона вылова относятся к группе фаршей с резко-контрастной консистенцией ($0,9 \leq K \leq 2,4$; $130 \leq \eta \leq 1600$ Па × с), свойства которых изменяются даже при незначительном изменении их химического состава.

Поэтому, на наш взгляд, наиболее целесообразным с точки зрения получения фаршей с близкими структурно-механическими и реологическими свойствами независимо от вида рыбного сырья и сезона его вылова, т.е. «обезличенного» фарша, является направление мелких рыб внутренних водоемов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна на получение белковых масс, в основе технологии которых заложена кратковременная ферментация.

Литература

1. *Абрамова Л.С., Рехина Н.И., Агапова С.А.* Структурообразование в фаршевых системах // Рыбное хозяйство. – 1989. – № 4. – С. 87 – 90.
2. ГОСТ Р 50814-95 Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором. – М.: Госстандарт России. – 8 с.
3. *Косой В.Д.* Инженерная реология: Учебное пособие для лабораторных и практических занятий. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 664 с.

4. Лазаревский А.А. Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 512 с.

5. Маслова Г.В., Маслов А.М. Реология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.

6. Цибизова М.Е. Технологические показатели и биологическая ценность маломерного рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2012. – № 2. – С. 182–188.

7. Шпаченков Ю.А., Горшенин Ю.В. Методические основы инвестиционной привлекательности рыбохозяйственной деятельности // Экономика, информатизация и управление рыбным хозяйством: Сб. аналитической и реферативной информации / ВНИЭРХ. – М., – 2005. – Вып. 2 – С. 1–20.

УДК 664.5:633.82/.84

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ЭКСТРАКТОВ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

О.В. Чернышова, М.Е. Цибизова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

Рассмотрена возможность получения экстрактов пряно-ароматических растений с применением ЭХА-растворов.

В последнее время в пищевой промышленности широко используются в качестве пищевых добавок различные биологически активные вещества натурального происхождения, функциональная роль которых заключается в повышении пищевой и биологической ценности и вкусовых достоинств готовой продукции [1]. Кроме того, добавки природного происхождения на основе лекарственно-технического и пряно-ароматического сырья используются в качестве ингибиторов биохимических и микробиологических процессов, приводящих к порче пищевых продуктов [2].

К перспективным источникам биологически активных веществ можно отнести пряно-ароматические растения (пряные травы), в которых содержатся флавоноиды, катехины, дубильные вещества, минеральные соли, гликозиды, кислые сапонины, органические и фенольные кислоты, витамины группы В, полиненасыщенные жирные кислоты, эфирные масла, каротин, рутин, аскорбиновая кислота и другие природные вещества, проявляющие антиоксидантные и антимикробные свойства.

В настоящее время традиционная технология использования в пищевом производстве молотых пряностей и трав уступает место новым подходам и решениям. Это связано с необходимостью точной количественной дозировки вносимых пряностей, стабильностью их вкуса и аромата вне зависимости от географического места происхождения, наличия ненужных тканей и волокон [3].

Изучение научной и справочной литературы показало, что пряности в разных средах ведут себя по-разному, что обуславливает режимы получения экстрактов. С наибольшей интенсивностью они экстрагируются в спиртах и кислотах. Однако их характер при этом, как правило, меняется. Они делаются более резкими, жгучими горьковатыми, их лучшие черты – аромат и нежность вкуса – отходят на задний план. Поэтому лучше всего избегать взаимодействия пряностей с этими средами или, по крайней мере, сводить его до минимума. В воде пряности экстрагируются слабее, причем экстракция возрастает прямо пропорционально повышению температуры воды, которая является наиболее оптимальной средой для пряностей [4].

Учитывая выше изложенное, можно сделать вывод, что актуальным остаются вопросы, касающиеся изыскания новых подходов к проведению процесса извлечения биологически активных веществ из пряностей и пряных трав. Поэтому мы предлагаем экстрагировать сухие пряно-ароматические растения (пряные травы) в ЭХА – растворах с широким диапазоном рН, использование которых исключает применение химических реактивов, обеспечивает микробиологическую безопасность и способствует повышению эффективности технологических процессов.

В качестве сырья нами используются пряно-ароматические растения: душица обыкновенная (орегано) (*Origanum vulgare* L.), майоран (*Origanum majorana*), базилик обыкновенный (*Ocimum*), относящиеся к семейству губоцветных (*Labiatae*). На рисунке 1 представлены данные о содержании основных биологически активных веществ в исследуемом сырье.

Полученные данные (рис. 1) показывают, что содержание биологически активных веществ (БАВ) в исследуемых видах пряных трав варьирует в широких пределах. Как известно, дубильные вещества и другие БАВ действуют как антисептики, поэтому исследуемые виды пряно-ароматических растений, содержащие от 7,4% до 9,8% дубильных веществ, будут проявлять высокие антисептические свойства. Повышенное содержание экстрактивных веществ (17,8 – 24,5%) и эфирного масла (1 – 2,2%) позволяет обогащать продукты ценными биологически активными соединениями и придавать им необходимый аромат.

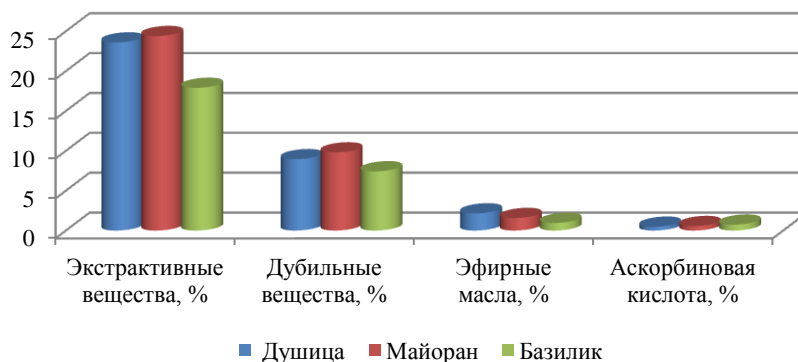


Рис. 1. Содержание биологически активных соединений в пряно-ароматических растениях

Для обоснования выбора экстрагента нами были проведены исследования полученных экстрактов смеси пряно-ароматических растений при соотношении 1:1:1, гидромодуль 1:100. В качестве экстрагента были выбраны вода, католит и анолит ЭХА – растворов. Результаты исследований представлены на рис. 2.

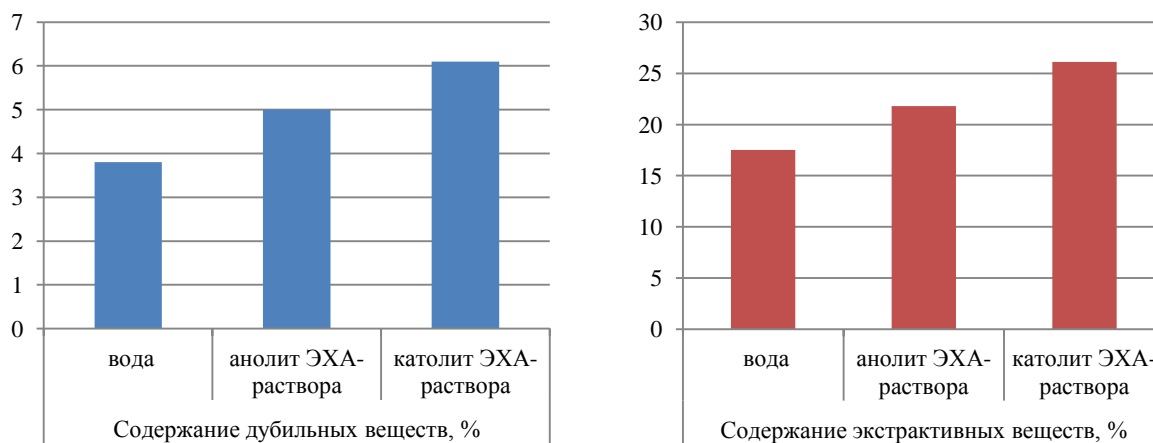


Рис. 2. Содержание дубильных и экстрактивных веществ в экстрактах

Изучение содержания дубильных и экстрактивных веществ (рис. 2) показывает, что экстракты на основе католита ЭХА-раствора содержат дубильных веществ на 2,3%, а экстрактивных веществ на 8,6% больше, чем водные экстракты. В экстракте на основе анолита ЭХА-раствора по сравнению с водой, содержание дубильных и экстрактивных веществ выше на 1,2% и 4,3% соответственно, но данные показатели в 2 раза ниже, чем в экстракте на основе католита ЭХА-раствора. Таким образом, можно сделать вывод, что электроактивированные частицы воды эффективнее извлекают биологически активные вещества пряно-ароматических растений по сравнению с обычной водой.

На основании разработанной бальной оценки растительных экстрактов представлены профилограммы комплексной органолептической оценки исследуемых образцов (рис. 3).

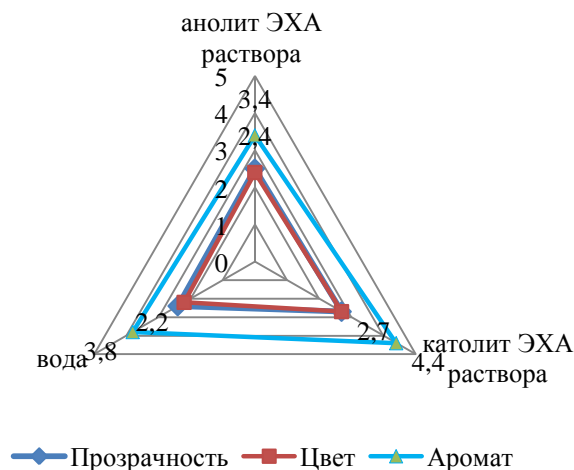


Рис. 3. Профилограмма комплексной органолептической оценки экстрактов

Высокими органолептическими показателями обладают образцы, полученные с помощью анолита и католита ЭХА-раствора из-за более высокой концентрации растворимых ароматических и красящих веществ. Следует отметить, что наивысшими органолептическими показателями обладает экстракт, полученный настаиванием пряных трав на католите ЭХА раствора. Полученный экстракт имел яркую окраску и интенсивный аромат, что играет существенную роль при использовании экстрактов в пищевых целях. Экстракты, полученные с помощью анолита ЭХА-раствора и воды, имеют недостаточно выраженный аромат и цвет. Следует отметить, что в анолите ЭХА-раствора аромат становится недостаточно выраженным по сравнению с водным экстрактом. На наш взгляд, это связано с тем, что некоторые ароматические соединения разрушаются в кислой среде. Поэтому для получения экстрактов мы рекомендуем использовать католит ЭХА-раствора, имеющего щелочную среду.

Таким образом, нами экспериментально установлено, что электроактивированные частицы католита ЭХА-раствора эффективнее извлекают биологически активные соединения, благотворно влияя на органолептические показатели полученных экстрактов. Применение католита ЭХА-растворов в качестве экстрагента обусловлено доступностью, экономическими позициями, а также простотой его получения.

Литература

1. Байдалинова Л. С., Шарыгина Я. И. Стабилизация липидов быстрозамороженных мясных полуфабрикатов // Известия КГТУ. – 2009. – № 15. – С. 78 – 83.
2. Митасева Л.Ф., Дегтярев П.С., Селищева А.Н. Использование экстрактов растений в качестве антиоксидантов // Мясная индустрия. – 2002. – № 12.
3. Нечаев А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
4. Похлебкин В.В. Все о пряностях. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 39 с.

УДК 621.472: 621.548.001.7

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Н.Д. Шишкин, Е.А. Манченко

Лаборатория нетрадиционной энергетики Отдела энергетических проблем СНЦ РАН при Астраханском государственном техническом университете, Астрахань

Разработаны и исследованы гелиоустановки гравитационного типа с многоступенчатым гелиоколлектором, изготовленные из разнородных гораздо более дешевых элементов, имеющие меньшие капитальные затраты и срок окупаемости. Предложены оригинальные конструкции ортогональных ветроэнергостанов

вок с механическими теплогенераторами. Применение ветродвигателей с вертикальными полуцилиндрическими лопастями позволяет сократить себестоимость получаемой электрической и тепловой энергии и соответственно срок их окупаемости.

Одним из вариантов экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В качестве ВИЭ для объектов на суше и на море наиболее перспективным представляется использование солнечной и ветровой энергии. Солнечные водонагревательные установки (СВУ) и ветроэнергетические установки (ВЭУ), могут использоваться, как самостоятельно, так и в составе энергокомплексов с ВИЭ и ТЭР.

В настоящее время, в основном, используются СВУ циркуляционного типа с термосифонной или насосной циркуляцией теплоносителя по контуру, соединяющему КСЭ и тепловой аккумулятор [1–5]. Существуют также СВУ с несколькими циркуляционными контурами, присоединенными к многоступенчатому баку-аккумулятору теплоты. Все эти установки обладают весьма существенными недостатками, которые препятствуют их широкому применению. Главными из этих недостатков являются низкие показатели энергетической эффективности (энергетические КПД не превышают 0,4–0,5) и слишком высокие капитальные вложения достигающие 300–500 \$/м² площади гелиоколлектора (600–1000 \$/кВт тепловой мощности) и срок окупаемости до 8–10 лет. Поэтому необходима разработка новых технологий и технических решений, существенно улучшающих энергетические и технико-экономические показатели.

Наиболее широко для выработки электроэнергии применяются ВЭУ аксиального типа с 2–4 лопастями [6–8]. Аксиальные ВЭУ, имеющие максимальный КПД 0,3–0,4, за счет многократного изменения скорости ветра по направлению имеют снижение среднего КПД до 0,15–0,25. Капитальные вложения в эти ВЭУ достигают 1500–2000 \$/кВт, а срок окупаемости 10–12 лет.

Таким образом, анализ конструкций известных типов СВУ и ВЭУ и их энергетических и технико-экономических показателей, показывает, что все они обладают весьма существенными недостатками, которые препятствуют их широкому применению. Главными из этих недостатков являются более низкие по сравнению с трансформаторами ТЭР показатели энергетической эффективности (энергетические КПД) и слишком высокие капитальные вложения.

Основными задачами совершенствования энергоустановок, использующих ВИЭ, являются повышение их энергетической эффективности и существенное улучшение технико-экономических показателей. Поэтому представляется целесообразным разработать новые технологии и инновационные технические решения для преобразования солнечной и ветровой энергии в тепловую и электрическую энергию.

Выполненные в течение 1992–2012 гг. в лаборатории Нетрадиционной энергетики Отдела энергетических проблем СНЦ РАН при Астраханском государственном техническом университете исследования и разработки позволили получить инновационные технические решения по СВУ (гелиоустановкам), ортогональным ВЭУ и комбинированию их в энергоустановках и энергокомплексах совместно с ТЭР.

Предлагаемая инновационная технология подогрева воды за счет солнечной энергии, при которой удастся осуществить процесс подогрева за счет однократного протекания воды через ступени гелиоколлектора, работающие при различных температурах, но с энергетической эффективностью 0,5–0,6 может быть реализована с помощью инновационной гелиоустановки гравитационного типа с многоступенчатым гелиоколлектором (ГГТМГ) [9], показанной на рис. 1.

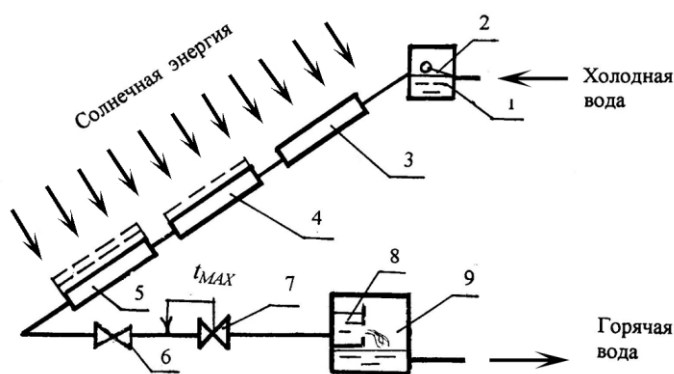


Рис. 1. Гелиоустановка гравитационного типа с многоступенчатым гелиоколлектором из разнородных элементов с жидкостным баком-аккумулятором теплоты: 1 – расходный бак холодной воды; 2 – поплавковый регулятор уровня; 3 – первая ступень гелиоколлектора; 4 – вторая ступень гелиоколлектора; 5 – третья ступень гелиоколлектора; 6 – регулирующий вентиль; 7 – регулятор температуры; 8 – емкость постоянного уровня; 9 – бак-аккумулятор теплоты

Могут быть использованы различные типы элементов гелиоколлекторов: неселективные плоские коллекторы НПК, НПК-1 и НПК-2, селективные плоские коллекторы СПК-1 и СПК-2, а в качестве последней ступени даже коллекторы с параболо-цилиндрическими концентраторами и вакуумированные стеклянные трубчатые коллекторы. Применение тех или иных элементов определяются необходимым уровнем температур, существенно отличающихся для систем отопления и горячего водоснабжения. За счет применения более дешевых элементов многоступенчатых гелиоколлекторов капитальные затраты и срок окупаемости ГТТМГ в 1,5–2,0 раза меньше, чем у СВУ циркуляционного типа.

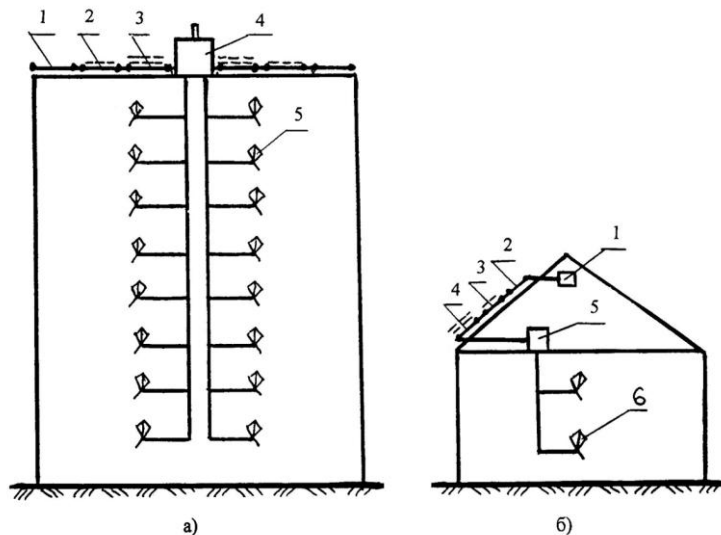


Рис. 2. Варианты компоновки ГТТМГ с теплогенераторами:
а) в многоэтажных зданиях; б) в малоэтажных зданиях

солнечного излучения недостаточна для подогрева до этой температуры, то вода догревается в теплогенераторе. В отопительный период ГТТМГ отключается и вода из нее спускается. Расчеты показывают, что солнечная энергия замещает в среднем 50–60% от общей мощности системы горячего водоснабжения (СГВ).

На рис. 2, б показана компоновка ГТТМГ с индивидуальным теплогенератором (например, газовым водонагревателем). Холодная вода из расходного бака холодной воды 1, проходя через три ступени гелиоколлектора 2–4, смонтированные на южном скате кровли, поступает в бак-аккумулятор теплоты 5, размещающийся на чердаке. Из этого бака горячая вода с температурой 50–60°C подается в водоразборную арматуру 6 СГВ. Если интенсивность солнечного излучения недостаточна для

подогрева до минимальной температуры 50°C, то вода из бака-аккумулятора догревается до требуемой температуры в водонагревателе. Солнечная энергия замещает 50–60% от общей мощности СГВ и позволяет в 1,5–2,0 раза сократить расход газа на горячее водоснабжение.

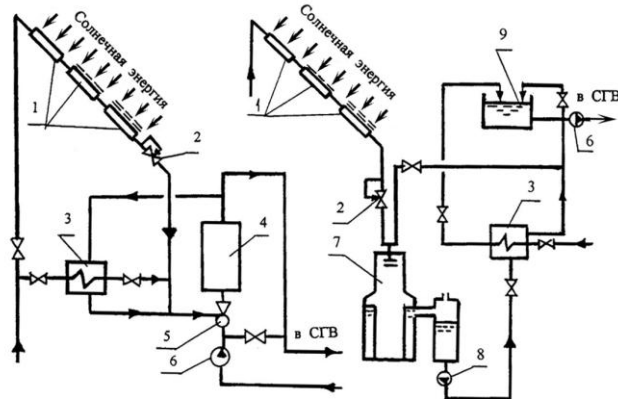


Рис. 3. Варианты компоновки ГТТМГ с котельными:
а) оборудованными рекуперативными теплообменниками;
б) оборудованными контактными водонагревателями;
1 – многоступенчатый КСЭ; 2 – регулятор температуры;
3 – рекуперативный теплообменник; 4 – водогрейный котёл;
5 – струйный насос; 6 – сетевой насос; 7 – контактный водонагреватель; 8 – циркуляционный насос; 9 – бак-аккумулятор

В варианте компоновки ГТТМГ в сочетании с котельными, оборудованными рекуперативными теплообменниками и с котельными, оборудованными контактными водонагревателями (рис. 3, а) нагретая в многоступенчатом гелиоколлекторе 1 вода, температура которой с помощью регулятора температуры 2 поддерживается в диапазоне 50–60°C, поступает в водогрейный котел 4. Часть горячей воды из водогрейного котла 4 используется для подогрева холодной воды в ре-

куперативном теплообменнике 3. Циркуляция воды в СГВ осуществляется за счет сетевого насоса 6, а циркуляция воды в контуре водогрейного котла 4 и теплообменника 3 осуществляется за счет струйного насоса 5. За счет солнечной энергии расход топлива (природного газа) в водогрейном котле может быть уменьшен в 1,5–2,0.

В варианте применения ГТТМГ с котельными, оборудованными контактными водонагревателями. (рис. 3, б) нагретая в многоступенчатом гелиоколлекторе 1 вода, температура которой с помощью регулятора температуры 2 поддерживается в диапазоне 50–60°C, поступает в контактный водонагреватель 7. Нагретая в контактном водонагревателе вода подается циркуляционным насосом 8 в рекуперативный теплообменник 3, в котором нагревает воду для СГВ, и, охладившись, возвращается в контактный водонагреватель. Нагретая в теплообменнике 3 водопроводная вода поступает в бак-аккумулятор 9, откуда сетевым насосом 6 подается в наружную теплосеть. За счет солнечной энергии расход природного газа в контактном теплообменнике может быть уменьшен на 1,5–2,0 раза.

При работе контактного водонагревателя отходящие газы охлаждаются ниже точки росы. Такое глубокое охлаждение дает возможность использовать скрытую теплоту конденсации водяных паров, в результате этого эксплуатационный КПД контактного водонагревателя, установленного в системе горячего водоснабжения, достигает 102–103%, считая по низшей теплоте сгорания, т. е. на 6–7% больше, чем рекуперативном теплообменнике котельной, приведенной на рис. 3, а. Кроме того, за счет улавливания части загрязняющих веществ дымовых газов в контактной камере их выбросы в атмосферу сокращаются. Таким образом, схема 3, б более предпочтительна с энергетической и экологической точки зрения.

Для более эффективного применения ветровой энергии предложено использовать не аксиальные, а более простые ортогональные ВЭУ [1–5]. Рассмотрены основные аэродинамические и энергетические параметры ветроэнергостановки с вертикальными полуцилиндрическими лопастями (ВВПЛ). Получены аналитические зависимости для определения вращающего момента, мощности и КПД ВВПЛ. Расчеты показали, что энергетический КПД ВВПЛ может достигнуть значения 0,21, практически сравнявшись с КПД для аксиальных ВЭУ. Предварительные эксперименты показали на возможность ее запуска при скоростях воздушного потока 1,5–2,0 м/с и устойчивую работу при скоростях до 9,0 м/с. Простота конструкции лопастей ВВПЛ и отсутствие башни и системы ориентации на ветер позволит существенно снизить капитальные затраты на ВЭУ, соответственно сократив срок их окупаемости в 1,5–1,8 раза. Этот тип ортогональных ВЭУ может быть использован для автономного электро- и теплоснабжения, а также опреснения воды на различных объектах, как на суше, так и на море, в том числе на нефтедобывающих платформах, промысловых и транспортных судах, существенно сократив потребление ТЭР.

На рис. 4 показана схема применения запатентованного гидравлического или электрогидравлического теплогенератора [10] с приводом от ортогонального ВВПЛ совместно с ГТТМГ. Холодная вода, протекая через многоступенчатый гелиоколлектор 1, поступает в бак-аккумулятор теплоты 2. Ортогональный ветродвигатель 3 используется либо для выработки тепловой энергии с помощью механического теплогенератора 4, помещенного в бак-аккумулятор 2, либо для выработки электроэнергии с помощью электрогенератора 5. Горячая вода из бака-аккумулятора 2 поступает в СГВ. Электроэнергия в отопительный период может использоваться в электронагревателях воздушной или водяной системы отопления (СО), а теплый период года и для электроснабжения.

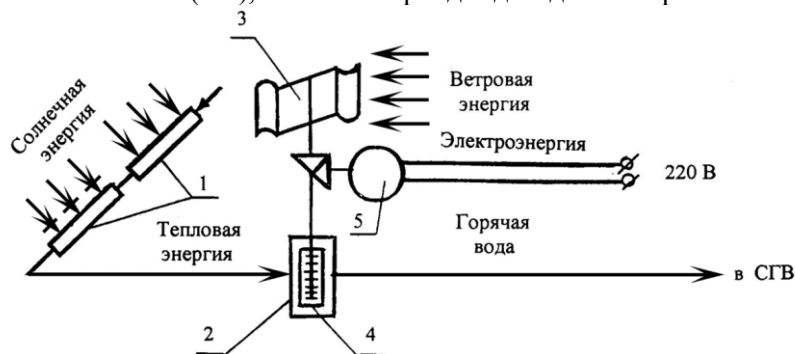


Рис. 4. Вариант использования МВТГ совместно с гелиоустановкой, электрогенератором и электронагревателем: 1 – многоступенчатый гелиоколлектор; 2 – бак-аккумулятор теплоты; 3 – ортогональный ветротеплогенератор; 4 – механический теплогенератор; 5 – электрогенератор

Практически все рассмотренные варианты применения ГТТМГ и механических теплогенераторов (МТГ) могут быть рекомендованы для теплоснабжения объектов различного назначения, расположенных как на суше, так и на море.

Представляется также актуальной разработка экономичного и компактного теплоэнергетического комплекса для бытового блока нефтедобывающей платформы, в котором наряду с ТЭР могут использоваться ВИЭ: солнечная энергия, ветровая и волновая энергия [11–13]. Такой комплекс можно будет использовать для удовлетворения бытовых нужд ее персонала: получения электроэнергии, пресной холодной воды и горячей воды (рис. 5).

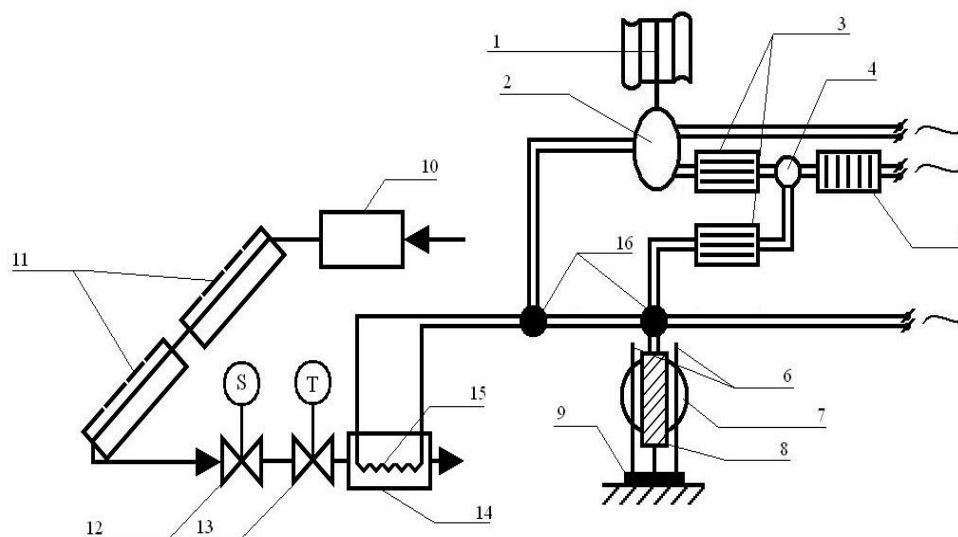


Рис. 5. Схема системы автономного энергоснабжения платформы ЛСП-2:

- 1 – ортогональная ВЭУ; 2 – электрогенератор; 3 – выпрямитель; 4 – электрический аккумулятор;
 5 – инвентор; 6 – направляющие штанги; 7 – поплавок с постоянным магнитом; 8 – катушка;
 9 – донное основание; 10 – бак холодной воды; 11 – многоступенчатый гелиоколлектор;
 12 – регулятор расхода горячей воды; 13 – регулятор температуры горячей воды;
 14 – бак-аккумулятор горячей воды; 15 – теплоэлектронагреватель;
 16 – соединения электропроводов

Ортогональная ВЭУ 1 преобразует энергию ветра в электрическую с помощью электрогенератора 2. Полученная электрическая энергия может сразу идти к потребителю или может поступать в аккумулятор 4 через выпрямитель 3, а также из аккумулятора к потребителю через инвентор 5. Волновой преобразователь энергии состоит из неподвижного основания 9, прикрепленного ко дну моря, на котором вертикально расположены направляющие штанги 6 и катушка 8. По направляющим штангам совершает вертикальные колебательные движения под действием морских волн поплавок с постоянным магнитом 7. За счет этих колебательных движений в катушке появляется электромагнитное поле и возникает переменный ток. Гелиоустановка гравитационного типа содержит последовательно расположенные бак холодной воды 10, многоступенчатый гелиоколлектор 11, на выходе из которого расположен регулятор подачи 12 и регулятор температуры горячей воды 13, а ниже располагается бак-аккумулятор горячей воды 14, в который поступает нагретая вода. Такой комплекс можно будет использовать для удовлетворения бытовых нужд ее персонала, сократив потребление ТЭР в 2 раза, срок окупаемости его не превысит 3–5 лет.

В заключение необходимо отметить следующее:

- главными недостатками известных типов циркуляционных СВУ и аксиальных ВЭУ являются их недостаточно высокая энергетическая и технико-экономическая эффективность, которые препятствуют их широкому применению. Капитальные вложения в СВУ достигают 600–1000 \$ / кВт, а срок окупаемости до 8–10 лет, капитальные затраты на ВЭУ достигают 1500–2000 \$/кВт, а срок окупаемости 10–12 лет;
- разработаны и исследованы оригинальные ГТТМГ, изготовленные из разнородных гораздо более дешевых элементов, работающих практически с той же эффективностью, но имеющие в 1,5–2,0 раза меньшие капитальные затраты и срок окупаемости;

- предложены оригинальные конструкции ортогональных ВЭУ с механическими теплогенераторами. Применение ВВПЛ для привода МТГ позволяют в 1,5–1,8 раза сократить себестоимость получаемой электрической и тепловой энергии и соответственно срок их окупаемости;
- разработан ряд комбинированных энергоустановок и энергокомплексов, в которых приведены инновационные технические решения по СВУ (гелиоустановкам), ортогональным ВЭУ и энергоустановкам, использованы ТЭР. Комбинированные варианты применения инновационных ГГТМГ, ВВПЛ и МТГ могут быть рекомендованы для тепло- и электроснабжения объектов различного назначения, расположенных как на суше, так и на море.

Литература

1. *Елистратов В.В.* Энергетика возобновляемых источников в XXI веке: Материалы Межд. науч.-техн. семинара. – Сочи: РИО СГУТ и КД, 2001. – С. 6–12.
2. Активные системы преобразования солнечной энергии / Использование солнечной энергии в народном хозяйстве: ОИ / ВНИИТАГ. – М., 1989. – № 1. – С. 4–29.
3. *Байрамов Р.Б., Ушакова А.Д.* Солнечные водонагревательные установки. – Ашхабад: Ылым, 1987. – 168 с.
4. *Ильин Р.А., Ильин А.К.* Солнечные водонагревательные установки / Новые отечественные и зарубежные разработки в электроэнергетике 1999–2000 гг. – М.: Информэнерго, 2000. – С. 218–219.
5. *Твайделл Дж., Уэйр А.* Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
6. *Коробков А.В.* Преобразование энергии океана. – Л.: Судостроение, 1986. – 280 с.
7. *Антипов В.Н., Данилевич Я.Б.* Анализ и исследование ветрогенераторов различного конструктивного исполнения в диапазоне частот вращения 75–300 мин⁻¹ с целью создания соразмерного ряда // *Электротехника*, 2009. – № 1. – С. 27–33.
8. Автономная интегрированная ветроэнергоустановка с использованием наноструктурированных материалов для хранения и преобразования электрической энергии / Я.Б. Данилевич, В.Н. Антипов, И.Ю. Кручинина и др. // *Альтернативная энергетика и экология*. 2009, № 4 (72). – С. 81–89.
9. *Шишкин Н.Д.* Гелиоустановка. Опис. изобр. к пат. РФ № 2124680. М.: РАПТЗ. 1999.4 с. 10. Шишкин Н.Д. Эффективное использование возобновляемых источников энергии для автономного теплоснабжения различных объектов. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2012. – 208 с.
10. Патент РФ № 2228503. Бирюлин И.Б., Гостюнин Ю.В., Шишкин Н.Д. Теплогенератор гидравлический. Описание изобретения. – М.: РАПТЗ, 2004. – 8 с.
11. *Шишкин Н.Д., Манченко Е.А.* Оценка технико-экономических показателей комбинированных солнечно-ветровых установок для автономного теплоснабжения // *Проблемы совершенствования топливно-энергетического комплекса: Сб. науч. тр.: матер. междунар. науч. конф.* – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2011. – С. 138–142.
12. *Шишкин Н.Д., Балтаньязов И.В., Герлов В.Н.* Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения нефтедобывающих морских платформ // *Вестник АГТУ, Серия «Морская техника и технологии»*, 2009. – № 2. – С. 251–255.

Секция 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 517.518

ТЕОРЕМЫ ВЛОЖЕНИЯ И КОМПАКТНОСТИ
ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ПРОСТРАНСТВ С ВЕСОВЫМИ НОРМАМИ

Э.Н. Батуев

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Получены необходимые и достаточные условия вложения и компактности пространств С.Л. Соболева с весовой нормой в весовые лебеговские пространства.

Пусть $1 \leq p \leq \infty$, $L_{p,u}$ – весовое Лебегово пространство функций, заданных на $R_+ = [0, \infty)$, с конечной нормой $\|f\|_{p,u} = \left(\int_0^\infty |f(x)u(x)|^p dx \right)^{\frac{1}{p}}$, $k \geq 1$, $n \geq 0$ – целые числа, $v(x) \geq 0$ – измеримая функция. Обозначим $W_{p,v}$ – пространство функций, имеющих обобщенные производные [1, С. 140], [2] до k -го порядка включительно и обращающихся в нуль на бесконечности вместе со своими производными до $k-1$ -го порядка, с нормой $\|f\|_W = \|f^{(k)}\|_{p,v}$, а $H_{p,v}^{n,k}$ – пополнение семейства бесконечно дифференцируемых функций, обращающихся в нуль на бесконечности, по норме $\|f\|_H = \left(\|f^{(n+k)}\|_p^p + \|f^{(k)}\|_{p,v}^p \right)^{\frac{1}{p}}$.

В О.Д. Апышевым и М.О. Отелбаевым [3] были получены необходимые и, отличные от них, достаточные условия на положительные функции u и v , обеспечивающие вложение пространств $W_{p,v}^{n,k}$ и $H_{p,v}^{n,k}$ в $L_{p,v}$, а также условия компактности вложения [4]. Эти результаты использовались авторами [3] для изучения спектра дифференциальных операторов на полуоси.

Возникает следующая задача: найти критерий (необходимые и одновременно достаточные условия) вложения и компактности пространств $W_{p,v}^{n,k}$ и $H_{p,v}^{n,k}$ в $L_{p,v}$ [2].

Для пространства $W_{p,v}^{n,k}$ эта проблема решена В. Д. Степановым в [5]. Приведем указанные результаты. **Теорема 1** [5]. Пусть $k \geq 1$ – целое число, $1 \leq p \leq \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$, $0 \leq \gamma \leq 1$; $u(x) \geq 0$, $v(x) \geq 0$ для всех $x \in R_+$,

$$A_{k-1}(\gamma, t) = \left(\int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p(k-1)\gamma} v^{-p'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}} \quad (1)$$

тогда оператор вложения $i: W_{p,v}^{n,k} \rightarrow L_{p,u}$ непрерывен тогда и только тогда, когда $A_{k-1} = \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} A_{k-1}(\gamma, t) < \infty$, Причем для нормы оператора вложения выполнена оценка $CA_{k-1} \leq \|i\|_{W \rightarrow L} \leq CA_{k-1}$.

Здесь и далее буквами C , возможно с индексами, обозначаем константы, различные, вообще говоря, в разных местах и не зависящие от f и весовых функций.

Теорема 2 [5]. В условиях предыдущей теоремы оператор вложения компактен тогда и только тогда, функция $A_{k-1}(\gamma, t)$ непрерывна по t , выполнено условие (1), и для любого $\gamma = 0,1$ выполняются условия

$$\lim_{t \rightarrow 0} A_{k-1}(\gamma, t) = \lim_{t \rightarrow \infty} A_{k-1}(\gamma, t) = 0 \quad (2)$$

Целью настоящей работы является изучение вопроса о вложении и компактности $H_{p,v}^{\infty, n,k}$ в $L_{p,v}$. Опираясь на приведение теоремы из [5] и используя методы работы [3], результаты, близкие к окончательным (см. ниже теоремы 3, 4) [6].

Введем функцию Отелбаева [3], [4, гл. 3].

$$V^*(x) = \inf_{d>0} \left\{ d^{-1} : d^{-np+1} \geq \int_{x-d}^{x+d} |v(t)|^p dt \right\}.$$

Теорема 3. Пусть $k \geq 1$, $n \geq 0$ – целые число, $1 \leq p \leq \infty$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$, $0 \leq \gamma \leq 1$;

$$u(x) > 0, \quad v(x) > 0 \quad x \in R_+,$$

$$A_0(\gamma, t) = \left(\int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}}$$

$$A_\tau(\gamma, t) = \left(\int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_\tau^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}}$$

где $\tau = \max\left(\frac{t}{2(2n-1)}, t-v\right)$, $v = (4n-3) \sup_{x \in R_+} V^{*-1}(x)$

Тогда справедливы следующие утверждения:

а) если имеет место непрерывное вложение

$$H_{p,v}^{\infty, n,k} \text{ в } L_{p,u}, \text{ то } A_0 = \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} A_0(\gamma, t) < \infty, \quad (3)$$

б) если

$$A_\tau = \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} A_\tau(\gamma, t) < \infty, \quad (4)$$

то имеет место непрерывное вложение $H_{p,v}^{\infty, n,k}$ в $L_{p,u}$, причем для нормы оператора вложения выполнена оценка $CA_0 \leq \|i\|_{H \rightarrow L} \leq CA_\tau$.

Доказательство теоремы будет приведено ниже [6].

Замечание 1. Необходимое условие вложения $H_{p,v}^{\infty, n,k}$ в $L_{p,u}$, полученное в [3], записывается как $\sup_{t>0} A_0(1, t) < \infty$, а достаточное условие в работе [3] имеет вид

$$A = \sup_{t>\tau} \left(\int_0^t u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_\tau^\infty x^{p'(k-1)} V^{*-np'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}} < \infty, \text{ и очевидно, что } A_\tau < A.$$

Можно указать пары функций u и v , когда необходимое условие из [3] выполнено, а $A_0 = \infty$, и наоборот, когда $A_\tau < \infty$, но $A = \infty$ [6].

Перейдем к условиям компактности вложения.

Теорема 4. В условиях теоремы 3 имеют место следующие утверждения:

а) если оператор вложения $i: H_{p,v}^{\infty n,k} \rightarrow L_{p,u}$ компактен, то выполнено условие (3) и для любого $\gamma = 0,1$

$$\lim_{t \rightarrow 0} A_0(\gamma, t) = \lim_{t \rightarrow \infty} A_0(\gamma, t) = 0, \quad (5)$$

б) если выполнено условие (4) и для некоторого $\tau < t$ при $\gamma = 0,1$

$$\lim_{t \rightarrow 0} A_\tau(\gamma, t) = \lim_{t \rightarrow \infty} A_\tau(\gamma, t) = 0, \quad (6)$$

то оператор вложения $i: H_{p,v}^{\infty n,k} \rightarrow L_{p,u}$ компактен.

Прежде чем приступить к доказательству теорем 3 и 4, приведем некоторые оценки связанные с функцией Отелбаева $V^*(x)$ и полученные в [3].

Пусть $v(x) > 0$ заданна на R_+ и непрерывна. Тогда:

1. Если $d = V^{*-1}(x)$, то $d^{-np+1} = \int_{x-d}^{x+d} |v(t)|^p dt$.

2. Если $|x-y| \leq [2V^*(x)]^{-1}$, то $2^{-1} \leq V^*(y) \cdot V^{*-1}(x) \leq 2$.

3. Если $t \in [x - V^{*-1}(x), x + V^{*-1}(x)]$, то $V^*(x) \leq 2V^*(t)$

Продолжим функцию $v(x)$ четно на всю числовую ось и определим $V_*(x)$ следующим образом:

$$V_*(x) = \inf_{d>0} \left\{ d^{-1} : d^{-np+1} \geq \inf_{\alpha} \int_{\alpha}^{\beta} |v(t)|^p dt \right\},$$

где инфимум берется по всем интервалам (α, β) длины $2d \cdot (2n-1)^{-1}$, содержащимся в $[x-d, x+d]$

Лемма 1. ([2]). Пусть $\Delta_x = [x - V_*^{-1}(x), x + V_*^{-1}(x)]$. Тогда существует интервал $(x_0 - [(2n-1)V_*(x)]^{-1}, x_0 + [(2n-1)V_*(x)]^{-1})$ в Δ_x такой, что $V^*(x_0) \leq V_*(x)$.

Рассмотрим разбиение полуоси $[0, \infty) = \bigcup_i \Delta_i$, $\Delta_i = [x_i - V_*^{-1}(x_i), x_i + V_*^{-1}(x_i)]$, где $0 = x_0 + V_*^{-1}(x_0)$, $x_i + V_*^{-1}(x_i) = x_{i+1} - V_*^{-1}(x_{i+1})$, $i = 0, 1, 2, \dots$

Такое разбиение существует [3]. Введем ступенчатую функцию $\tilde{V}(t) = V_*(x_i)$ на Δ_i .

Лемма 2 [3]. Для любой финитной бесконечно гладкой функции f справедливо неравенство:

$$\int_0^{\infty} \left(|f^{(n+k)}(x)|^p + \tilde{V}^{np}(x) \cdot |f^{(k)}(x)|^p \right) dx \leq C \cdot \int_0^{\infty} \left(|f^{(n+k)}(x)|^p + v(x) \cdot |f^{(k)}(x)|^p \right) dx$$

Доказательство теоремы 3. Используем схему рассуждений [3]. Предполагаем, не теряя общности, что функции $V^{*-1}(x)$ и $V_*^{-1}(x)$ равномерно ограничены на R_+

а) Пусть есть вложение $H_{p,v}^{\infty n,k}$ в $L_{p,u}$, т. е. выполнено неравенство

$$\int_0^{\infty} |f(x)u(x)|^p dx \leq C \cdot \int_0^{\infty} \left(|f^{(n+k)}(x)|^p + v(x) \cdot |f^{(k)}(x)|^p \right) dx. \quad (7)$$

Требуется доказать что $A_0 = \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} A_0(\gamma, t) < \infty$.

Пусть $t > 0$, представим числовую ось в виде объединения интервалов $R = \bigcup_i \Delta_i = \bigcup_i [x_i - V^{*-1}(x_i), x_i + V^{*-1}(x_i)]$,

где $t = x_0 - V^{*-1}(x_0)$, $x_i + V^{*-1}(x_i) = x_{i+1} - V^{*-1}(x_{i+1})$, $i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Возьмем функцию $\varphi(s) \in C_0^\infty[-1, 1]$ такую, что $\varphi(s) = 1$ на $[-1 + \delta, 1 - \delta]$ при $0 < \delta < 1$. Пусть $N > 0$ – большое число. Положим:

$$y_N^{(k)}(x) = \begin{cases} V_i^{-np'} \varphi\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) \cdot (x-t)^{(p'-1)(x-1)\gamma}, & t \leq x, x \in \Delta_i, 0 \leq i \leq N, \\ 0, & t > x, t > N. \end{cases}$$

где $0 \leq \gamma \leq 1$, $V_i = V^*(x_i)$, $d_i = V^{*-1}(x_i)$, $\Delta_i^\pm = x_i \pm d_i$.

Тогда при $0 \leq \eta \leq t$ имеем:

$$|y_N(\eta)| = \left| \frac{(-1)^k}{(k-1)!} \int_\eta^\infty (x-\eta)^{k-1} y_N^{(k)}(x) dx \right| \geq$$

(так как $\text{supp } y_N^{(k)} \leq [t, \Delta_N^t]$, то $0 \leq \eta \leq t \leq x \leq \Delta_N^t$ и $(x-\eta)^{k-1} \geq (t-\eta)^{(k-1)(1-\gamma)} \cdot (x-t)^{(k-1)\gamma}$.)

$$\begin{aligned} &\geq C \cdot (t-\eta)^{(k-1)(1-\gamma)} \cdot \int_t^{\Delta_N^t} \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot \varphi\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) \cdot (x-t)^{(k-1)\gamma + (p'-1)(k-1)\gamma} dx \geq \\ &\geq C \cdot (t-\eta)^{(k-1)(1-\gamma)} \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot \int_{\Delta_i} \varphi\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \geq \\ &\geq C \cdot (t-\eta)^{(k-1)(1-\gamma)} \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i. \end{aligned}$$

Отсюда:

$$\int_0^\infty |y_N(x) u(x)|^p dx \geq C \int_0^t (t-x)^{p(x-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \cdot \left(\sum_{i=0}^N V_i^{-np'} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i \right)^p \quad (8)$$

Оценим правую часть выражения (7), для второго слагаемого имеем:

$$\begin{aligned} &\int_0^\infty |v(x) y_N^{(k)}(x)|^p dx = \int_t^{\Delta_N^t} |v(x)|^p \cdot \left(\sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot \varphi\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) \cdot (x-t)^{(p'-1)(k-1)\gamma} \right)^p dx = \\ &= \int_t^{\Delta_N^t} |v(x)|^p \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-npp'} \cdot \varphi^p\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) \cdot (x-t)^{p(p'-1)(k-1)\gamma} dx \leq \\ &\leq \sum_{i=0}^N V_i^{-npp'} \cdot \int_{\Delta_i} |v(x)|^p \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-npp'} \cdot (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} \cdot \int_{\Delta_i} |v(x)|^p dx = (\text{из определе-} \\ &\text{ния функции } V^*(x) \text{ и свойства 1}) = C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-npp'} \cdot (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} V_i^{np-1} = C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i \end{aligned}$$

Оценим первое слагаемое из правой части (7).

Имеем

$$\begin{aligned} \left| y_N^{(n+k)}(x) \right| &\leq C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \chi(\Delta_i) \sum_{l=0}^n \left| \varphi^{(l)} \left(\frac{x-x_i}{d_i} \right) \right| d_i^{-l} \cdot (x_i-t)^{(p'-1)(k-1)\gamma+e-n} \leq \\ &* \leq C \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} \cdot (x_i-t)^{(p'-1)(k-1)\gamma} \chi(\Delta_i) \cdot \sum_{e=0}^n d_i^{-e} \cdot (x_i-t)^{-n+e}, \end{aligned}$$

где χ – характеристическая функция отрезка. Далее

$$\begin{aligned} \int_0^\infty \left| y_N^{(n+k)}(x) \right| dx &\leq C \cdot \sum_{i=0}^N \left\{ V_i^{-np'} \sum_{l=0}^n d_i^{-l} \cdot (x_i-t)^{-n+l} \right\}^p (x_i-t)^{p(p'-1)(k-1)\gamma} d_i, \leq \\ &\leq C \cdot \sum_{i=0}^N d_i V_i^{-np p'} \left\{ d_i^{-1} + (x_i-t)^{-1} \right\}^p (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i \leq (\text{так как } x_i-t \geq C d_i) \\ &\leq C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np p'} d_i^{-np+1} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} = C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i. \end{aligned}$$

Складывая оценки слагаемых в правой части выражения (7), имеем:

$$\int_0^\infty \left(\left| y_N^{(n+k)}(x) \right|^p + \left| v(x) y_N^{(k)}(x) \right|^p \right) dx \leq C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i.$$

Вспоминаем оценку (8) для левой части (7), получаем

$$C \cdot \sum_{i=0}^N V_i^{-np'} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i \geq C \int_0^t (t-x)^{p(x-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \cdot \left(\sum_{i=0}^N V_i^{-np'} (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} d_i \right)^p.$$

Отсюда в силу свойства 3 функции $V^*(x)$ окончательно имеем:

$$C \geq \left(\int_0^t (t-x)^{p(x-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right) \cdot \left(\int_t^{\Delta'_N} (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V_i^{*-np'}(x) dx \right)^{p-1}.$$

Поскольку $\Delta'_N \rightarrow \infty$, а t выбрано произвольно, мы получаем условие (3) теоремы.

б) Покажем, что условие (4) достаточно для вложения $H_{p,v}^{\infty, n, k}$ в $L_{p,u}$. Применяя теорему 1 для весовых функций $u(x)$ и $\tilde{V}^n(x)$, где $\tilde{V}(x)$ – ступенчатая функция из леммы 2, получаем:

$$\begin{aligned} \int_0^\infty |f(x)u(x)|^p dx &\leq C \cdot A_{k-1}^p \int_0^\infty \left(\tilde{V}^{np}(x) \left| f_{(x)}^{(k)} \right|^p \right) dx \leq (\text{в силу леммы 2 и по определению } A_{k-1}) \\ &\leq C \cdot \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} \left(\int_0^t (t-x)^{p(x-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right) \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} \tilde{V}^{-np'}(x) dx \right)^{p-1} \cdot \|f\|_H^p. \end{aligned}$$

Требуется оценить интеграл

$$I(t) = \int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} \tilde{V}^{-np'}(x) dx.$$

Из определения \tilde{V} имеем:

$$I(t) = \sum_{i=j+1\Delta_i}^N \int V_*^{-np'}(x_i) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx + \int_t^{\Delta_j^+} V_*^{-np'}(x_j) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx. \quad (9)$$

В силу леммы 1 для любого интервала Δ_i существует интервал:

$\Delta_i^1 = (x_{i0} - d_i(2n-1)^{-1}, x_{i0} + d_i(2n-1)^{-1}) \subset \Delta_i$ такой, что $V_*^{-1}(x_i) \leq (2n-1)V_*^{-1}(x_{i0})$, а из свойства 2 для любого $x \in [x_{i0} - d_i(2(2n-1))^{-1}, x_{i0} + d_i(2(2n-1))^{-1}] = \Delta_i''$ выполнено неравенство $V_*^{-1}(x_{i0}) \leq 2V_*^{-1}(x)$.

Таким образом для любого $x \in \Delta_i''$ есть оценка $V_*^{-np'}(x_i) \leq C \cdot V_*^{-np'}(x)$, где C не зависит от i , и следовательно $\int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x_i) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq C \cdot \int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x_i) \cdot (x_j-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq$

$$\leq C \cdot \int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x_{i0}) \cdot (x_i-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq C \cdot \int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq C \cdot \int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx.$$

Полагая $\alpha = \min(t, \Delta_j^- + d_j(2n-1)^{-1})$, подобным образом получаем оценку:

$$\int_{\Delta_i} V_*^{-np'}(x_j) \cdot (x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \leq C \cdot \int_{\alpha}^{\infty} V_*^{-np'}(x) \cdot (x-\alpha)^{p'(k-1)\gamma} dx.$$

Из леммы 1 вытекает, что $\sup_x V_*^{-1}(x) \leq (2n-1)\sup_x V_*^{-1}$ поэтому $d_j \leq (2n-1)\sup_x V_*^{-1}(x)$, и нетрудно заметить, что $\alpha \geq \max((2(2n-1))^{-1} \cdot t, t - \upsilon)$, где $\upsilon = (4n-3)\sup_x V_*^{-1}(x)$.

Подставляя полученные оценки в (9), получаем:

$$I(t) \leq C \cdot \int_{\tau}^{\infty} V_*^{-np'}(x)(x-t)^{p'(k-1)\gamma} dx \text{ что дает нам условие (4) в предположении ограниченности}$$

$V_*^{-np'}(x)$ и $V_*^{-1}(x)$. В случае неограниченности $V_*^{-np'}(x)$ и $V_*^{-1}(x)$ положим $\upsilon_\varepsilon = \upsilon + \varepsilon$, тогда для V_{ε}^{-1} и $V_{\varepsilon}^{-np'}$ теорема доказана, и предельным переходом при $\varepsilon \rightarrow 0$ получаем нужный результат. Теорема 3 доказана.

Прежде чем приступить к доказательству теоремы 4, приведем один результат. Говорят, что функция $\omega(x) \geq 0$ удовлетворяет условию Макенхаупма A [2], если

$$M\omega(x) = \sup_{h>0} \frac{1}{2n} \int_{x-h}^{x+h} \omega(y) dy \leq C \cdot \omega(x)$$

для почти всех x .

Теорема 5. Если функция $\upsilon(x)$ удовлетворяет условию A_1 , то для вложения $H_{p,\upsilon}^{\infty, n,k} \hookrightarrow L_{p,\upsilon}$ необходимо и достаточно условие 1 (см. теорему 1)

Достаточность очевидна в силу теоремы 1.

Необходимость. Из теоремы 3 следует, что если есть вложение $H_{p,\upsilon}^{\infty, n,k} \hookrightarrow L_{p,\upsilon}$, то выполнено неравенство:

$$A_0 = \max_{\gamma=0,1} \sup_{t>0} \left(\int_0^t (t-x)^{p(x-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V_*^{-np'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} < \infty.$$

Из свойства 1 функции $V^*(x)$ имеем:

$$V^{*np}(x) = \frac{1}{d} \int_{x-d}^{x+d} v^p(t) dt,$$

где $d = V^{*-1}(x)$.

Известно, что если функция $\omega(x)$ удовлетворяет условию А, то $\omega^p(x)$ тоже удовлетворяют условию А, отсюда:

$$V^{*np}(x) = \frac{1}{d} \int_{x-d}^{x+d} v^p(t) dt \leq \sup_{h>0} \frac{1}{2h} \int_{x-h}^{x+h} v^p(t) dt \leq Cv^p(x), \text{ или } V^{*-hp'} \geq Cv^{-p'}(x). \text{ Подставляя эту}$$

оценку в условие (3), получаем (1).

Перейдем к доказательству теоремы 4.

а) Необходимость. Условие $A_0 < \infty$ следует из непрерывности оператора вложения и теоремы 3. Докажем что $\lim A_0(\gamma, t) = 0$.

Пусть $t > 0$, рассмотрим функцию $y_N(x)$, введенную при доказательстве теоремы 3.

$$y_N^{(k)}(x) = \begin{cases} V_i^{-np'} \varphi\left(\frac{x-x_i}{d_i}\right) \cdot (x-t)^{(p'-1)(x-1)\gamma}, & t \leq x, x \in \Delta_i, 0 \leq i \leq N, \\ 0, & t > x, t > N. \end{cases}$$

Нетрудно заметить, что:

$$y_N^{(k)}(x) = \begin{cases} \int_{x-t}^{\infty} (s-x)^{k-1} V_i^{-np'} \varphi\left(\frac{s-x_i}{d_i}\right) \cdot (s-t)^{(p'-1)(x-1)\gamma}, & t \leq x \\ \int_t^x (s-x)^{k-1} V_i^{-np'} \varphi\left(\frac{s-x_i}{d_i}\right) \cdot (s-t)^{(p'-1)(x-1)\gamma}, & t > x \end{cases}$$

и при $x < t$ представляет собой многочлен порядка $\leq k-1$. Далее, при доказательстве необходимого условия в теореме 3 были получены оценки

$$\|y_N(x)\|_H^p \leq C \cdot \int_t^{\infty} (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*np'}(x) dx = C_1^p(t),$$

$$\|y_N(x)\|_{p,u}^p \geq C \cdot \int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \cdot \left(\int_t^{\infty} (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*hp'}(x) dx \right)^p.$$

Положим $f_t(x) = C_1^{-1}(t) \cdot y_N(x)$, тогда $\|f_t(x)\|_H \leq 1$, и множество $u \cdot f_t(x)$ относительно компактно в L_p в силу компактности оператора вложения.

Из оценок для функции $y_N(x)$ можно получить, что:

$$\|f_t(x)\|_{p,u}^p \geq C \cdot \int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx \cdot \left(\int_t^{\infty} (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*hp'}(x) dx \right)^{p-1}.$$

Последнее выражение должно стремиться к нулю.

Имеем два случая.

1) Пусть $\gamma = 1$. Тогда:

$$A_0^p(1, t) = \int_0^t u^p(x) dx \cdot \left(\int_t^{\infty} (x-t)^{p'(k-1)} V^{*hp'}(x) dx \right)^{p-1}$$

и если $\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t u^p(x) dx < \infty$, то $A_0(1, t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$ в силу неравенства $A_0 < \infty$. Пусть

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t u^p(x) dx = \infty. \quad (10)$$

Предположим, что $A_0(1, t)$ не стремится к 0 при $t \rightarrow \infty$. Тогда для некоторого $\varepsilon > 0$ существует последовательность $t_j \rightarrow \infty$, такая, что $\|f_{t_j}(x)\|_{p,u} \geq \varepsilon$. В силу относительной компактности можем считать, что $uf_{t_j} \rightarrow uf$ при $t_j \rightarrow \infty$ в L_p . Так как $f_{t_j}(x)$ при $x < t_j$ многочлен порядка $\leq k-1$, то $f(x)$ тоже многочлен, не тождественно равный нулю в силу предположения $\|f_{t_j}(x)\|_{p,u} \geq \varepsilon$. Но тогда из $uf \in L_p$ следует, что и $u \in L_p$, что противоречит условию (10). Итак,

$$\text{мы показали, что } \lim_{t \rightarrow \infty} \left(\int_0^t u^p(x) dx \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)} V^{*-hp'}(x) dx \right)^{\frac{1}{p'}} = 0.$$

2) Пусть $\gamma = 0$. Имеем:

$$\|f_t(x)\|_{p,u}^p \geq C \cdot \int_0^t (t-x)^{p(k-1)} u^p(x) dx \cdot \left(\int_t^\infty V^{*-hp'}(x) dx \right)^{p-1}.$$

С другой стороны, справедлива оценка:

$$\begin{aligned} \|f_t(x)\|_{p,u}^p &\leq C \cdot C_1^{-1}(t) \int_0^t (t-x)^{p(k-1)-0} u^p(x) dx \cdot \left(\int_t^{2t-x} (s-x)^{k-1} V^{*-hp'}(s) ds \right)^p dx + \\ &+ C \cdot C_1^{-1}(t) \int_0^t u^p(x) dx \cdot \left(\int_{2t-x}^\infty (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds \right)^p dx + C \int_t^\infty u^p(x) f_t^p(x) dx. \end{aligned}$$

Последнее выражение стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$ в силу критерия компактности Рисса, а для оценки второго слагаемого заметим, что:

$$\begin{aligned} \int_{2t-x}^\infty (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds &\leq 2^{k-1} \int_{2t-x}^\infty (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds \leq (\text{в силу неравенства Гельдера}) \\ &\leq C \cdot \left(\int_t^\infty (s-x)^{p'(k-1)} V^{*-np'}(s) ds \right)^{\frac{1}{p'}} \cdot \left(\int_t^\infty V^{*-np'}(s) ds \right)^{\frac{1}{p}}. \end{aligned}$$

Подставляя эту оценку, получаем, что второе слагаемое стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$ по доказанному в случае $\gamma = 1$. Далее:

$$\begin{aligned} C_1^{-1}(t) \cdot \int_0^t u^p(x) \cdot \left(\int_t^{2t-x} (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds \right)^p dx &\leq C \cdot C_1^{-1}(t) \cdot \int_0^{\frac{t}{2}} u^p(x) \cdot \left(\int_t^{2t-x} (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds \right)^p dx + \\ &+ C \cdot C_1^{-1}(t) \cdot \int_{\frac{t}{2}}^t u^p(x) \cdot \left(\int_t^{2t-x} (s-x)^{k-1} V^{*-np'}(s) ds \right)^p dx \end{aligned}$$

и, рассуждая так же, как и выше, имеем, что первое слагаемое стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$ по доказанному, а второе в силу критерия компактности Рисса. Доказательство необходимости условий (5) при $t \rightarrow \infty$ закончено.

Докажем, что $\lim_{t \rightarrow 0} A_0(\gamma, t) = 0$. Рассмотрим функцию

$$g_t(x) = \begin{cases} (t-x)^{(p-1)(k-1)(1-\gamma)} u^p(x), & x \leq t \\ 0, & x > t \end{cases}$$

и пространство $L_{p', u^{-1}}$, которое будет сопряженным к пространству $L_{p, u}$. Нетрудно заметить, что

$$\|g_t(x)\|_{p', u^{-1}}^p = \int_0^t (t-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x) dx = C_2^{p'}(t), \text{ тогда функция } q_t(x) = C_2^{-1}(t)g_t(x) \text{ ограничена в}$$

$L_{p', u^{-1}}$ и слабо сходится к нулю при $t \rightarrow 0$ в $L_{p', u^{-1}}$. Для компактного оператора сопряженный к нему оператор тоже компактен, поэтому:

$\|t^* q_t(x)\|_{H^*} \rightarrow 0$ при $t \rightarrow 0$, с другой стороны, по определению:

$$\|t^* q_t(x)\|_{H^*} = \sup_{\|f\|_H \leq 1} \langle t^* q_t, f \rangle = \sup_{\|f\|_H \leq 1} \langle q_t, if \rangle \geq \int_0^\infty q_t(x) f_t(x) dx.$$

Интегрируя по частям, получаем:

$$\int_0^\infty q_t(x) f_t(x) dx \geq C_1^{-1}(t) C_2^{-1}(t) \int_0^\infty \left(\int_0^x (x-s)^{k-1} (t-s)^{(p-1)(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \right) (x-t)^{(p-1)(k-1)\gamma} \varphi \cdot V_i^{-np'} dx \geq$$

$$(\text{при } s < t < x \ (x-s)^{k-1} \geq (t-s)^{(k-1)(1-\gamma)} (x-t)^{(k-1)\gamma})$$

$$\geq C_1^{-1}(t) C_2^{-1}(t) \int_0^t (t-s)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'} dx =$$

$$= C \left(\int_0^t (t-s)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \right)^{\frac{1}{p}} \cdot \left(\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'} dx \right)^{\frac{1}{p'}}.$$

Отсюда $\lim_{t \rightarrow 0} A_0(\gamma, t) = 0$.

б) Достаточность. Будем считать, что функция $A_\tau(\gamma, t)$ непрерывна по t и выполнены условия теоремы.

Для доказательства компактности оператора вложения воспользуемся критерием Рисса о компактности множеств в Лебеговых пространствах.

Пусть $S = \{f : \|f\|_H \leq 1\}$ – единичный шар в $H_{p, u}$, iS – его образ в $L_{p, u}$. Компактность iS в $L_{p, u}$ равносильна компактности $(iS)u$ в L_p , так как ε – сеть в $L_{p, u}$ для iS после домножения на u становится ε – сетью для $(iS)u$ компактно в L_p . По критерию Рисса множество $(iS)u$ компактно в L_p в том и только в том случае, когда оно ограничено и равномерно относительно $f \in iS$ выполнены два условия:

$$\int_t^\infty |f(x)u(x)|^p dx \rightarrow 0, \quad t \rightarrow \infty, \quad (11)$$

$$\int_0^\infty |f(x+t)u(x+t) - f(x)u(x)|^p dx \rightarrow 0, \quad t \rightarrow 0. \quad (12)$$

Ограниченность iS в $L_{p, u}$ следует из условия (4) и теоремы 3. Покажем, что при выполнении условий (6) соотношения (11) и (12) имеют место.

Используя теорему 3, получаем:

$$\begin{aligned} \int_t^\infty |f(x)u(x)|^p dx &= \int_0^\infty |f(x+t)u(x+t)|^p dx \leq C \cdot \max_{\gamma=0,1} \sup_{r>0} \left(\int_0^r (r-x)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(x+t) dx \right) \cdot \\ &\cdot \left(\int_{\tau=r-\varepsilon}^\infty (x-\tau)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(x+t) dx \right)^{p-1} \cdot \|f\|_H^p \leq C \cdot \max_{\gamma=0,1} \sup_{r>0} \left(\int_t^{t+r} (t+r-s)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \right) \cdot \\ &\cdot \left(\int_{\tau=r+t-\varepsilon}^\infty (s-\tau)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(s) ds \right)^{p-1} \cdot \|f\|_H^p \leq C \cdot \max_{\gamma=0,1} \sup_{h>t} \left(\int_0^h (h-s)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \right) \cdot \\ &\cdot \left(\int_{\tau=h-\varepsilon}^\infty (s-\tau)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(s) ds \right)^{p-1} \cdot \|f\|_H^p, \text{ и в силу условий (6) последнее выражение стремится к} \end{aligned}$$

нулю при $t \rightarrow \infty$.

Прежде чем доказывать соотношение (12), заметив, что:

$$\int_0^t |f(x)u(x)|^p dx \rightarrow 0 \text{ при } t \rightarrow 0. \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{Действительно, } \int_0^t |f(x)u(x)|^p dx &= C \cdot \int_0^t u^p(x) \left(\int_x^\infty (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right)^p dx = \\ &= C \cdot \int_0^t u^p(x) \left[\int_x^t (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds + \int_t^\infty (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right]^p dx \leq \\ &\leq C \cdot \int_0^t u^p(x) \left(\int_x^t (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right)^p dx + C \cdot \int_0^t u^p(x) \left(\int_t^\infty (s-t)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right)^p dx + \\ &\quad + C \cdot \int_0^t u^p(x) (t-x)^{p(k-1)} \left(\int_t^\infty f^{(k)}(s) ds \right)^p dx \leq \\ &\leq \left\{ \max_{\gamma=0,1} \sup_{r<t} \left(\int_0^r (r-s)^{p(k-1)(1-\gamma)} u^p(s) ds \right) \left(\int_\tau^t (s-\tau)^{p'(k-1)\gamma} V^{*-np'}(s) ds \right)^{p-1} + A_\tau^p(0,t) + A_\tau^p(1,t) \right\} \|f\|_H^p \leq \\ &\leq \max_{\gamma=0,1} \sup_{r<t} A_\tau^p(\gamma,r) \|f\|_H^p. \end{aligned}$$

Откуда следует (13). Здесь мы использовали аналог теоремы 3 для интервала $[0,t)$.

Приступим к доказательству условия (12).

Пусть $0 < t < \frac{\omega}{2} < M$, $\varepsilon > 0$, $\|f\|_H \leq 1$

$$\begin{aligned} \int_0^\infty |f(x+t)u(x+t) - f(x)u(x)|^p dx &\leq \int_0^{\frac{\omega}{2}} |f(x+t)u(x+t)|^p dx + \int_0^{\frac{\omega}{2}} |f(x)u(x)|^p dx + \\ &+ \int_{\frac{\omega}{2}+t}^{M+t} |f(x)|^p |u(x) - u(x+t)|^p dx + \int_{\frac{\omega}{2}}^M |f(x+t) - f(x)|^p u^p(x) dx \\ &+ \int_M^\infty |f(x+t)u(x+t)|^p dx + \int_M^\infty |f(x)u(x)|^p dx. \end{aligned}$$

В силу соотношения (13) можем найти $\omega > 0$ такое, что при $t < \frac{\omega}{2}$

$$\int_0^{\frac{\omega}{2}} |f(x+t)u(x+t)|^p dx \leq \varepsilon,$$

$$\int_0^{\frac{\omega}{2}} |f(x)u(x)|^p dx \leq \varepsilon$$

в силу условия (11) найдется M такое, что:

$$\int_M^\infty |f(x+t)u(x+t)|^p dx \leq \varepsilon, \quad \int_M^\infty |f(x)u(x)|^p dx \leq \varepsilon.$$

Для оценки оставшихся двух интегралов используется неравенство

$$\int_t^\infty (x-t)^{p'(k-1)\gamma} \tilde{V}^{-np'}(x) dx \leq C \int_\tau^\infty (x-\tau)^{p'(k-1)} V^{*-np'}(x) dx < \infty,$$

полученное при доказательстве достаточности в теореме 3 и лемма 2

$$\int_{\frac{\omega}{2}+t}^{M+t} |f(x)|^p |u(x) - u(x+t)|^p dx = C \int_{\frac{\omega}{2}+t}^{M+t} \left| \int_x^\infty (s-x)^{(k-1)} f^{(k)}(s) ds \right|^p |u(x) - u(x-t)|^p dx \leq$$

$$C \cdot \|f\|_H^p \int_{\frac{\omega}{2}+t}^{M+t} \left(\int_x^\infty (s-x)^{(k-1)} \tilde{V}^{-np'}(s) ds \right)^{p-1} |u(x) - u(x-t)|^p dx \leq$$

$$\leq C \cdot \left(\int_{\frac{\omega}{2}}^\infty \left(s - \frac{\omega}{2} \right)^{p'(k-1)} \tilde{V}^{-np'}(s) ds \right)^{p-1} \cdot \int_{\frac{\omega}{2}}^M |u(x+t) - u(x)|^p dx.$$

Последнее выражение стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$.

$$\int_{\frac{\omega}{2}}^M |f(x+t) - f(x)|^p u^p(x) dx = C \int_{\frac{\omega}{2}}^M \left| \int_{x+t}^\infty (s-x-t)^{k-1} f^{(k)}(s) ds - \int_x^\infty (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right|^p u^p(x) dx \leq$$

$$\leq C \int_{\frac{\omega}{2}}^M \left\{ \left| \int_{x+t}^\infty [(s-x)^{k-1} - (s-x-t)^{k-1}] f^{(k)}(s) ds \right|^p + \left| \int_x^{x+t} (s-x)^{k-1} f^{(k)}(s) ds \right|^p \right\} u^p(x) dx \leq$$

$$\leq C \cdot \|f\|_H^p \cdot \int_{\frac{\omega}{2}}^M u^p(x) \left\{ \left| \int_{\frac{\omega}{2}}^\infty \left[(s - \frac{\omega}{2})^{k-1} - (s - \frac{\omega}{2} - t)^{k-1} \right] \tilde{V}^{-np'}(s) ds \right|^{p-1} + \right.$$

$$\left. + \left| \sup_{\frac{\omega}{2} < x < M} \left(\int_x^{x+t} (s-x)^{p'(k-1)} \tilde{V}^{-np'}(s) ds \right)^{p-1} \right| \right\} dx.$$

Из теоремы Лебега о мажорируемой сходимости, последнее выражение стремится к нулю при $t \rightarrow 0$. Теорема доказана.

Литература

1. Никольский С.М. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. – М.: Наука, 1977. – 568 с.
2. Дынькин Е.М., Осиленкер Б.П. Весовые оценки сингулярных интегралов и их приложения // Мат. анализ. – М.: ВИНТИ. – 1982. – Т. 21. – С. 42–116.
3. Альшеев С.Д., Отелбаев М.О. О спектре одного класса дифференциальных операторов и некоторые теоремы вложения // Изв. АН СССР / Сер. Матем. – 1979. – Т. 43. – № 4. – С. 739–764.
4. Мынбаев К.Т., Отелбаев М.О. Весовые функциональные пространства и спектр дифференциальных операторов. – М.: Наука, 1988. – 280 с.
5. Степанов В.Д. Весовые неравенства типа Харди для производных высших порядков и их приложения // Доклады АН СССР – 1988. – Т. 302. – № 5. – С. 1059–1062.
6. Батуев Э.Н. О теоремах вложения и компактности одного класса пространств с весовыми нормами: Препринт / Вычислительный центр ДВО АН СССР – Владивосток, 1989. – 25 с.

УДК 519.7

О ФАКТОРГРУППАХ СВОБОДНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ ДВУХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ГРУПП

А.П. Горюшкин

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье приводится сравнительная характеристика результатов полученных «вручную» и с помощью машинных вычислений.

Дискретные группы, представляющие интерес для топологии, криптографии и прикладной математики, часто порождаются двумя элементами конечного порядка. Если такая группа бесконечна, то при исследовании ее свойств можно использовать свойства свободного произведения или свободного произведения с объединением. Некоторые классы дискретных групп такого вида обсуждаются в работах [1] и [2].

В [1] и [2] в основном все результаты получены «вручную» без вычислительной техники. В данной работе эти результаты проверяются с помощью машинных вычислений, и благодаря этому получают необходимые уточнения и обобщения.

Рассмотрим 2-порожденные группы

$$G_p = \langle a, b; a^2 = b^p = (ab)^3 = (b^r ab^{-2r} a)^2 = 1 \rangle,$$

где $r^2 + 1 \equiv 1 \pmod{p}$ и p – простое число.

Для первых двух значений чисел p исследовать группы G_p несложно «вручную», однако чтобы показать возможности вычислительной техники, даже эти группы будем изучать машинным способом.

Для $p = 2$ число $r = 1$, и, таким образом,

$$G_2 = \langle a, b; a^2 = b^2 = (ab)^3 = (bab^{-2}a)^2 = 1 \rangle.$$

Соотношение $(bab^{-2}a)^2 = 1$ в этой группе превращается в тривиальное; и, таким образом,

$$G_2 = \langle a, b; a^2 = b^2 = (ab)^3 = 1 \rangle$$

Однако, не утруждая себя никакими «ручными» вычислениями, можно увидеть с помощью техники, что последнее соотношение следует из первых трех: после удаления этого соотношения из списка соотношений порядок группы не изменился.

> with(group):

> G2: = relgroup({a, b}, {[a, a], [b, b], [a, b, a, b, a, b], [b, a, 1/b, 1/b, a, b, a, 1/b, 1/b, a]}):

```
> grouporder(G2);
6
> G20 := grelgroup({a, b}, {[a, a], [b, b], [a, b, a, b, a, b]}); > grouporder(G20);
6
```

Итак, порядок исследуемой группы равен шести и задается группа тремя соотношениями. Новичок в алгебре может и не знать, что это копредставление симметрической группы S_3 . С помощью техники эту связь исследуемой группы и S_3 увидеть несложно.

Представив эту группу подстановками правых смежных классов по подгруппе $\text{gr}(a)$, получим изоморфную копию группы G_2 , копия эта – в точности группа S_3 .

```
> H := subgrel({y = [a]}, G2);
> P2 := permrep(H);
> grouporder(P2);
P2 := permgrou(3, {a = [[2, 3]], b = [[1, 2]]})
6
```

Переходим к следующей группе. Для $p = 5$ число $r = \pm 2$, и группа G_5 имеет копредставление:

$$G_5 = \langle a, b; a^2 = b^5 = (ab)^3 = (b^2ab^{-4}a)^2 = 1 \rangle.$$

Последнее соотношение снова следует из трех первых. Сейчас это уже не так очевидно, как для предыдущей группы, но с помощью техники устанавливается легко.

```
> with(group):
> G5 := grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$5], [a, b, a, b, a, b], [b$2, a, 1/b$4, a, b$2, a, 1/b$4, a]});
> grouporder(G5);
60
> G50 := grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$5], [a, b, a, b, a, b]}); > grouporder(G50);
60
```

Порядок группы после удаления последнего соотношения не изменился, а это значит, последнее соотношение следует из трех первых. Следовательно,

$$G_5 = \langle a, b; a^2 = b^5 = (ab)^3 \rangle.$$

Опять новичок может лишь догадываться, что получено копредставление знакопеременной группы A_5 . Догадку эту легко проверить машинным способом.

Группа A_5 состоит из 60 элементов и состоит из четных подстановок. Рассмотрим подгруппу H в A_5 , порожденную подстановками $a = (1\ 2)(3\ 4)$ и $b = (1\ 2\ 3\ 4\ 5)$. Произведение $ab = (1\ 3\ 5)$, но его можно тоже вычислить на машине.

```
> H := permgrou(5, {a=[[1, 2], [3, 4]], b=[[1, 2, 3, 4, 5]]});
> grouporder(H);
H = permgrou(5, {a = [[1, 2], [3,4]], b = [[1, 2, 3, 4, 5]]})
60
> convert([a,b], 'disjyc', H);
[[ 1, 3, 5 ]]
```

Подгруппа H совпадает с группой A_5 , а группа G_5 – гомоморфный прообраз H . Однако G_5 состоит из 60 элементов, как и группа A_5 , поэтому G_5 изоморфна A_5 .

Итак, порядок группы G_5 равен 60, и группа G_5 проста.

Переходим к машинному исследованию группы G_{13} .

Для $p = 13$ параметр $r = \pm 5$, и группа G_{13} имеет копредставление

$$G_{13} = \langle a, b; a^2 = b^{13} = (ab)^3 = (b^5ab^{-10}a)^2 = 1 \rangle.$$

Сначала вычислим порядок группы G_{13}

```
> with(group):
> G13 := grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$13], [a, b, a, b, a, b], [b$5, a, 1/b$10, a, b$5, a, 1/b$10, a]});
> grouporder(G13);
```

1092

В группе G_{13} возьмем подгруппу H , порожденную элементом $aba^{-1}b^{-1}ab$. Подгруппа H не содержит неединичных нормальных подгрупп группы G_{13} , индекс H в G_{13} равен 84. Таким образом, группу G_{13} можно изоморфно представить сдвигами правых смежных классов по H , или, другими словами, подстановками 84-й степени:

```
>H := subgrel({y = [a, b, 1/a, 1/b, a, b]}, G13):
```

```
> G := permrep(H);
```

```
> grouporder(G);
```

```
G := permgroup(84 a = [[1, 2], [3, 4], [5, 32], [6, 55],
```

```
[7, 34], [8, 44], [9, 15], [10, 19], [11, 54], [12, 31], [13, 60],
```

```
[14, 33], [16, 18], [17, 81], [20, 53], [21, 67], [22, 29], [23, 73], [24, 80], [25, 26], [27, 40], [28, 66],
```

```
[30, 72], [35, 71], [36, 38], [37, 79], [39, 70], [41, 61], [42, 46], [43, 56], [45, 62], [47, 57], [48, 50],
```

```
[49, 82], [51, 58], [52, 68], [59, 69], [63, 65], [64, 84], [74, 75], [76, 83], [77, 78]]],
```

```
b = [[1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3], [15, 62, 61, 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16], [26, 27,
```

```
28, 29, 30, 31, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 77], [32, 33, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63, 40, 41, 42, 43], [44, 71, 70,
```

```
54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45], [55, 56, 57, 58, 59, 60, 72, 73, 74, 76, 75, 80, 8]]).
```

1092

Покажем, что группа G_{13} тоже проста. Для этого просто переберем (с помощью компьютера, разумеется) все ее элементы случайным образом (и даже с десятикратным запасом). Для каждого элемента вычислим нормальное замыкание этого элемента, и проверим это замыкание на тривиальность, т. е. выясним, является этот нормальный делитель единичной подгруппой или он совпадает со всей группой.

Если окажется, что нормальное замыкание элемента является нетривиальным нормальным делителем, то дадим сигнал о не простоте исследуемой группы.

```
> for i from 1 to 10000 do if grouporder (Normal Closure( permgroup (84, {RandElement(G)}), G)) < 1092 and grouporder (NormalClosure (permgroup(84, {RandElement(G)}),G)) > 1 then print("G13непроста") else fi od;
```

Работа программы заканчивается, а надпись «G13 не проста» не появляется. Это значит, что группа G_{13} проста.

Пусть $p = 17$, тогда $r = \pm 4$. Копредставление G_{17} имеет вид:

$$G_{17} = \langle a, b; a^2 = b^{17} = (ab)^3 = (b^4 ab^{-8} a)^2 = 1 \rangle.$$

Группа G_{17} содержит 2448 элементов, и ее можно изоморфно представить группой подстановок правых смежных классов по подгруппе $H = \text{гр}(aba)$.

```
>G17:= grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$17], [a, b, a, b, a, b], [b$4, a, 1/b$8, a, b$4, a, 1/b$8, a]}); grouporder(G17);
```

2448

```
>grouporder(pres(subgrel({x=[a,b,a]}, G17)));
```

17

```
>H := subgrel({y=[a,b,a]},G17):
```

```
G:=permrep(H):grouporder(H);
```

2448

Отображение, переводящее элемент a из G_{17} – в подстановку

```
[[1, 2], [3, 4], [5, 47], [6, 49], [7, 19], [8, 33], [9, 62], [10, 46], [11, 32], [12, 28], [13, 84], [14, 123], [15, 36], [16, 27], [17, 54], [18, 48], [20, 103], [21, 106], [22, 24], [23, 139], [25, 105], [26, 37], [29, 31], [30, 140], [34, 115], [35, 124], [38, 104], [39, 56], [40, 78], [41, 42], [43, 111], [44, 134], [45, 129], [50, 95], [51, 121], [52, 117], [53, 96], [55, 79], [57, 58], [59, 69], [60, 76], [61, 83], [63, 128], [64, 101], [65, 136], [66, 131], [67, 92], [68, 88], [70, 71], [72, 99], [73, 75], [74, 138], [77, 82], [80, 81], [85, 86], [87, 98], [89, 91], [90, 142], [93, 130], [94, 109], [97, 116], [100, 137], [102, 122], [107, 108], [110, 133], [112, 113], [114, 143], [118, 120], [119, 144], [125, 127], [126, 141], [132, 135]]],
```

а элемент b – в подстановку

[[1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 4], [19, 95, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20], [28, 29, 30, 31, 32, 129, 132, 131, 130, 107, 106, 105, 104, 58, 59, 60, 61], [33, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 113, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34], [42, 43, 44, 45, 46, 128, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 116, 85, 84, 83, 82], [47, 48, 79, 78, 77, 76, 71, 72, 73, 74, 75, 137, 136, 135, 134, 133, 81], [49, 80, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50], [62, 115, 127, 126, 125, 124, 123, 86, 87, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63]],

реализует этот изоморфизм.

Точно таким же приемом, как и для группы G_{13} , можно установить простоту G_{17} .

При $p = 29$ параметр $r = \pm 12$, и

$$G_{29} = \langle a, b; a^2 = b^{29} = (ab)^3 = (b^{12}ab^{-24}a)^2 = 1 \rangle.$$

Введем новый порождающий элемент $c = ab$. Тогда копредставление группы G_{29} принимает вид:

$$G_{29} = \langle a, c; a^2 = 1, c^3 = 1, (a^{-1}c)^{29} = 1, \\ (ca^{-1})^{11}(ac^{-1})^{24}a(ca^{-1})^{12}c(ac^{-1})^{24}a = 1 \rangle.$$

Таким образом, группа G_{29} является факторгруппой свободного произведения

$$G = \langle a; a^2 = 1 \rangle * \langle c; c^3 = 1 \rangle$$

двух циклических групп порядков 2 и 3, факторизуемого по нормальному замыканию элементов

$$r = (a^{-1}c)^{29}; \\ q = (ca^{-1})^{11}(ac^{-1})^{24}a(ca^{-1})^{12}c(ac^{-1})^{24}.$$

Для симметризованного множества R , состоящего из циклических перестановок слов r, q, r^{-1}, q^{-1} в группе G выполняется условие $C'(\frac{1}{6})$; поэтому каждый неединичный элемент из нормального замыкания множества $N = \langle r, q \rangle^G$ в группе G содержит в качестве внутреннего сегмента левую половину некоторого элемента из R .

Это означает, в частности, что N имеет единичное пересечение с подгруппой $\text{gr}(cac)$, порожденной элементом cac бесконечного порядка, и, следовательно, факторгруппа $G/N = G_{29}$ бесконечна.

Отметим, что вполне возможно, что и для всех простых $p \geq 29$ все группы G_p тоже бесконечны.

Рассмотрим теперь строение групп вида

$$G(n) = \langle a, b; a^n = 1, ab = b^3a^3 \rangle$$

Группа $G(2)$, имеет копредставление

$$G(n) = \langle a, b; a^2 = 1, ab = b^3a^3 \rangle = \langle a, b; a^2 = 1, aba^{-1} = b^3 \rangle.$$

Из соотношений $a^2 = 1$ и $aba^{-1} = b^3$ следует, что

$$b = aaba^{-1}a^{-1} = ab^3a^{-1} = (aba^{-1})^3 = b^9,$$

откуда $b^8 = 1$. Таким образом, группа $G(2)$ является полупрямым произведением групп $\langle a; a^2 = 1 \rangle$ и $\langle b; b^8 = 1 \rangle$. Порядок $G(2)$ равен 16.

Проверим эти выкладки с помощью техники, для этого группу $G(2)$ представим группой подстановок на восьми символах.

>with(group):

G1 := grelgroup({a,b}, {[a\$2],[a,b,1/a,1/a,1/b,1/b,1/b]}): grouporder(G1);

16

>H := subgrel({y=[a]},G1):

GP:=permrep(H);

```
GP = permgroup (8, {a = [[2, 3], [4, 6], [7, 8]],
                    b = [[1, 2, 4, 3, 5, 7, 6, 8]]})
```

```
>grouporder(GP);
```

16

```
>GP := permgroup(8, {[[2, 3], [4, 6], [7, 8]], [[1, 2, 4, 3, 5, 7, 6, 8]]}):
```

```
>isabelian(GP);
```

false

```
>H:=permgroup(8, {[[2, 3], [4, 6], [7, 8]]})^
```

```
>isnormal(GP,H);
```

false

```
>grouporder(derived(GP));
```

4

Итак, все «ручные» вычисления полностью подтвердились, и заодно найден порядок (и тем самым индекс) коммутанта группы $G(2)$.

Группа $G(3)$, имеет копредставление

$$G(3) = \langle a, b; a^3 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle.$$

Это копредставление также легко преобразовать, не обращая за помощью к вычислительной технике:

$$\begin{aligned} G(3) &= \langle a, b; a^3 = 1, ab = b^3 \rangle \\ &= \langle a, b; a^3 = 1, a = b^2 \rangle = \langle b; b^6 = 1 \rangle. \end{aligned}$$

Группа $G(3)$ оказалась циклической порядка шесть.

Компьютерные вычисления это подтверждают.

```
>with(group):
```

```
> G3 := grelgroup({a, b}, {[a$3], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]}):
```

```
>E := subgrel({x = [ ]},G3):
```

```
> PG3:=permrep(E);
```

```
> grouporder(PG3);
```

6

$$\begin{aligned} PG3 &:= permgroup(6, \{a = [[1, 2, 3], [4, 6, 5]], \\ & \quad b = [[1, 5, 2, 4, 3, 6]]\}) \end{aligned}$$

Появление подстановки шестого порядка в группе из шести элементов как раз и означает, что группа эта циклическая.

При $n = 4$ получаем копредставление

$$G(4) = \langle a, b; a^4 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle.$$

При вычислении порядка группы $G(4)$ машина сообщает после нескольких минут работы, что порядок группы «слишком большой», а точнее: «*Error, (in group:-pres) too many cosets - subgroup may have infinite*».

Попробуем найти этот «слишком большой» порядок вручную.

Введем новый порождающий элемент $c = ab$, Тогда $a = cb^{-1}$ и $a^{-1} = bc^{-1}$, и группу

$$G(4) = \langle a, b; a^4 = 1, ab = b^3 a^{-1} \rangle$$

можно представить в виде

$$G(4) = \langle a, b, c; a^4 = 1, a = cb^{-1}, c = b^3 bc^{-1} \rangle,$$

что равносильно:

$$G(4) = \langle b, c; (bc^{-1})^4 = 1, c^2 = b^4 \rangle.$$

Это значит, что $G(4)$ является факторгруппой свободного произведения G двух бесконечных циклических групп с объединенной подгруппой,

$$G = \langle b, c; c^2 = b^4 \rangle.$$

Факторгруппа G_1 группы G по нормальному замыканию элемента c^2 является свободным произведением

$$G = \langle b, c; b^4 = 1, c^2 = 1 \rangle$$

двух циклических групп.

Сама же группа $G(4)$ – это факторгруппа группы G по нормальному замыканию N элемента $r = (bc^{-1})^4$. Для симметризованного множества R , состоящего из циклических перестановок слов r и r^{-1} , в группе G выполняется условие $C' \left(\frac{1}{6} \right)$; поэтому каждый неединичный элемент из нормального замыкания множества N в группе G содержит в качестве внутреннего сегмента левую половину некоторого элемента из R .

Ни один из элементов подгруппы H , порожденной элементом b^2c , не содержит в качестве внутреннего сегмента левой половины элемента из R . Следовательно, пересечение H и N единично. Однако элемент b^2c имеет бесконечный порядок, и, следовательно, факторгруппа $G/N = G(4)$ бесконечна.

Переходим к следующей группе такого вида; $n = 5$. Порядок группы

$$G(5) = \langle a, b; a^5 = 1, ab = b^3a^3 \rangle$$

можно вычислить машинным способом с помощью одной команды, но вычисление это будет небыстрое.

Кроме вычисления порядка, мы хотим исследовать и внутреннее строение этой группы; с этой целью и для ускорения машинных вычислений проведем предварительные преобразования.

Введем в группе $G(5)$ еще один вспомогательный порождающий элемент $c = (ab)^2$. Тогда

$$G(5) = \langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3a^3, c = (ab)^2 \rangle.$$

Из этих соотношений следует, что $b^{10} = 1$ и $c^{11} = 1$; и, кроме того, $bc b^{-1} = c^5$.

Последнее соотношение означает, что подгруппа C нормальна в $G(5)$. Так как $aba^{-1}b^{-1} = c^{-2}$, подгруппа $C = \text{gr}(c)$ содержится в коммутанте K группы $G(5)$. Из того, что факторгруппа

$$\langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3a^3, c = (ab)^2, b^{10} = 1,$$

$$c^{11} = 1, aca^{-1} = c^9, bcb^{-1} = c^5, c = 1 \rangle$$

группы

$$\langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3a^3, c = (ab)^2, b^{10} = 1,$$

$$c^{11} = 1, aca^{-1} = c^9, bcb^{-1} = c^5 \rangle$$

абелева, следует обратное включение: $C \supseteq K$.

Итак, коммутант K совпадает с подгруппой C , порядка 11, а факторгруппа по коммутанту имеет порядок 10. Следовательно, порядок группы $G(5)$ равен 110.

Посмотрим, как с этой задачей справится вычислительная техника.

```
>G5:=grelgroup({a,b,c},{[a$5],[a,b,1/a,1/a,1/a,1/b,1/b,1/b],[1/c,a,b,a,b]}):
>grouporder(G5);
```

110

```
>A:=subgrel({x=[1/a,b,c,1/b,c,b,c]},G5):
```

```
>A:=pres(A);
```

```
>grouporder(A);
```

$$A = \text{grelgroup}(\{x\}, \{[x, x, x, x, x, x, x, x, x, x]\})$$

10

```
>A:=subgrel({b=[b],c=[c]},G5):
```

```
>A:=pres(A);
```

```
>grouporder(A);
```

110

185

Представим группу $G(5)$ подстановками, проверим ее на абелевость и вычислим ее коммутант.

```
>H := subgrel({y=[c,b,b]},G5):
PG5:=permrep(H);grouporder(PG5);
PG5 := permgroup(22, {b = [[1, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3], [5, 6], [7, 18, 10, 19, 11, 22, 17, 20, 9,
21]], c = [[1, 2, 13, 17, 15, 6, 7, 8, 9, 10, 11], [3, 18, 4, 5, 22, 16, 19, 20, 21, 14, 12]]})
> PG5 := permgroup(22, { [ [1, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3], [5, 6], [7, 18, 10, 19, 11, 22, 17, 20, 9, 21] ],
[1, 2, 13, 17, 15, 6, 7, 8, 9, 10, 11], [3, 18, 4, 5, 22, 16, 19, 20, 21, 14, 12] ]})
>isabelian(PG5);
false
>K:=derived(PG5):
>grouporder(K);
11
>K1:=derived(K);
```

$$K1 = \text{permgroup}(22, \{[]\})$$

После этих вычислений становится ясно, что группа $G(5)$ порождается элементами b, c и ее можно представить в виде

$$G(5) = \langle b, c; b^{10} = 1, c^{11} = 1, bcb^{-1} = c^5 \rangle.$$

Отсюда следует, что группа $G(5)$ является полупрямым произведением циклических групп

$$C = \langle c; c^{11} = 1 \rangle;$$

$$B = \langle b; b^{10} = 1 \rangle,$$

причем первая нормальна в $G(5)$, а вторая нет.

Переходим к исследованию группы $G(6)$.

С помощью компьютера вычислим порядок этой группы.

```
>G6:=grelgroup({a, b}, {[a$6], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]});
G6 = grelgroup ({a, b}, {[a, a, a, a, a],
[a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]})
```

```
>grouporder(G6);
9072
```

Введем новый порождающий $c = ab$. Группу с новым порождающим обозначим тем же символом $G(6)$.

Найдем порядки элементов a, b, c в группе $G(6)$

```
>G6 := grelgroup({a,b,c}, {[a$6], [1/c,a,b], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]}):
>A := subgrel({a=[a]},G6):
> A:=pres(A);
```

$$A := \text{grelgroup}(\{a\}, \{[a, a, a, a, a]\})$$

```
> grouporder(A);
6
```

```
>B := subgrel({b=[b]},G6):
> B:=pres(B):
grouporder(B);
24
```

```
>C:= subgrel({c=[c]},G6):
C:=pres(C):
> grouporder(C);
84
```

С помощью машины (хотя это несложно сделать и вручную) найдем представление нашей группы в порождающих b, c .

```
>G:= subgrel({c=[c],b=[b]},G6):
GG:=pres(GG);grouporder(GG);
```

$$GG = \text{grelgroup} \left(\{b, c\}, \left\{ \left[\left[c, b, \frac{1}{c}, b, \frac{1}{c}, b, \frac{1}{c}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b} \right] \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \left[c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b} \right] \right] \right\} \right) \\ 9072$$

Подгруппа $C = \text{gr}(c)$ имеет индекс 108 в группе $G(6)$, но изоморфно представить $G(6)$ с помощью подгруппы C подстановками 108 степени не получится.

```
>H := subgrel({y = [c]}, G6):
>S0:=permrep(H):
>grouporder(S0);
```

432

Неточность представления означает, что в подгруппе C содержится нормальный делитель N группы $G(6)$, причем порядок N равен $\frac{9072}{432} = 21$. Другими словами, $N = \text{gr}(c^4)$.

Точное представление группы $G(6)$ подстановками получается с помощью подгруппы $\text{gr}(b)$, имеющей индекс 378 в группе $G(6)$.

```
>B := subgrel({y = [b]}, G6):
>S1:= permrep(B);
>grouporder(S1);
```

9072

Ввиду сравнительно большого размера эти подстановки здесь не приводятся. Для работы с группой $S1$ ее необходимо снова ввести в компьютер, предварительно убрав символы « $b \Rightarrow$ » и « $c \Rightarrow$ » в полученном представлении группы $S1$.

Дальнейшие вычисления читатель сам может проверить с помощью своего компьютера.

```
>isabelian(S1);
```

false

```
>DerivedS(S1):
```

```
>K:=derived(S1):
```

```
>grouporder(K);
```

756

```
>K1:=derived(K):
```

```
>grouporder(K1);
```

27

```
>K2:=derived(K1):
```

```
>grouporder(K2);
```

3

С помощью команды $\text{LCS}(S1)$ выясняется, нижний центральный ряд этой группы не достигает единичной подгруппы.

Итак, группа $G(6)$ – не абелева, но разрешима: порядок первого коммутанта равен 756, второго – 27, третьего – трем (а четвертый коммутант, естественно, равен единице). Группа не нильпотента.

Литература

1. Горюшкин А. П., Горюшкин В. А. О некоторых свойствах 2-порожденных групп // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2010. – № 11. – С. 17– 19.

2. Горюшкин А.П. О группах с представлением $\langle a, b; a^n = 1, ab = b^3a^3 \rangle$ / Вестник КРАУНЦ, Серия Физико-математические науки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ им. Витуса Беринга, 2010. – № 1. – С. 8–11.

УДК 519.63

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ. МЕТОД СЕТОК

Н.Л. Недвигина

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Описывается метод сеток, который является одним из самых распространенных методов численного решения уравнения с частными производными, в основе которого лежит замена производных конечно-разностными отношениями. Рассматривается случай двух независимых переменных. Данный метод применяется для задачи Дирихле, для уравнений параболического типа, теплопроводности и гиперболического типа.

Метод сеток, или метод конечных разностей, является одним из самых распространенных в настоящее время методов численного решения уравнений с частными производными. В его основе лежит идея замены производных конечно-разностными отношениями. Мы ограничимся случаем двух независимых переменных. Пусть в плоскости xOy имеется некоторая область G с границей Γ . Построим на плоскости два семейства параллельных прямых: $x = x_0 + ih (i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$, $y = y_0 + kl (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$. Точки пересечения этих прямых назовем узлами. Два узла называются соседними, если они удалены друг от друга в направлении оси Ox или Oy на расстояние, равное шагу сетки h или l соответственно. Выделим узлы, принадлежащие области $G + \Gamma$, а также некоторые узлы, не принадлежащие этой области, но расположенные на расстоянии, меньшем, чем шаг, от границы Γ . Те узлы, у которых все четыре соседних узла принадлежат выделенному множеству узлов, называются внутренними (узел A на рисунке 1). Оставшиеся из выделенных узлов называются граничными (узлы B и C).

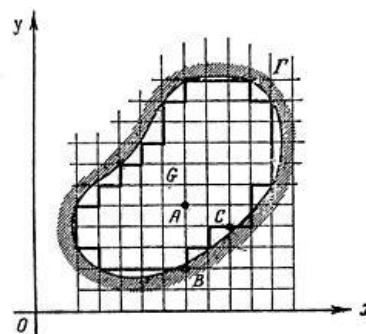


Рис. 1. Область с узлами

Значения искомой функции $u = u(x, y)$ в узлах сетки будем обозначать через $u_{ik} = u(x_0 + ih, y_0 + kl)$. В каждом внутреннем узле $(x_0 + ih, y_0 + kl)$ заменим частные производные разностными отношениями:

$$\left(\frac{du}{dx}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i+1,k} - u_{i-1,k}}{2h}, \quad \left(\frac{du}{dy}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i,k+1} - u_{i,k-1}}{2l},$$

в граничных точках мы вынуждены пользо-

ваться менее точными формулами вида $\left(\frac{du}{dx}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i+1,k} - u_{ik}}{h}$, $\left(\frac{du}{dy}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i,k+1} - u_{i,k}}{l}$ аналогично заменяются частные производные второго порядка, например:

$$\begin{cases} \left(\frac{d^2u}{dx^2}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i+1,k} - 2u_{ik} + u_{i-1,k}}{h^2}, \\ \left(\frac{d^2u}{dy^2}\right)_{ik} \approx \frac{u_{i,k+1} - 2u_{ik} + u_{i,k-1}}{l^2}. \end{cases}$$

Указанные замены производных позволяют свести решение уравнений с частными производными к решению системы разностных уравнений [1].

Первая краевая задача, или задача Дирихле для уравнения Пуассона [2]

$$\Delta u = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = f(x, y),$$

ставится следующим образом: найти функцию $u = u(x, y)$, удовлетворяющую внутри некоторой области G уравнению, а на границе Γ -условию

$$u|_{\Gamma} = \varphi(x, y),$$

где $\varphi(x, y)$ – заданная непрерывная функция. Выбрав шаги h и l , по x и y соответственно строим сетку $x = x_0 + ih (i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$, $y = y_0 + kl (k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ и заменяем в каждом внутреннем узле (x_i, y_k) производные $\frac{d^2 u}{dx^2}, \frac{d^2 u}{dy^2}$ конечно-разностными отношениями, а уравнение – конечно-разностными уравнениями

$$\frac{u_{i+1,k} - 2u_{i,k} + u_{i-1,k}}{h^2} + \frac{u_{i,k+1} - 2u_{i,k} + u_{i,k-1}}{l^2} = f_{i,k},$$

где $f_{i,k} = f(x_i, y_k)$.

Уравнения вместе со значениями $u_{i,k}$ в граничных узлах образуют систему линейных алгебраических уравнений относительно значений функции $u(x, y)$ в узлах (x_i, y_k) [3]. Наиболее простой вид эта система имеет для прямоугольной области и для $l = h$. В этом случае уравнения записываются следующим образом: $u_{i+1,k} + u_{i-1,k} + u_{i,k+1} + u_{i,k-1} - 4u_{i,k} = h^2 f_{i,k}$, а значения в граничных узлах в точности равны значениям граничной функции. При $f(x, y) = 0$ уравнение

$$\Delta u = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = f(x, y),$$

называется уравнением Лапласа и соответствующие конечно-разностные уравнения имеют вид $u_{i,k} = \frac{1}{4}(u_{i+1,k} + u_{i-1,k} + u_{i,k+1} + u_{i,k-1})$. При составлении уравнений была использована схема узлов, изображенная на рисунке 2. Иногда удобнее использовать схему узлов, показанную на рисунке 3.

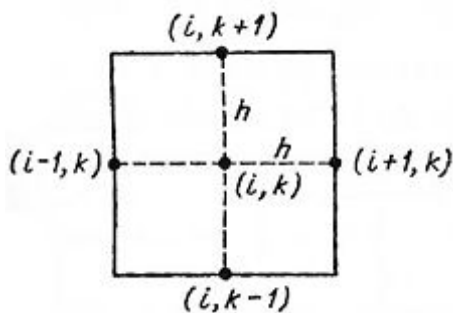


Рис. 2. Схема узлов

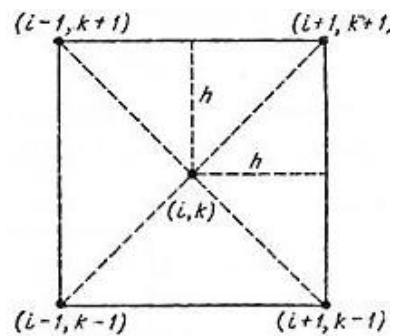


Рис. 3. Схема узлов

В этом случае уравнению Лапласа соответствует следующие конечно-разностные уравнения: $u_{i,k} = \frac{1}{4}(u_{i-1,k-1} + u_{i+1,k-1} + u_{i-1,k+1} + u_{i+1,k+1})$, а для уравнения Пуассона будем иметь

$$u_{i,k} = \frac{1}{4}(u_{i-1,k-1} + u_{i+1,k-1} + u_{i-1,k+1} + u_{i+1,k+1}) + \frac{h^2}{2} f_{i,k}.$$

Погрешность замены дифференциального уравнения разностным, то есть остаточный член $R_{i,k}$ для уравнения Лапласа, оценивается нера-

$$\text{венством } |R_{i,k}| \leq \frac{h^2}{6} M_4, \text{ где } M_4 = \max_G \left\{ \left| \frac{d^4 u}{dx^4} \right|, \left| \frac{d^4 u}{dy^4} \right| \right\}.$$

Погрешность приближенного решения, полученного разностным методом, складывается из трех погрешностей:

- 1) погрешности замены дифференциального уравнения разностным;
- 2) погрешности аппроксимации краевых условий;
- 3) погрешности, получаемой в результате того, что система разностных уравнений решается приближенным методом.

Рассмотрим смешанную задачу для уравнения теплопроводности, а именно найти функцию $u(x, t)$, удовлетворяющую уравнению

$$\frac{du}{dt} = a^2 \frac{d^2u}{dx^2} \quad (1)$$

начальному условию $u(x, 0) = f(x) (0 < x < s)$ и краевым условиям $u(t, 0) = \varphi(t), u(s, t) = \psi(t)$.

Рассмотрим задачу о распространение тепла в однородном стержне длины s [4]. Путем введем новой переменной $\tau = a^2 t$ уравнение (1) приводится к виду $\frac{du}{d\tau} = \frac{d^2u}{dx^2}$, поэтому в дальнейшем примем $a = 1$.

Построим в полуплоскости $t \geq 0, 0 \leq x \leq s$ (см. рисунок 4) два семейства параллельных прямых:

$$x = ih (i = 0, 1, 2, \dots), t = jl (j = 0, 1, 2, \dots).$$

Обозначим $x_i = ih, t_j = jl, u(x_i, t_j) = u_{ij}$ и приближенно

заменяем в каждом внутреннем узле (x_i, t_j) производную $\frac{d^2u}{dx^2}$

разностным отношением $\left(\frac{d^2u}{dx^2}\right)_{ij} \approx \frac{u_{i+1,j} - 2u_{ij} + u_{i-1,j}}{h^2}$, а про-

изводную $\frac{du}{dt}$ одним из двух разностных отношений $\left(\frac{du}{dt}\right)_{ij} \approx \frac{u_{i,j+1} - u_{ij}}{l}$, $\left(\frac{du}{dt}\right)_{ij} \approx \frac{u_{ij} - u_{i,j-1}}{l}$. Тогда для уравнения

(1) при $a=1$ получаем два типа конечно-разностных уравнений:

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{ij}}{l} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{ij} + u_{i-1,j}}{h^2}, \quad (2)$$

$$\frac{u_{ij} - u_{i,j-1}}{l} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{ij} + u_{i-1,j}}{h^2} \quad (3)$$

Обозначив $\sigma = l/h^2$, приводим уравнения к виду

$$u_{i,j+1} = (1 - 2\sigma)u_{ij} + \sigma(u_{i+1,j} + u_{i-1,j}), \quad (4)$$

$$(1 + 2\sigma)u_{ij} - \sigma(u_{i+1,j} + u_{i-1,j}) - u_{i,j-1} = 0 \quad (5)$$

Отметим, что для составления уравнения (2) была использована схема узлов, данная на рисунке 5-явная схема, для уравнения (3)-схема узлов, данная на рисунке 6-неявная схема.

При выборе σ в уравнениях следует учитывать два обстоятельства:

- 1) погрешность замены дифференциального уравнения разностным должна быть наименьшей;
- 2) разностное уравнение должно быть устойчивым.

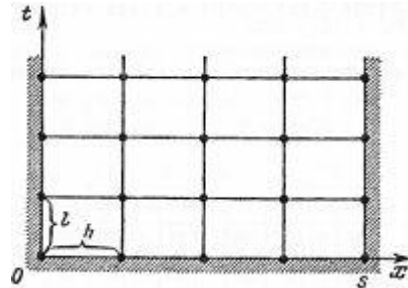


Рис. 4. Семейство параллельных прямых в системе координат

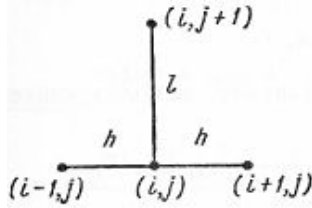


Рис. 5. Явная схема

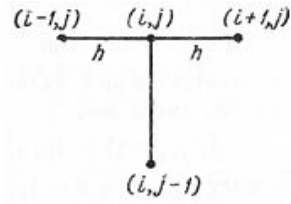


Рис. 6. Неявная схема

Доказано, что уравнение (4) будет устойчиво при $0 < \sigma \leq 1/2$, а уравнение (5) – при любом σ . Наиболее удобный вид уравнение (4) имеет при $\sigma = 1/2$:

$$u_{i,j+1} = \frac{u_{i-1,j} - u_{i+1,j}}{2}$$

и при $\sigma = 1/6$:

$$u_{i,j+1} = \frac{1}{6}(u_{i-1,j} + 4u_{ij} + u_{i+1,j}).$$

Рассмотрим смешанную задачу для уравнения колебания струны, заключающуюся в отыскании функции, удовлетворяющей уравнению

$$\frac{d^2u}{dt^2} = a^2 \frac{d^2u}{dx^2},$$

а также начальным условиям $u(x,0) = f(x), u_t(x,0) = \Phi(x) (0 \leq x \leq s)$ и краевым условиям

$$u(0,t) = \varphi(t), u(s,t) = \psi(t).$$

Так как введение переменной $\tau = at$ приводит уравнение к виду

$$\frac{d^2u}{d\tau^2} = \frac{d^2u}{dx^2},$$

то в дальнейшем можно принять $a = 1$.

Построив в полуполосе $t \geq 0, 0 \leq x \leq s$ два семейства параллельных прямых $x = ih (i = 0, 1, 2, \dots), y = jl (j = 0, 1, 2, \dots)$, заменяем производные в уравнении разностными отношениями.

Пользуясь симметричными формулами для производных, будем иметь

$$\frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{l^2} = \frac{u_{i+1,j} - 2u_{ij} + u_{i-1,j}}{h^2}.$$

Обозначив $\alpha = l/h$, получим разностное уравнение $u_{i,j+1} = 2u_{i,j} - u_{i,j-1} + \alpha^2(u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1})$.

Доказано, что при $\alpha \geq 1$ это разностное уравнение устойчиво.

В частности, при $\alpha = 1$ уравнение имеет наиболее простой вид:

$$u_{i,j+1} = u_{i+1,j} + u_{i-1,j} - u_{i,j-1}.$$

Оценка погрешности приближенного решения, полученного из уравнения в полосе $0 \leq x \leq s, 0 < t \leq T$, имеет вид

$$|\bar{u} - u| \leq \frac{h^2}{12} [(M_4 h + 2M_3)T + T^2 M_4],$$

$$M_k = \max \left\{ \left| \frac{d^k u}{dt^k} \right|, \left| \frac{d^k u}{dx^k} \right| \right\} (k = 3, 4).$$

где \bar{u} – точное решение.

Литература

1. Алиев Р.Г. Уравнения в частных производных. – М.: Экзамен, 2005. – 320 с.
2. Магомедов К.М., Холодов А.С. Сеточно-характеристические численные методы. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. – М.: Научный мир, 2003. – 316 с.
4. Уфимцев А.С., Тихонов А.М. Преобразования Фурье. – М.: Наука, 2000. – 367 с.

УДК 519.87:536.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Н.В. Суворова, А.А. Ригель

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье рассмотрена нестационарная математическая модель теплопереноса между разнородными средами, разделенными пластиной. Рассматриваемый процесс описывается одномерным уравнением теплопроводности при заданных краевых условиях. Произведено численное решение поставленной задачи средствами электронного математического пакета MAPLE для медной и стеклянной пластин.

Среди практических задач нестационарной теплопроводности важное значение имеет группа процессов, при которых система стремится к тепловому равновесию. К ним относятся процессы прогрева и охлаждения тел, помещенных в среду с заданным тепловым состоянием.

Рассмотрим математическую модель процессов нестационарной теплопроводности [1].

Пусть две среды, имеющие постоянные температуры T_1 и T_2 разделены стенкой толщиной h . Будем считать распределение температуры $u(x, t)$ в стенке одномерным. Начало отсчета координаты x находится на поверхности стенки со стороны среды с температурой T_1 .

Введем обозначения[2]:

a – коэффициент температуропроводности материала стенки,

λ – коэффициент теплопроводности материала стенки (вообще говоря, этот коэффициент незначительно зависит от температуры материала, поэтому в рамках этой модели можно считать его постоянным),

α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи стенки средам

Функция $u(x, t)$ удовлетворяет одномерному уравнению теплопроводности

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2}, \quad (t > 0, x \in [0; h])$$

при начальном условии

$$u(x, 0) = T_0 = \text{const}$$

и граничных условиях:

$$\begin{cases} \lambda \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0} = \alpha_1 (u(0, t) - T_1) \\ \lambda \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=h} = \alpha_2 (T_2 - u(h, t)) \end{cases}$$

Данная задача может быть решена аналитически, например методом Фурье или средствами операционного исчисления. Воспользуемся возможностями электронного математического пакета MAPLE для ее численного решения.

Рассмотрим некоторую конструкцию, в которой медная пластина толщины $h=0,05(м)$ отделяет кипящую воду температуры $T_2=373^{\circ}(K)$ от внешней воздушной среды температуры $T_1=293^{\circ}(K)$. В условиях такой модели [3]:

$$a = 1,1234 \cdot 10^{-4} \left(\frac{м^2}{с} \right)$$

$$\lambda = 403 \left(\frac{Вт}{м \cdot K} \right).$$

Отметим, что коэффициенты теплоотдачи α_1, α_2 зависят от множества факторов, для определенности в дальнейших расчетах применялись следующие значения:

$$\alpha_1 = 6 \left(\frac{Вт}{м^3 \cdot K} \right)$$

$$\alpha_2 = 2500 \left(\frac{Вт}{м^3 \cdot K} \right).$$

Положим также, что в начальный момент температура пластины составляла $T_0 = 293^{\circ}(K)$. Получим следующую математическую модель:

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = 1,1234 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}$$

при краевых условиях:

$$\begin{cases} u(x,0) = 293 \\ 403 \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0} = 6(u(0,t) - 293) \\ 403 \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=h} = 2500 \cdot (373 - u(,t)) \end{cases} .$$

Произведем расчет распределения температуры в пластине в определенные моменты времени [4]:

$$PDE := \frac{\partial}{\partial t} u(x,t) = 1,1234 \cdot 10^{-4} \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x,t) :$$

$$IBC := \{u(x,0) = 293, 403 \cdot D_1(u)(0,t) = 6 \cdot (u(0,t) - 293), 403 \cdot D_1(u)(0,05,t) = 2500(393 - u(0,05,t))\} :$$

```
pds := pdsolve(PDE, IBC, numeric) :
p1 := pds:-plot(t = 0, numpoints = 50, thickness = 3) :
p2 := pds:-plot(t = 3, numpoints = 50, color = blue, thickness = 3) :
p3 := pds:-plot(t = 20, numpoints = 50, color = green, thickness = 3) :
p1 := pds:-plot(t = 0, numpoints = 50, thickness = 3) :
p2 := pds:-plot(t = 3, numpoints = 50, color = blue, thickness = 3) :
p3 := pds:-plot(t = 20, numpoints = 50, color = green, thickness = 3) :
p4 := pds:-plot(t = 80, numpoints = 50, color = violet, thickness = 3) :
plots[display]({p1, p2, p3, p4}) :
```

На рисунке наглядно виден процесс постепенного прогрева пластины со стороны кипящей воды. Спустя 80 секунд пластина прогревается почти равномерно.

Заменим теперь медную пластину на стеклянную толщиной $h=0,01(m)$, обладающую меньшей температуро- и теплопроводностью. Для стекла [3]:

$$a = 3.4 \cdot 10^{-7} \left(\frac{M^2}{c} \right)$$

$$\lambda = 0,7 \left(\frac{Bm}{M \cdot K} \right)$$

$$\alpha_2 = 1000 \left(\frac{Bm}{M^3 \cdot K} \right).$$

Произведем аналогичные расчеты [4].

$$PDE1 := \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) = 3.4 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) :$$

$$IBC := \{ u(x, 0) = 293, 0.7 \cdot D_1(u)(0, t) = 6 \cdot (u(0, t) - 293), 0.7 \cdot D_1(u)(0.01, t) = 1000 \cdot (393 - u(0.01, t)) \} :$$

$$pds := pdsolve(PDE1, IBC, numeric) :$$

$$p1 := pds:-plot(t = 0, numpoints = 50, thickness = 3) :$$

$$p2 := pds:-plot(t = 5, numpoints = 50, color = blue, thickness = 3) :$$

$$p3 := pds:-plot(t = 60, numpoints = 50, color = green, thickness = 3) :$$

$$p1 := pds:-plot(t = 0, numpoints = 50, thickness = 3) :$$

$$p2 := pds:-plot(t = 5, numpoints = 50, color = blue, thickness = 3) :$$

$$p3 := pds:-plot(t = 60, numpoints = 50, color = green, thickness = 3) :$$

$$p4 := pds:-plot(t = 400, numpoints = 50, color = violet, thickness = 3) :$$

$$plots[display]({p1, p2, p3, p4});$$

Несмотря на то, что процесс теплопереноса в стеклянной пластине происходит гораздо медленнее, нежели в медной, в обоих случаях наблюдается тенденция к тепловому равновесию системы.

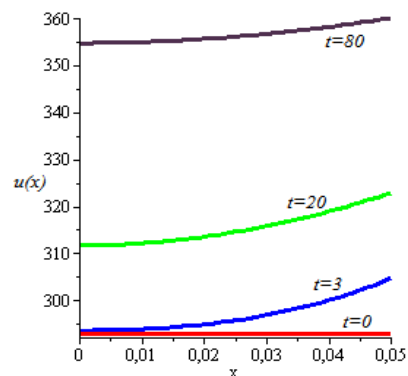


Рис. 1. Распределение температуры в медной пластине в различные моменты времени

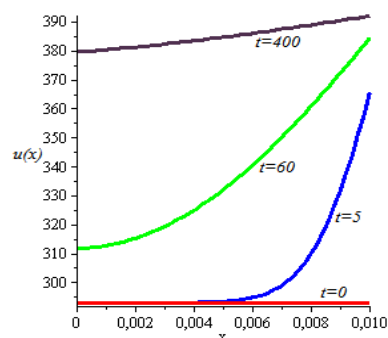


Рис. 2. Распределение температуры в стеклянной пластине в различные моменты времени

Литература

1. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э. – 2003. – 497 с.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов ВУЗов. – М: Наука, 2006. – 531 с.
3. Варгафтик Н.Б. Теплофизические свойства веществ (справочник) – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1986. – 709 с.
4. Дьяконов В.П. Maple7, учебный курс. – СПб.: Питер, 2002. – 521 с.

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПАРОВОДЯНЫХ СКВАЖИН ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

А.Н. Шулюпин¹, И.И. Чернев², А.А. Чермошенцева³

¹Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,

²ГЕОТЕРМ, Петропавловск-Камчатский,

³Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Рассмотрены вопросы оптимизации диаметра скважины для расчета производительности скважины А-2 Мутновского месторождения парогидротерм после ее реконструкции. Поставленная задача включает: выбор и обоснование модели пароводяного течения в скважине; разработку методики расчета новой производительности; прогноз новой производительности скважины на основе данных опробования и результатов численного моделирования.

В настоящее время извлечение глубинного тепла Земли, являясь динамично развивающимся направлением освоения нетрадиционных источников энергии, успешно конкурирует с традиционными видами энергетики. При этом имеются значительные резервы повышения эффективности использования геотермальной энергии за счет совершенствования систем добычи теплоносителя.

Значительный интерес, особенно при комплексном использовании флюидов, представляют высокотемпературные флюиды, как с энергетической точки зрения, так и с учетом ценности компонентного состава. При этом для практического освоения наиболее перспективными представляются геотермальные месторождения, флюиды которых представлены в основном смесью воды и водяного пара, так называемые парогидротермальные.

Самым крупным разрабатываемым парогидротермальным месторождением России является Мутновское (Камчатка). Оно обеспечивает теплоносителем две геотермальные электростанции (ГеоЭС), суммарной установленной мощностью 62 МВт, что составляет 75% геотермальной энергетики России.

Основными параметрами, характеризующими производительность скважин, являются расход и энтальпия смеси, зависящие от устьевого давления, и верхний предел рабочего давления. Постепенное снижение производительности добычных скважин при разработке Мутновского месторождения привело к необходимости поиска способов компенсации потерь. В частности, были рассмотрены возможности повышения производительности путем изменения конструкции скважин, а именно, за счет изменения внутреннего диаметра обсадных колонн.

В работе [1] отмечается существование оптимального внутреннего диаметра пароводяной скважины для заданного расхода. В [2] разработана методика расчета оптимального диаметра скважин, основанная на существовании оптимального сочетания составляющих перепада давления на трение и гравитацию. Уменьшение диаметра приводит к возрастанию скорости потока и увеличению трения, но при этом уменьшается скольжение фаз, плотность смеси и гравитационная составляющая градиента давления. В результате рекомендуется телескопическая конструкция с увеличением внутреннего диаметра от забоя до устья. Однако, эта методика не нашла практического применения – возможности вариации диаметра обсадки ограничены существующим сортаментом труб. Кроме того, модель пароводяного течения предложенная в [2] имела узкий диапазон применимости (для первых скважин Паужетского месторождения на Камчатке, характеризующихся низкой производительностью) и не рассматривала наличие различных режимов пароводяного течения, которые существенно влияют на пропорцию между трением и гравитацией. Отметим также, что до строительства скважины невозможно предсказать ее расход. Для месторождений трещинно-жильного типа, к которому относятся все разведанные геотермальные месторождения Камчатки, невозможно даже гарантировать ее продуктивность.

Обращение к вопросу оптимизации диаметра скважины в настоящей работе было вызвано постановкой конкретной задачей – рассчитать производительность скважины А-2 Мутновского месторождения парогидротерм после ее реконструкции. Данная скважина, имеющая глубину 1564 м, вследствие снижения рабочего давления была выведена из эксплуатации. Рассматривал-

ся вариант реконструкции скважины путем установки до глубины 1200 м новой обсадной трубы меньшего диаметра. При этом продуктивные зоны располагаются ниже реконструируемого участка. Поставленная задача разбивалась на решение частных задач: выбор и обоснование модели пароводяного течения в скважине; разработка методики расчета новой производительности; прогноз новой производительности скважины на основе данных опробования и результатов численного моделирования.

Для осуществления расчетов необходимо использование адекватной модели течения в пароводяной скважине. Для проверки и выбора модели для расчетов использовались экспериментальные данные работы [4], по которым авторы располагали полной информацией: четыре испытания скважины К-15, два – К-20 и четыре – 122 Паужетского месторождения. Расчеты осуществлялись по четырем модификациям наиболее распространенной в мировой практике компьютерной программе HOLA [5], а также модели WELL-3, созданной в соответствии рекомендациям работы [3]. Кроме того, учитывая хорошие результаты применения модели WELL [4] для скважин Паужетского месторождения парогидротерм, на ее основе была создана модель WELL-4, расширяющая диапазон применимости к условиям Мутновского месторождения.

Модель WELL-4 описывает как чисто водяное, так и пароводяное течение. Для описания пароводяного течения используется интегральный метод и двухскоростная модель. Основу модели составляют уравнения неразрывности, движения и энергии [3]:

$$dG = 0, \quad (1)$$

$$\rho''\varphi v'' dv'' + \rho'(1-\varphi)v' dv' + \frac{(v''-v')}{\pi R^2} dG'' = -dp - \frac{2\tau_w}{R} dz + (\rho''\varphi + \rho'(1-\varphi))g_z dz, \quad (2)$$

$$dh + de - g_z dz = dq, \quad (3)$$

где G и G'' – массовые расходы смеси и пара; ρ'' и ρ' – плотности пара и воды; φ – истинное объемное паросодержание; v'' и v' – скорости пара и воды; z – направленная по потоку координата; p – давление; g_z – проекция вектора ускорения свободного падения на z ; h – удельная энтальпия смеси; e – удельная кинетическая энергия; dq – изменение удельной энергии потока за счет теплового потока от стенок скважины, R – радиус скважины τ_w – касательное напряжение на стенке.

Для двухфазного течения предполагается возможность реализации трех режимов: с малым паросодержанием, переходной и с большим паросодержанием. К первому режиму относятся структуры с непрерывной жидкой фазой (пузырьковая, снарядная и т. д.), к последнему – с непрерывной газовой фазой (общей структурой данного режима может считаться дисперсно-кольцевая).

Существование дисперсно-кольцевой структуры требует выполнения двух условий: паросодержание должно быть достаточным для формирования ядра потока и скорость в ядре должна быть достаточной для удержания жидкой пленки на стенке. Формализация данных условий осуществляется соотношениями [3, 6]:

$$\beta > 0.8, \quad (4)$$

$$\frac{\rho'' w^2}{g(\rho' - \rho'')2R} > 1, \quad (5)$$

где β – объемное расходное паросодержание, w – приведенная скорость смеси, определяемая также как скорость, соответствующая гомогенной модели.

Принципиальными вопросами при описании газожидкостных течений является выбор формул, определяющих истинную скорость одной из фаз или коэффициент скольжения (отношение скоростей газа и жидкости) и касательного напряжения на стенке трубы. Для определения коэффициента скольжения при дисперсно-кольцевом течении использовалась формула З.Л. Миропольского [7]. При этом учитывалось, что при высоких скоростях, приближающихся к критической скорости истечения, локальная критичность способствует гомогенизации смеси. В результате, при числах Маха, приближающихся к 1, коэффициент скольжения должен стремиться к 1, т. е. упомянутая формула с соответствующей поправкой примет вид

$$s = 1 + \frac{13,5(1 - p/p^*)(1 - M^2)}{Fr^{5/12} Re^{1/6}}, \quad (6)$$

где s – коэффициент скольжения, p^* – давление в критической точке ($22.115 \cdot 10^6$ Па), Fr , Re и M – числа Фруда, Рейнольдса и Маха соответственно.

Для определения скорости пара при течении с малым паросодержанием использовалась достаточно успешно применяемая в различных условиях формула [6]

$$v'' = 1,2w + 0,35\sqrt{2gR(1 - \rho''/\rho')}. \quad (7)$$

Скорость пара в переходном режиме определяется формулой [3]

$$v'' = w + v_c(1 - w/v_s), \quad (8)$$

где v_c – критическая скорость движения насыщенной воды, v_s – скорость пара, определяемая формулой (7).

Определение касательного напряжения для всех режимов осуществляется по формуле [3]

$$\tau_w = \lambda(\rho'' v''^2 \varphi + \rho' v'^2 (1 - \varphi))/8, \quad (9)$$

где λ – коэффициент трения.

Сравнение результатов расчета с опытными данными проводилось для наиболее чувствительной к погрешностям, но необходимой для рассматриваемого случая, задачи – расчет давления на глубине по задаваемым параметрам на устье [3]. Относительное среднеквадратическое расхождение расчетных и опытных давлений на глубине для программы HOLA в лучшем варианте (с расчетом истинных скоростей фаз по Оркишевскому) составило 27%. Аналогичное расхождение по моделям WELL-3 и WELL-4 составило 20% и 16%. Используемый объем испытаний и имевший место при этом диапазон параметров, а также качество экспериментов не позволяют однозначно установить преимущество той или иной модели. Тем не менее дальнейшее использование модели WELL-4 является предпочтительным.

Планируемая реконструкция заключалась в установке внутри существующей обсадной колонны с внутренним диаметром 0,225 м вкладыша с внутренним диаметром 0,16 м от устья до глубины 1200 м. Поскольку продуктивные зоны располагаются ниже реконструируемого участка, зависимость расхода от снижения давления на глубине предполагается неизменной. В данном случае прогноз новой производительности целесообразно осуществлять в два этапа. На первом этапе, используя данные измерений расходных параметров скважины в зависимости от устьевого давления, по модели WELL-4 рассчитываются давления на глубине 1200 м для соответствующих расходных параметров до реконструкции. На втором этапе для соответствующих расходных параметров и давлений на глубине по модели WELL-4 рассчитываются устьевые давления после реконструкции, тем самым получается новая зависимость расхода и энтальпии смеси от устьевого давления (таблица 1).

Таблица 1

Прогнозная характеристика скважины А-2 после установки вкладыша

№	Устьевое давление, бар	Расход смеси, кг/с	Энтальпия смеси, кДж/кг	Давление на глубине, бар	Новое устьевое давление, бар
1	9,7	19,2	1253	29,9	4,4
2	10,9	18,0	1273	34,2	10,7
3	11,9	14,0	1288	39,1	13,5

Расчеты показывают, что после реконструкции скважины в рабочем диапазоне давления (6-8 бар) расход существенно не изменится. При этом повысится верхний предел устьевого давления, при котором возможна устойчивая эксплуатация скважины, что позволяет надеяться на возможность длительной последующей эксплуатации.

Предложенные рекомендации были приняты к исполнению, и к настоящему времени реконструкция скважины А-2 уже завершена. После реконструкции скважина сразу была введена в эксплуатацию. По приращению мощности ГеоЭС (на 2,5 МВт) расход пара по данной скважине оценивается около 5 кг/с (2 кг/с на 1 МВт мощности). Отметим, что прогнозируемый расход по

пару в рабочем диапазоне давлений составил также 5 кг/с. Таким образом можно говорить о подтверждение прогнозных оценок. Но самое главное – подтвердились оценки в части повышения верхнего предела рабочего давления. После реконструкции скважина стала работать в стабильном режиме. Раньше устьевого давления не хватало для продавливания жидких пробок, образующихся в трубопроводе вследствие неудачно выбранного диаметра.

Затраты на реконструкцию скважины А-2 составили около 20 млн. руб. Строительство новой добычной скважины на Мутновском месторождении обходится примерно в 200 млн. руб. Следовательно, реконструкция скважины позволила сэкономить 180 млн. руб.

На Мутновском месторождении имеется несколько скважин, верхний предел рабочего давления которых не позволяет использовать их для добычи теплоносителя. В этой связи предложенный способ повышения верхнего предела рабочего давления имеет хорошие перспективы для дальнейшего использования при разработке данного месторождения. Наличие подобных скважин на аналогичных месторождениях России и мира позволит существенно расширить географию применения предложенного способа. Разумеется, для каждой скважины необходим индивидуальный подход к планированию реконструкции, включающий проведение численных расчетов.

Литература

1. Методические указания по изучению термальных вод в скважинах / Н.М. Фролов, В.В. Аверьев, И.Е. Духин, Е.А. Любимова. – М.: Недра, 1964. – 140 с.
2. Дроздин В.А. Физическая модель вулканического процесса. – М.: Наука, 1980. – 92 с.
3. Шулюпин А.Н. Вопросы гидравлики пароводяной смеси при освоении геотермальных месторождений. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 262 с.
4. Шулюпин А.Н. Течение в геотермальной скважине: модель и эксперимент // Вулканология и сейсмология. – 1991. – № 4. – С. 25–31.
5. Bjornsson G. A multy-feedzone geothermal wellbore simulator. Report LBL-23546. Lawrence Berkeley Laboratory, 1987. – 117 pp.
6. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 560 с.
7. Кутепов Ф.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.

Секция 5. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.147.88

**КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ
МОРСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
ПРАКТИКИ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ В УСЛОВИЯХ
СОЦИАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА КАМЧАТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА И РАБОТОДАТЕЛЕЙ**

В.А. Агеев

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В настоящей статье проведен анализ формирования профессиональных компетенций у курсантов в процессе проведения производственной практики на факультете среднего профессионального образования ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ», рассмотрены вопросы реализации практического обучения курсантов в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов, предложены мероприятия по социальному партнерству между университетом и работодателями.

Приоритет следующего десятилетия – создание инновационной экономики – это критический вызов для системы профессионального образования. Правильно спрогнозировать направления развития новой структуры экономики, найти адекватные им механизмы подготовки кадров, вписать наше профобразование, от училищ до университетов – наша главная задача. При этом от того, кого и как мы подготовим, во многом будет зависеть и облик нашего будущего [1].

С целью интеграции российского образовательного пространства в общеевропейское и выполнения Болонских соглашений в 2006 г. было принято Постановление Правительства РФ о разработке Федеральных государственных образовательных стандартов (далее ФГОС). Введение ФГОС нового поколения продиктовано и необходимостью модернизации промышленности, интеграции национальных экономик, в сочетании с усилением динамики изменений профессий [2].

В своем послании Федеральному Собранию РФ 12 декабря 2012 г. Президент РФ В.В. Путин заявил «Мы поставили задачу к 2020 году создать и модернизировать 25 миллионов рабочих мест. Это очень амбициозная и трудная задача, но мы можем её решить. Мы можем помочь людям найти хорошую и интересную работу. Именно качественные рабочие места станут локомотивом роста зарплат и благосостояния граждан. Это главное направление нашего удара, что называется. Нам нужно возродить инженерные школы и подготовку рабочих кадров. Вообще на человека труда нужно больше обращать внимания» [3].

«Доводка» на рабочем месте уровня квалификации многих рабочих и особенно специалистов со средним профессиональным образованием занимает не один год, как хотелось бы работодателю, а минимум три, во многих отраслях и пять. Основная проблема, как показывают результаты бесед с работодателями, в данном случае состоит в недостатке у выпускников не знаний, умений или навыков, а специфического умения исполнять необходимые обязанности на своём рабочем месте, связанные со степенью сформированности тех или иных компетенций.

Поэтому для осуществления компетентного подхода при разработке ФГОС СПО были привлечены работодатели и заинтересованные организации.

На совместном заседании Государственного совета и Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 31 августа 2010 г. проходящего в Кремле Д.А. Медведев говорил: «Очевидно, что без радикального улучшения профессионального образования никакая модернизация у нас не получится, мы будем жить в технологически отсталом обществе. Но мы должны заниматься этими вопросами в привязке к конкретной жизни» [1].

Предоставленная новыми стандартами возможность, отводить в случае необходимости, на изучение вопросов, связанных с конкретными производственными и технологическими процессами и цепочками, реализуемыми и развиваемыми в регионах, до половины общего объёма вре-

мени подготовки позволяет образовательному учреждению во взаимодействии с заинтересованными предприятиями (в том числе, в части организации практики) постоянно актуализировать содержание и технологии образования, в соответствии с реальными запросами и востребованностью компетенций на рынке труда.

Перед началом разработки ОПОП образовательное учреждение должно определить ее специфику с учетом направленности на удовлетворение потребностей рынка труда и работодателей, конкретизировать конечные результаты обучения в виде компетенций, умений и знаний, приобретаемого практического опыта [4].

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится выпускник, должны определять содержание его образовательной программы, разрабатываемой образовательным учреждением совместно с заинтересованными работодателями.

Обязательная часть профессиональной образовательной программы по циклам составляет 70% от общего объема времени, отведенного на их освоение. Вариативная часть (30%) дает возможность расширения или углубления подготовки, определяемой содержанием обязательной части, получения дополнительных компетенций, умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника в соответствии с запросами регионального рынка труда и возможностями продолжения образования.

Большое внимание уделяется профессиональной практике и практическому обучению. В междисциплинарном курсе объём времени, отведенный на практические и лабораторные занятия должен составлять не менее 50%. Указано требование о безусловном выполнении плавательного стажа, необходимого для получения рабочего диплома.

В ФГОС СПО для морских специальностей подробно рассматриваются профессиональные модули с указанием умений, знаний и получения практического опыта при освоении специальных дисциплин, с указанием видов компетенций, которыми должен овладеть курсант в случае успешного усвоения материала. Эти стандарты предусматривают общую тренажерную подготовку, специальную и конвенционную подготовку, предусмотренные требованиями ПДМНВ 78/95.

В соответствии с требованиями ФГОС СПО учебная практика и производственная практика (по профилю специальности) проводятся образовательным учреждением при освоении студентами профессиональных компетенций в рамках профессиональных модулей и могут реализовываться как концентрированно в несколько периодов, так и рассредоточено, чередуясь с теоретическими занятиями в рамках профессиональных модулей. Производственная практика должна проводиться в организациях, направление деятельности которых соответствует профилю подготовки обучающихся.

В своем послании Федеральному Собранию РФ 12 декабря 2012 г. Президент РФ В.В. Путин заявил: «Хочу подчеркнуть, нам необходимо глубоко проработать все аспекты сбалансированного пространственного развития страны, включая и сферу образования. Было бы правильно, чтобы приоритетную поддержку получили те вузы, которые работают в регионах, сотрудничают с крупнейшими предприятиями регионов, вместе с ними продвигают научные исследования и разработки, чьи выпускники уже в период учёбы связывают своё будущее с тем местом, где они живут и учатся» [3].

Концепция стандарта предусматривает более тесное взаимодействие работодателя и образовательного учреждения.

Предприятиям Камчатского края, заинтересованным в приходе выпускников, отвечающим современным требованиям и обладающим всеми профессиональными компетенциями необходимо уже сегодня внимательно изучить концепцию ФГОС нового поколения совместно с ведущими преподавателями кафедр университета по соответствующей специальности.

Принимая во внимание, что ФГОС нового поколения отводит на практические и лабораторные занятия не менее 50% от объёма времени междисциплинарного курса и предусматривает безусловное выполнение курсантами плавательного стажа, предприятиям Камчатского края стоит задуматься о заключении долгосрочных договоров с образовательными учреждениями о социальном партнерстве.

Производственная (профессиональная) практика является составной частью образовательного процесса и направлена на закрепление и углубление знаний и умений, полученных курсантами в процессе обучения, а также овладение системой профессиональных умений и навыков и первоначальным опытом профессиональной деятельности.

На факультете среднего профессионального образования Камчатского государственного технического университета (далее Факультет) профессиональная практика проводится в три этапа: практика для получения первичных профессиональных навыков; практика по профилю спе-

циальности; квалификационная практика. Производственная (профессиональная) практика проводится на основании двухсторонних договоров о проведении практики, заключаемых между предприятием (базой практики) и университетом.

Практика для получения первичных профессиональных навыков состоит из двух этапов. На первом этапе курсанты Факультета вторых курсов проходят учебную (слесарно-механическую) практику в учебно-производственных мастерских университета. Здесь курсанты осваивают основы слесарного дела, учатся работать на металлорежущих станках.

Вторым этапом практики для курсантов морских специальностей является ремонтно-монтажная практика, которую они проходили на судоремонтных предприятиях города.

У университета сложились дружественные связи и партнерские отношения с различными судоремонтными заводами: ЗАО «Судоремсервис», ООО «ПСРМЗ-Холдинг», ООО «Топливная аппаратура», ООО «Конструкция», ООО «Базис».

Курсанты работали в бригадах под руководством квалифицированных рабочих и мастеров, перенимали их богатый опыт и осваивали основы своей будущей профессии. После выполнения контрольной работы на присвоение рабочего разряда курсанты Факультета получают одну из рабочих профессий: «слесарь-монтажник судовой», «электромонтажник судовой» в зависимости от специальности.

В целом базы практики соответствовали получаемой курсантами профессии, однако отдельные темы практического обучения, указанные в примерных программах реализовать на некоторых предприятиях было невозможно из-за отсутствия указанного оборудования. В целях соответствия содержания программ практики фактическим видам, выполняемых работ на судоремонтных предприятиях по учебной практике для морских специальностей преподавателями Факультета, с учетом замечаний представителей предприятий, были разработаны учебные пособия в соответствии с примерными программами. Но при этом при разработке пособий было учтено реальное оборудование и инструмент, которыми оснащены предприятия, а в качестве рецензентов были привлечены специалисты с производства и Петропавловского морского порта.

Учебные пособия «Слесарная практика» для специальностей 150414 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок», 190501 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (на водном транспорте)», 190502 «Эксплуатация транспортных энергетических установок (на водном транспорте)», разработанные авторами: Столбовым Н.А., Столбовым И.Н., Агеевым В.А., получили грифы Федерального агентства по рыболовству. Они были допущены в качестве учебных пособий для курсантов, обучающихся в средних профессиональных морских учебных заведениях системы рыбохозяйственного комплекса.

В процессе обучения на третьем курсе курсанты морских специальностей проходят обучение на курсах рабочих профессий на выпускающих кафедрах университета и на судах рыбопромыслового флота. После сдачи квалификационного экзамена курсанты получают одну или две рабочие профессии: «матрос», «рефмашинист», «моторист», «судовой электрик», в зависимости от специальности, на которой обучаются.

Практика по профилю специальности

Курсанты Факультета по окончании третьего курса направляются на производственную практику: плавательную (на суда флота рыбной промышленности) или береговую (на предприятия различных отраслей). Курсанты морских специальностей проходят плавательную практику на рыбопромысловых судах крупных рыболовческих предприятий: ЗАО «Акрос», ОАО «Океанрыбфлот», ЗАО «Камчатимпекс», Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина и др. (более 20 предприятий).

Содержание практики по профилю специальности на факультете направлено на овладение курсантами профессиональной деятельностью по специальности, закрепление, расширение, углубление и систематизацию знаний, полученных при изучении дисциплин общепрофессионального цикла и профессиональных модулей.

Факультет совместно с отделом организации практики в соответствии с Графиком организационных мероприятий и обучения, необходимых для допуска курсантов ФСПО к производственной плавательной практике проводит все необходимые мероприятия и оформление документов для выхода курсантов в море.

В течение нескольких лет УМО не разрабатывались примерные программы практики для судомехаников и судоводителей, что затрудняло составление рабочих программ практики на Факультете.

Для обеспечения выполнения требований образовательных стандартов, рекомендаций по проведению практики и улучшения эффективности её проведения был проведен круглый стол руководителей практики от Факультета с представителями рыболовецких компаний на БАТМ «XXVII съезд КПСС» ОАО «Океанрыбфлот».

С учетом их рекомендаций и предложений руководителей практики от предприятий преподавателем университета Агеевым В.А, совместно с главным методистом ФГОУ «ЦУМК» Маргаритовым А.Э. были разработаны «Программа и методические рекомендации производственной (профессиональной) практики» по специальности 190502 «Эксплуатация транспортных энергетических установок (на водном транспорте)».

Они максимально приближены к работе курсантов в реальных судовых условиях. Эта программа была рецензирована специалистами предприятий и Петропавловского морского рыбного порта и в ней даны конкретные рекомендации руководителю практики на судне для обучения практикантов, с целью успешного освоения им его будущей профессии. Данная программа была одобрена ФГОУ «Центральный учебно-методический кабинет по рыбохозяйственному образованию» Федерального агентства по рыболовству и рекомендована в качестве примерной для образовательных учреждений Федерального агентства по рыболовству.

Квалификационная практика

Большинство курсантов Факультета проходят квалификационную практику на тех же предприятиях, на которых проходили практику по профилю специальности. Квалификационная практика на факультете имеет цель: обобщение и совершенствование знаний и практических навыков, приобретенных в процессе обучения; приобретение опыта организаторской работы по специальности, знакомство с передовой технологией, организацией и экономикой производства, с механизацией и автоматизацией производственных процессов.

На Факультете большое внимание уделяется набору курсантами морских специальностей плавательного стажа. С каждым годом количество курсантов, набравших плавательный стаж, увеличивается. По приведенной ниже гистограмме можно проследить динамику набора необходимого плавательного стажа курсантами Факультета для получения первого рабочего диплома за последние пять лет в период с 2007 г. по 2012 г.

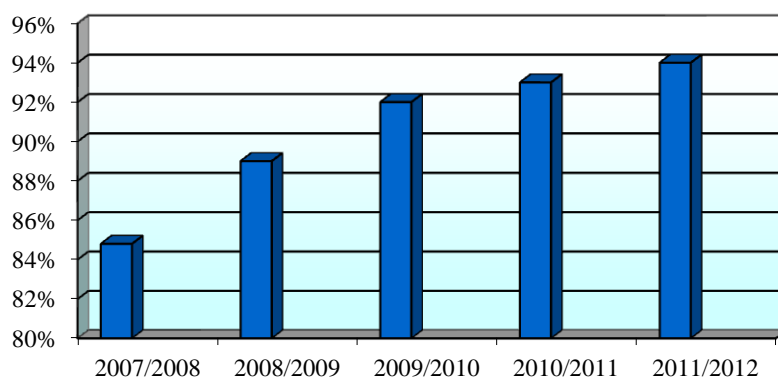


Рис. 1. Количество курсантов ФСПО, набравших полный плавательный стаж, от общего числа направленных на плавательную практику за отчетный период (в процентном соотношении)

Из приведенной выше гистограммы видно, что в прошедшем учебном году более 94% курсантов Факультета морских специальностей полностью набрали плавательный стаж.

Необходимо отметить и то, что шестой год с выпускниками морских специальностей факультета были проведены все необходимые дополнительные виды подготовки (не входящие в учебный план) в соответствии с требованиями международной конвенции ПДМНВ 78/95.

Это дает возможность выпускникам, набравшим плавательный стаж вместе с учебным дипломом получить и первый рабочий диплом для лиц командного состава международного образца в Государственной администрации Петропавловского морского порта.

Набор курсантами плавательного стажа дает возможность их дальнейшего трудоустройства по специальности или прохождения стажировки в качестве дипломированного специалиста, во время обучения на мореходном факультете университета.

Такие партнерские отношения Факультета с предприятиями в целом обеспечивают прохождение профессиональной практики курсантами в соответствии с требованиями образовательных стандартов. Однако в процессе прохождения практики курсантами выявляются и некоторые недостатки:

- выполнение курсантами во время прохождения практики функциональных обязанностей не всегда соответствующих программе практики;
- недостаточный контроль над курсантами со стороны руководителей практики в период ее прохождения;
- формальная проверка отчетов по практике курсантов руководителем практики от предприятия;
- низкая оснащенность современным оборудованием предприятий и организаций, на которых проходят практику курсанты;
- невозможность доступа курсантов к современной нормативно-технической документации, чертежам, инструкциям, положениям в базах практики.

При реализации ФГОС СПО нового поколения необходимо более тесное взаимодействие между работодателями и образовательным учреждением. При социальном партнерстве университета и работодателей возможна совместная разработка дополнительных профессиональных компетенций по каждой профессиональной образовательной программе морских специальностей с учетом требований предприятий Камчатского края для подготовки специалистов для рыбопромыслового флота.

В своей статье [5] «Строительство справедливости. Социальная политика для России» президент В.В. Путин предлагает несколько направлений, которые позволят России выйти на новый уровень своего развития. Он предлагает воссоздать «рабочую аристократию» и вернуть престиж рабочим профессиям. Для этого нужно: модернизировать профессиональные лицеи и колледжи, превращая их в многопрофильные центры для обучения молодежи по широкому кругу профессиональных программ; развивать социальное партнерство учебных заведений и работодателей, что позволит «соединить базовое фундаментальное образование с получением востребованной на рынке конкретной квалификации»; существенно изменить рынок труда квалифицированных рабочих, включив их в национальную систему профессиональной квалификации.

Исходя из вышеизложенного, руководителям отраслевых предприятий Камчатского края необходимо понять, что если они хотят получить при выпуске готового специалиста к профессиональной деятельности по полученной специальности, то необходимо более тщательное выполнение требований образовательных стандартов и программ практики во время ее прохождения курсантами. Только партнерские отношения между университетом и предприятием в течение всего периода обучения курсанта позволят получить выпускника соответствующего всем требованиям работодателя.

Литература

1. Приоритеты развития профессионального образования в России: Стенографический отчет о совместном заседании Государственного совета и Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России. – Москва, Кремль, 31.08.2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://президент.рф/transcripts/8786>.
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.ru/minec/activity/sections/strategicPlanning/concept/indexdocs>.
3. Послание Президента Российской Федерации Путина В.В. Федеральному Собранию РФ – Москва, Кремль, 12.12.2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/transcripts/17118>.
4. Федеральный Закон № 309-ФЗ от 01.12.2007 года. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части изменения понятия и структуры государственного образовательного стандарта» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mon.gov.ru/dok/proj/4335/>.
5. Строительство справедливости. Социальная политика для России. Статья президента В.В. Путина, 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.putinotogi.ru/2012/02/13/statya-v-v-putina-stroitelstvo-spravedlivosti-socialnaya-politika-dlya-rossii/>.

НЕОБХОДИМОСТЬ ОТРАЖЕНИЯ АСПЕКТА РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Е.В. Андриянова

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье представлен анализ проблем ресурсосбережения в промышленности в условиях плановой и рыночной экономики, а также рассмотрены возможные источники ресурсосбережения в современных условиях развития экономики, которые целесообразно отражать в учебном процессе при изучении специальных дисциплин.

Трудно недооценить роль ресурсосбережения как резерва развития инновационной деятельности современных рыбоперерабатывающих предприятий в области улучшения качества продукции и эффективности использования водных биологических ресурсов.

В современной рыбной отрасли России изменяются условия функционирования предприятий, решаются новые задачи производственного и организационного характера. В условиях полной самостоятельности предприятий главная ставка делается на распространение новых организационных форм, разработку и внедрение инновационных методов управления, стимулирующих динамичную приспособляемость рыбоперерабатывающих предприятий к новым условиям.

Эффективность ресурсосбережения определяется возможной экономией водных биологических ресурсов, материалов, трудового ресурса, электрической и тепловой энергии.

Основываясь на мировой практике теоретических основ ресурсосбережения можно сделать вывод о том, что человечество может выжить, только решив эту не простую задачу.

В образовательно-квалификационных характеристиках учебных дисциплин различных специальностей и направлений подготовки должны постоянно отражаться вопросы ресурсосбережения. К сожалению, в процессе проведения лекционных, практических занятий, курсовых работ и особенно дипломного проектирования проблеме ресурсосбережения не уделено должного внимания. Необходимо решить эти сложившиеся обстоятельства в самом кратчайшем времени путем осуществления комплексных мероприятий.

Основные проблемы в процессе ресурсосбережения не столько в отсутствии технологических и технических разработок, сколько в особенностях общественного мышления, включая руководителей всех уровней и большинства населения, находящиеся в плену ложных представлений о неисчерпаемости имеющихся ресурсов.

Система ресурсосбережения – это совокупность средств, процессов, операций, методов, с помощью которых обеспечивается получение готового продукта производства или его части при рациональном использовании необходимых и достаточных для данного производства ресурсов с учетом их предельно допустимой экономии в ходе организации процесса производства и минимизации отходов. Отсюда следует, что инновационная деятельность в области ресурсосбережения – это вид деятельности, связанный с трансформацией идей в новый (усовершенствованный) продукт или технологический процесс за счет улучшения процессов управления ресурсами и повышения экономической эффективности их использования при производстве данного продукта или организации технологического процесса.

Одним из путей решения этой проблемы является разработка новых эффективных ресурсосберегающих технологий и новых видов продукции. Однако решение этих и большинства других проблем развития инновационной деятельности рыбоперерабатывающих предприятий возможно при концентрации внимания и средств на дальнейшем целенаправленном развитии и использовании достижений научно-технического прогресса в области ресурсосбережения. При этом управление ресурсами может проявляться в трех основных аспектах:

1) управление физическим перемещением ресурсов под воздействием производственно-технологических требований;

2) управление ресурсами под воздействием экономических требований, т. е. управление движением «вглубь». Последнее означает достижение с помощью управленческих воздействий максимальной отдачи от использованных ресурсов (ресурсосбережение и минимизация отвлечения оборотных средств);

3) проведение комплексных мероприятий по изменению общественного мышления, о неисчерпаемости имеющихся ресурсов начиная с учебного процесса изучения специальных дисциплин.

На различных этапах развития рыбной отрасли делались попытки разработать и четко обозначить условия, реализация которых обеспечивала ресурсосберегающее, а значит и эффективное во всех отношениях ведение рыбопромышленного производства. Однако жесткое планирование и господствовавшая в доперестроечные времена административно-командная система управления не всегда позволяли реализовать это на практике.

В условиях устоявшихся социалистических производственных отношений каждое предприятие производило продукцию согласно доведенным планам, при этом эффективность деятельности оценивалась, главным образом, по уровню их выполнения и только затем рациональным использованием выделенных ресурсов. Проблемы ресурсосбережения практически всегда только формулировались в виде задач по необходимости обеспечения конкурентоспособности продукции. Экономическое обоснование, хотя и являлось обязательным атрибутом любого принимаемого хозяйственного решения, на практике же играло второстепенную роль и зачастую носило чисто формальный характер. По существу, суть эффективности сводилась к принципу, согласно которому все, что выгодно для государства, должно быть выгодно и для каждого из хозяйствующих субъектов. Всякий труд являлся общественно необходимым и носил общественный характер. Каждый производитель был вправе считать, что создаваемый им продукт является необходимым обществу и целесообразным вне зависимости от расходуемых на его производство ресурсов. Таким образом, для многих производителей расширенное производство зачастую не зависело от эффективности их хозяйственной деятельности, так как в основном осуществлялось на основе бюджетного финансирования, источником которого являлись преимущественно доходы прибыльных предприятий. Существовавшая система управления устанавливала производителям, что им производить, из чего, какие использовать ресурсы, что часто не совпадало с интересами и возможностями производителя и спросом потребителя. Такой подход к обоснованию хозяйственных решений приводил только к ухудшению ситуации.

Решение вопросов повышения эффективности ресурсосбережения производства в сложившихся условиях остается одной из наиболее важных и актуальных проблем современной экономической науки, а объективная необходимость повышения эффективности ресурсосбережения морского биологического сырья диктуется, непосредственно, значением рыбопромышленного комплекса в экономике страны.

По данным Международного энергетического агентства (IEA), российская экономика превосходит все другие страны мира по количеству использованного газа в расчете на рубль ВВП. По этому показателю мы почти в 6 раз расточительнее США, в 8 раз – Германии. Помимо объективных предпосылок (суровый климат, большие расстояния и соответственно большие затраты энергоресурсов на транспорт), высокая «газоемкость» национальной экономики связана с использованием как в промышленном производстве, так и в потреблении газа устаревших энерго-расточительных технологий. Так, КПД газовых электростанций с паровыми турбинами в России составляет 33%, в то время как во многих странах мира уже активно используются парогазовые установки с КПД, приближающимся к 60%. Расход газа в металлургическом производстве в России превышает аналогичные зарубежные показатели в 1,6–2,2 раза, что напрямую связано с отсутствием экономических стимулов для внедрения энергоэффективных технологий [1].

Расход электроэнергии в России, идущей на освещение помещений, почти в 3 раза выше, чем в развитых странах мира применяющих новые электроосветительные энергосберегающие лампы. О чем было упомянуто в Правительственной программе антикризисных мер, принятой на 2009–2010 г.г.

По использованию нефтяных ресурсов ситуация в России не менее критическая. Из тонны сырой нефти в России получается примерно 140–150 литров бензина, в то время как в США – свыше 450 литров. Отечественные нефтеперерабатывающие заводы по уровню технологий переработки нефти входят в число наиболее устаревших в мире. Средняя глубина переработки нефти на российских заводах составляет около 70%, а выход светлых нефтепродуктов (бензина, дизтоплива, авиакеросина и т.д.) в России, по оценкам экспертов, примерно в полтора раза ниже, чем в развитых странах. За последние 15 лет США снизили «нефтеемкость» ВВП почти на 20 процентов, в то же время в России она возросла на треть.

Последствиями такой ресурсной политики может стать уникальный по своей экономической природе ресурсный кризис. По мнению вице-президента РАЕН Е.А.Козловского, в ближайшие десятилетия Россию ждет дефицит по 36 основным видам природных ресурсов. За предстоящие

пятнадцать лет страна исчерпает разведанные запасы нефти, газа, свинца, 75 процентов меди, молибдена, никеля, олова, серебра, цинка, а запасы золота и алмазов закончатся еще быстрее. Уникальность ожидаемого ресурсного кризиса состоит в том, что неразведанные запасы этих природных ресурсов в России являются самыми большими в мире.

Трудовые ресурсы в современной российской экономике также используются неадекватно получаемым результатам, что говорит о высокой «трудоресурсоемкости» российской экономики. Основным показателем эффективности использования трудовых ресурсов является производительность труда. За последние пятнадцать лет значение этого индикатора в России снизилось на треть, а трудоемкость производства возросла в четыре раза. Часовая производительность труда, рассчитанная по ВВП, в России ниже, чем в Италии – в 4 раза, Франции – в 3,8, США – в 3,6, Японии и Германии – в 2,8 раза [2].

Объяснить спад производительности труда и соответственно рост «трудоресурсоемкости» в России можно несовершенством используемых технологий (низким уровнем механизации и автоматизации), недостатком реальных инвестиций для модернизации материально-технической базы, низкой организацией труда и мотивированностью работников к высокопроизводительному труду. Не маловажным фактором здесь является укрепление рубля и рост импорта, а также приток дешевой трудовой силы за счет миграции. Значительную роль также играют диспропорции на внутреннем рынке труда. Избыточная численность работников российских предприятий сопровождается уменьшением количества отработанных часов каждым работником. В среднем российский работник отработывает до 1560 часов в год, в то время как в США – 1945, в Японии – 2017, в Корею – 2547.

Попробуем соединить приведенные факты в общую картину. По нашему мнению, декларируемый правительством РФ рост ВВП последних лет в наибольшей степени обусловлен опережающими его темпами потребления экономических ресурсов и, в первую очередь энергетических и природных. Хотя в 2006–2007 гг. в России появились положительные сдвиги в развитии технологий переработки ресурсов (федеральные инновационные программы, поддержка приоритетных отраслей науки и техники, создание наукоградов и т.д.), их результаты будут видны в лучшем случае через 10–15 лет. Причем во многих российских регионах инициативы федерального центра поддерживаются очень слабо [3].

В целом развитие российской экономики за исключением нескольких демонстративных эпизодов носит экстенсивный характер. Ресурсная политика страны в очень малой степени способствует наращиванию ресурсного потенциала. Низкая концентрация производства и практическое отсутствие механизмов ресурсного комбинирования также значительно повышают ресурсоемкость российской экономики, что не позволяет обеспечивать высокие темпы экономического развития.

Основными причинами высокой ресурсоемкости являются низкий уровень инновационной деятельности на предприятиях пищевой промышленности. Достаточно отметить, что переход России на рыночные методы хозяйствования, сопровождался резким спадом объемов производства на предприятиях и численности управленческого персонала. В этот период в первую очередь были сокращены технологические, технические и инновационные отделы и службы, а инновационная деятельность фактически сократилась до нуля. Поэтому резко снизился нормативный и технологический контроль хода производственного процесса. В принятой в 2009 г. Правительственной программе антикризисных мер особое место в обеспечении эффективности энерго-, ресурсосбережения уделяется инновации как решающему средству ресурсосбережения и выходу России из мирового экономического кризиса. Все это подтверждает актуальность вопросов совершенствования инновационной ресурсной экономической политики на различных уровнях хозяйствования.

Важнейшее и первоочередное значение приобретает совершенствование существующих и формирование новых эффективных механизмов внедрения ресурсосберегающей политики для реализации потенциала ресурсосбережения на всех уровнях учебного процесса и управления производства.

Особое внимание следует обратить на управление ресурсосбережением на промышленных предприятиях, поскольку они являются непосредственными потребителями ресурсов и основными объектами выявления резервов ресурсосбережения. Вполне логично, что вопросы ресурсосбережения должны быть неотъемлемой частью учебного процесса, особенно специальных дисциплин различных специальностей и профилей подготовки, в этом и заключается значительная часть успеха в решении этой важнейшей проблемы.

Литература

1. Андриянова Е.В. Логистическая поддержка ресурсосберегающей деятельности промышленных структур (на примере предприятий рыбной промышленности Камчатского края): Монография. – М.: Издательский дом «Экономическая газета», 2011. – С. 9–10.
2. Козловский Е.А. В России природопользование вырождается в браконьерство // Бизнес Камчатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kambusiness.ru>.
3. Паньшин И.В., Яресь О.Б. Ресурсная экономическая политика: вопросы комбинирования и ресурсозамещения // Проблемы современной экономики. – 2008.– № 1.– С. 14–16.

УДК 378.14

ИНТЕГРАТИВНАЯ РОЛЬ ДИСЦИПЛИНАРНЫХ МОДУЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В СУЗАХ

Н.В. Бирюкова

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Статья посвящена формированию в учебном процессе интегративного типа познания при изучении экономических дисциплин в учреждениях среднего профессионального образования, а также формированию профессиональных компетенций будущих специалистов в процессе интегративно-модульного обучения.

Интегративный подход в обучении экономики и смежных дисциплин экономического цикла – это одна из целей современного образования. Сегодня возникла потребность в формировании специалистов нового типа, отвечающих требованиям рынка труда. Следовательно, перед преподавателем и студентом формируется ряд задач, главная из которых – восприятие картины мира в целом, то есть без отрыва теоретических знаний от практических навыков. Для решения этой важной задачи созданы профессиональные модули, в то время как реальный учебный процесс построен преимущественно на узкопредметной, дисциплинарной основе. Интегративный подход создает условия для одновременного соединения теории с практикой, так как происходит рассмотрение профессиональных ситуаций, решаются проблемные задачи. Сегодня работодатели высказывают пожелания, чтобы образовательные учреждения готовили специалистов, умеющих адаптироваться в сложных ситуациях, проявлять творческий подход в достижении поставленных задач, предвидеть возникающие в профессиональной деятельности проблемы и искать пути их рационального разрешения. Также студент должен понимать, что поток информации получаемых знаний не должен иссякать, после получения диплома об образовании, а значит необходимо постоянное повышение своей профессиональной компетентности [1].

Современные стандарты образования и требования рынка привели к появлению профессиональных модулей для изучения экономических дисциплин. В процессе изучения интегративных курсов студенты познают природу экономических знаний, способы запоминания, систематизации, структуру научных теорий, а главное – приобретают способность к системному мышлению, осмыслению новых знаний по образцу уже известных структур научных теорий. Интегративный тип познания формируется в учебном процессе, сочетая в себе непосредственный опыт, системное мышление, нестандартный подход к проблеме, интуицию.

В среднем профессиональном образовании следует выделить такие интегрированные модули, как «Основы экономики, маркетинг и менеджмент», «Основы анализа эффективности работы судна с применением информационных технологий», «Менеджмент и правовое обеспечение профессиональной деятельности», «Основы управления коллективом исполнителей» и другие. Данные модули позволяют не только расширить знания и тематику, которая рассматривается в контексте «Обществознания» и других общеобразовательных дисциплин, но и объединить практическую составляющую по управлению коллективом, деятельностью по принятию и разработке решений, завершение вышеперечисленных модулей закрепляется учебной и производственной практикой на предприятии.

Предлагаемая интеграция исключает многочисленные повторения и дублирование тем, что в свою очередь позволяет расширить круг изучаемых проблем, категорий, понятий. Также в интегрировании экономических дисциплин происходит необходимое сочетание комплекса наук, таких как экономика, информационные технологии, менеджмент и другие, что повышает компетентность обучаемых. В образовании компетентность определяется как сочетание шести ее составляющих:

- концептуальной – понимание теоретических основ профессиональной деятельности;
- инструментальной – владение базовыми профессиональными умениями;
- интегративной – способность сочетать теорию и практику при решении профессиональных проблем;
- контекстуальной – понимание социальной и культурной среды, в которой осуществляется профессиональная деятельность;
- адаптивной – умение предвидеть изменения и заранее быть к ним готовым;
- коммуникативной – умение эффективно использовать письменные и устные средства в межличностной коммуникации [2].

В ходе реализации профессионального модуля с экономической направленностью можно выделить три этапа формирования компетенций у обучаемых. Соответственно на первом этапе осуществляется первоначальная базовая подготовка обучаемого с последующим овладением тем профессиональной направленности. В рамках учебной дисциплины студент овладевает знаниями по одной теме, затем он приобретает информацию по смежным темам, входящим в один раздел или в одну учебную дисциплину, учится устанавливать внутренние связи, относящиеся к одной учебной дисциплине, и знания помогающие выделять общее и отличительное, классифицировать и выбирать единицы, составляющие цикл или блок дисциплин. На следующем этапе происходит вторичное возвращение к базовым знаниям на основе развития первоначальной мотивации – необходимости соединить новый материал с ранее изученным. Студент учится устанавливать интегративные связи между профилирующим модулем и сопутствующими модулями, использовать ранее изученный материал для освоения более сложного предмета, представленный профилирующим модулем. Одновременно на этом же этапе происходит формирование знаний и умений, отражающих особенности специализации. На третьем этапе студент включается в решение производственных (учебных) ситуаций за счёт объединения профилирующих модулей, модулей специализации и практикоориентированных модулей, что позволяет ему приобрести опыт решения практических профессиональных задач. Одновременно на этом же этапе студент включается в организацию производственных (учебных) ситуаций, предполагающих нахождение необходимой информации, ориентирование в ней, её отбора и классификации новой информации, адаптации за счёт объединения профилирующих модулей.

Сочетание менеджмента и правовых основ организации происходит последовательно, без временных и идеологических разрывов, возникающие вопросы по ведению бизнеса и управлению коллективом конкретизируются определенными законами и правовыми актами. Большинство студентов, попав в коллектив, должны четко знать права, обязанности и суть функционирования любой организации, так как их деятельность заключается не только в выполнении работ, но и по управлению подчиненными, для достижения общей цели. Для расчета эффективности технико-экономических показателей работы предприятия на современном этапе развития НТП, применяются информационные технологии, овладение которыми позволит специалисту в короткий срок рассчитать необходимые показатели, предупредить проблему и проанализировать ситуацию на ближайший период [3].

Показателями оценки результатов поэтапного формирования профессиональных компетенций будущих специалистов в процессе интегративно-модульного обучения в сузе являются: понимание сущности понятий, законов, закономерностей и т.д.; логичность изложения теоретического материала; использование понятий при установлении интегративных связей между дисциплинами сопутствующих и профилирующих модулей. Показателями на втором этапе являются: адаптация студентами понятий к профессиональной деятельности; понимание особенностей и задач производственной ситуации; овладение умением классификации и дифференциации научных понятий. Показателями на третьем этапе являются: владение умением классификации и дифференциации научных понятий в условиях конкретной производственной ситуации; владение умением решать профессиональные проблемы в производственной ситуации; владение умением формулирования практических рекомендаций к решению профессиональных проблем для конкретного производства.

Профессиональные модули предлагают студенту выбор в способе получения знаний – это аудиторная работа, лекции, самостоятельное изучение модуля, интерактивное обучение и сдача зачёта по модулю. Использование методических пособий ориентирует учащегося, в каком объёме проделанной работы он получит необходимый ему рейтинговый бал и возможно простимулирует его к самостоятельной научной работе. Такая система обучения позволяет студенту наиболее рационально распределять учебную нагрузку, в связи с тем что, модули формируются в логичном порядке от простого к сложному. Для качественного обучения создаётся учебно-методический комплекс, который должен включать как традиционное, так и инновационное наполнение (ГОС, рабочие программы преподавателей, тематические планы, планы семинаров, тесты, темы рефератов, варианты самостоятельной работы, интернет-ресурсы, учебники нового поколения, учебные пособия, рекомендации, глоссарии, набор требований и целей образования на период изучения темы или модуля, критерии сформированности у студентов профессиональных компетенций) [4]. Процессы интеграции в зависимости от типов междисциплинарных связей и объема интегрируемого содержания могут реализовываться в разных по протяженности вариантах: интегрированная лекция, спецкурс, итоговый интегративный, завершающий определенный блок дисциплин. Кроме того, исключительные характеристики преподавания интегрированных курсов зависят от характера их содержания и дидактических целей. Интеграция естественнонаучных, гуманитарных и профессиональных дисциплин должны основываться на взаимодействии природы, человека, общества и многообразия форм человеческого знания. Интегративная роль дисциплинарных модулей в изучении экономических дисциплин приводит к подготовке новых специалистов использующих знания из разных областей, благодаря которым новые технологии будут успешно освоены [5].

Литература

1. Волович Л.А., Гильмеева Р.Х., Тихонова Л.П., Мухаметзянова Л.Ю., Гараева Н.Г., Багабиева Г.М., Фокин А.В. Теоретические основы формирования ключевых профессиональных компетенций в содержании гуманитарных дисциплин в ССУЗ: Монография. – Казань: Издательство Данис, 2008. – 142 с.
2. Козлова И.В., Мельников В.Е. Перспективы использования интегративной модели графической подготовки студентов в вузе при переходе на образовательные стандарты нового поколения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dgng.pstu.ru/conf2010/papers/45>.
3. Логинова Е.А., Елецкая О.В. Характер изменений в профессиональном педагогическом образовании в аспекте его модернизации. // Современные научные исследования и инновации. – Сентябрь, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2011/09/2592>.
4. Максимченко Н. П. Интегративный подход к формированию рефлексивной компетентности студентов педагогических вузов [Текст] / Н. П. Максимченко // Актуальные вопросы современной педагогики: Материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Уфа, июнь 2011 г.). – Уфа: Лето, 2011. – С. 106–109.
5. Особенности преподавания гуманитарных и социально-экономических дисциплин в технических ССУЗах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pedagogics-book.ru/articles/1-5.

УДК 811.111'373

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В РЕЧИ И ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКАХ

Т.А. Герасюк

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В данной статье рассматривается сущность фразеологической единицы (ФЕ), дается определение ФЕ, определяются основные направления в работе с ФЕ, предлагается семантическая классификация и речевое и литературное употребление идиом. Более подробно рассматриваются маринизмы.

Без сомнения, английская фразеология представляет весьма большой интерес для изучения, хотя довольно трудна как для изучающих английский язык, так и для переводчиков. Эта область включает множество таких вопросов:

- как фразеология в качестве лингвистической дисциплины;
- как проблема структурно-семантической немоделированности ФЕ;
- как речевое использование ФЕ;
- как фразеологическая вариантность и структурная синонимия;
- как определение ФЕ и др.

Автор данной статьи не ставит цель рассмотреть вышеупомянутые вопросы. Цель данной работы - познакомить изучающих язык с основными положениями фразеологии, показать специфичность этой области, позволить убедиться в том, что фразеология является одним из важнейших источников обогащения английского языка.

Основными направлениями работы с фразеологизмами являются:

- Отбор наиболее распространенных устойчивых словосочетаний;
- Выявление их многозначности и стилистической разноплановости;
- Знакомство с идиомами, недавно появившимися в процессе развития языка;
- Выявление (по возможности) этимологии отдельных словосочетаний.

В процессе работы с фразеологизмами предполагается использовать следующие виды перевода:

- Перевод с помощью ФЕ русского языка;
- Перевод с помощью переменных и переменных-устойчивых сочетаний слов;
- Перевод с помощью словесных эквивалентов.

Фразеология (фр. *phraseologie*, из греч. *phrasis* – «выражение» и *logos* – «учение») – представляет собой раздел языкознания, изучающий фразеологический состав языка в его современном состоянии и историческом развитии, а также совокупность фразеологизмов данного языка, т.е. фразеологический состав языка.

Родоначальником теории фразеологии является швейцарский лингвист Шарль Балли (1865–1947).

Фразеологизм – это устойчивое сочетание слов, воспроизводимое в речи уже в готовом виде и имеющее переносное значение, например:

A red herring – ложный след; *Leapihg Lena* – автомобиль;

Фразеологизмы имеют 4 признака: воспроизводимость, целостность значения и раздельно-оформленное строение, устойчивость [2].

ФЕ, пришедшие из профессиональной деятельности человека являются идиофразеоматизмами. Идиофразеоматизмы обладают двумя значениями:

- профессиональное – осложненное;
- идиоматическое – переосмысленное.

Семантическая классификация ФЕ.

Семантика (от др.-греч. *σημαντικός* — обозначающий) – раздел языкознания, изучающий значение единиц языка. Объектом исследования являются фразеологические единицы и речевые образцы из литературного и разговорного пластов, а также изучается область морской терминологии в английском языке. В рамках вышеупомянутой семантической классификации предполагается рассмотреть 3 группы идиом:

- группу, где константным компонентом является имя собственное;
- группу, где принцип построения – абсурдность смысловых ассоциаций.
- группу маринизмов.

К первой группе относятся следующие словосочетания:

- *Black Maria* – тюремная карета; дымный пороховой снаряд;
- *Aunt Sally* – народная игра;
- *Curious George* – любопытная Варвара;
- *John Doe* – неизвестный, неопознанный;
- *Doubting Thomas* – Фома неверующий;
- *Peeping Tom* – любопытный человек;
- *Johnny-come-lately* – новичок;

- Charley – простак, «лопух»;
- Adam and Eve on a raft – яичница;
- Cheap John – ночлежка.

Естественно, это только малая часть той области, которую мы называем фразеологией.

Рассмотрим вторую группу ФЕ, в которой примеров немного, но она также заслуживает внимания:

- To win the porcelain net;
- To win the fur-lined tub;
- To win the solid gold chamber pot.

Все вышеизложенные фразы соотносятся с вариантом: «получить никчемную награду».

Третью группу ФЕ рассмотрим более подробно, так как она соотносится с профессиональной направленностью моей деятельности. Эта группа связана с маринизмами, т.е. с морскими ФЕ.

Существует 2 способа проникновения морских фразеологических устойчивых оборотов в литературную речь английского языка:

- через публицистику, морскую документацию; такие ФЕ, как правило, являются стилистически нейтральными, например: «high water mark» (мор. «отметка уровня полной воды; уровень прилива»), значение ФЕ – «наивысший предел; кульминационный пункт»; «a bill of health» (мор. «чистое карантинное или санитарное свидетельство»), значение ФЕ – «отсутствие каких-либо заболеваний; оправдание, реабилитация; установление пригодности»

- из устной речи морских специалистов; как правило, такие обороты являются коллоквиализмами и жаргонизмами и принадлежат к стилистически сниженному типу речи: «a sheet anchor» (мор. «запасной якорь»), значение ФЕ – «верное прибежище»; «a shot in the locker» (мор. «наличные деньги»), значение ФЕ – «оставшаяся возможность» [2].

Данные фразеологизмы в целом являются жаргонными словосочетаниями, бытующими в морской среде. Предполагается уделить особое внимание ФЕ с компонентом Dutch – голландский. ФЕ, содержащие в себе такой компонент, несут ярко отрицательную эмоциональную окраску. Это связано с конкуренцией британского, и голландского флотов в мировых водах в XVII–XIX веках. Такое соперничество и нелюбовь британцев к своим конкурентам на море привело к созданию целого ряда фразеологизмов: «a Dutch concert» – кошачий концерт; «a Dutch bargain» – односторонне выгодная сделка, «a Dutch feast» – пирушка, на которой первым напивается хозяин; «the Flying Dutchman» – «летучий голландец»; корабль, который никогда не пристанет к берегу; несбыточные надежды.

Основные функции ФЕ в художественной литературе можно изложить следующим образом:

- описание индивидуальных особенностей персонажа;
- раскрытие его взаимоотношений;
- передача его эмоционального состояния;
- усиление выразительности описываемых событий;
- передача их значимости;
- создание у читателя более рельефного представления о передаваемой автором идее, его отношении к событиям и фактам.

Теодор Драйзер: МФЕ «flotsam and jetsam» – «всякая всячина; остатки, обломки», «бездомные бродяги», «отребье», «отбросы общества» (мор. «обломки кораблекрушения») [1]: «It was permeated by a peculiarly stale and pungent odor, obviously redolent of all the flotsam and jetsam of flife – criminal and innocent – that had stood or seat in here from time to time...» – «там все было пронизано таким особым едким и отвратительным запахом всего самого скверного, присущего отбросам человечества – смеси преступности и невинности, что все это всплывало в его сознании время от времени...» (Th. Dreiser, “The Financier”, ch. XLIII).

МФЕ «in the offing» – «поблизости, невдалеке; в ближайшем будущем» (мор. – «вдали от берега» (но в виду его): «...but now that the possibility of another woman equally or possibly better suited to him was looking in the offing...» – «но теперь, когда возможность появления другой женщины рядом с ним была уже в обозримом будущем...» (Th. Dreiser, “The Titan”, ch. XVII).

МФЕ «take the wind out of smb’s sails» со значением «выбить у кого-либо почву из-под ног» (мор. – «отнять ветер» (находиться с наветренной стороны какого-либо судна)) совместно с МФЕ «high and dry» – «покинутый; оставленный в беде» (мор. – «на мели»): «... to take the love

of a man like Cowperwood away from a woman like Aileen was to leave her high and dry on land, as a fish out of its native element, to take all the wind out of her sails, almost to kill her.» – «... Отнять любовь такого человека как Каупервуд у женщины, какой была Эйлен, было подобно медленной смерти; такой же, как переживает рыба, только что выловленная из воды; все это выбило почву из-под ее ног и почти убило ее...» (Th. Dreiser, "The Titan", ch. XVIII).

МФЕ «make heavy weather» – «сгущать краски» (мор. «испытывать сильную качку»): «...weren't we making too heavy weather of it? The Committee had been obliged to take action: that was accepted. But wasn't the penalty... too severe?» – «разве мы не сгущаем краски? Это обязанность Комитета – вынести приговор. Но разве наказание.... Не слишком сурово?» (C.P. Snow, "The Sleep of Reason", chapter 3).

МФЕ «weather the storm» – «выстоять, выдержать, преодолеть испытания» (мор. – «выдержать шторм»): «How beautiful is the love that has weathered the storm of life!» – «Разве не прекрасна любовь, что выдержала все превратности судьбы!» (J. K. Jerome, "Three Men in a Boat (to say nothing of a dog)").

МФЕ «before the mast» – «в качестве матроса» (мор. – «помещение для команды, расположенное на передней части парусного судна»): «...for they behaved to him as nothing had occurred – as if he were still ship's doctor, and they still faithful hands before the mast.» – «... Они вели себя с ним так, как будто ничего не произошло, как будто он так и оставался их корабельным доктором, а они все еще были его преданными матросами».

МФЕ «whistle for a wind» – «выждать удобного случая» (буквально: стараться свистом вызвать ветер; выражение основано на старом суеверии): «Lay to, and whistle for a wind, that's my view». – «Давайте подождем удобного случая» (R.L.Stevenson «Treasure island»).

Основываясь на вышеизложенном, в заключение необходимо сказать о том, что:

- ФЕ помогают эмоционально обогатить нашу речь, сделать ее яркой, выразительной;
- Семантическая классификация ФЕ позволила нам систематизировать огромный пласт английской фразеологии, увидеть современные значения таких оборотов;
- Знание переносных значений фразеологизмов позволяет читателю полно понять содержание художественной прозы, почувствовать экспрессивно-эмоциональный фон; их использование позволяет писателю дать косвенную характеристику персонажам;
- Маринизмы-фразеологизмы широко используются в языке публицистики, современных литературных жанрах, очерках, но это уже тема для дальнейших исследований.

Литература

1. *Кунин А.В.* Англо-русский фразеологический словарь. – М.: Советская Энциклопедия, 1967. – 488 с.
2. Словарь-разговорник (английский сленг). – М.: АСТВ-Восток-Запад, 2010. – 356 с.

УДК 378:796

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ В АТЛЕТИЧЕСКОМ ЗАЛЕ

В.Ф. Жигadlo

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Базовая силовая подготовка курсантов и студентов во время учебных занятий физической культурой и тренировок на секциях представляет в настоящее время интерес не только у юношей, но и у девушек. Как известно, основополагающим физическим качеством человека является сила. Ее можно развивать с использованием различных средств, но наиболее эффективно она поддается тренировке, когда применяются отягощения. Они должны быть дозированными, т.е. учитывающими физические возможности того или иного курсанта и студента.

Еще в IV веке до нашей эры атлетическую гимнастику, как систему упражнений с отягощениями упражнения и тяжелыми предметами относили к естественным движениям. Тогда в соревнованиях принимали участие только те атлеты, кто мог поднять массивный груз, лежавший на главной площади Афин. Римляне разработали специальные упражнения с предметами для развития мускулатуры, сочетая их с гимнастическими и акробатическими элементами.

В XI–I веках до нашей эры древние медики впервые отметили и лечебные свойства силовых упражнений для разработки суставов, укрепления ослабленных мышц, регулирования дыхания. Для студентов-медиков и врачей было разработано руководство, в котором предлагалось использование в оздоровительных целях движений тела с отягощениями.

К окончанию XIX и началу XX веков, начинают издаваться многочисленные пособия, в которых описывались системы развития тех или иных мышечных групп с использованием гирь различного веса, гантелей, утяжеленных палок. Авторы, давая громкие и эффектные названия своим книгам и брошюры: «Вернейшее средство для накачки мышц», «Секреты грации и изящества», – гарантировали мгновенный успех. В этот период возникает особый интерес к сильным людям, имеющим гипертрофированную мускулатуру, способным на цирковой арене демонстрировать публике раздутые «шары-бицепсы».

Затем на арену вышли действительно сильные борцы, подниматели тяжестей, гиревики и разрыватели цепей. Стали проводиться многочисленные чемпионаты борцов и гиревиков, позволившие познакомиться с истинно крепкими, сильными атлетами. Хорошо нам известны имена Ивана Поддубного, Петра Крылова, Ивана Заикина, Александра Засса, Ивана Лебедева и других атлетов и борцов [1].

В России зарождение атлетической гимнастики как системы упражнений с отягощениями ради укрепления здоровья, исправления недостатков телосложения и осанки связано с именем врача Краевого В.М. В 1885 году в Петербурге он организовал «Кружок любителей атлетики», который свою работу строил на принципах сочетания естественных движений (ходьба пешком, бег) со специально подобранными упражнениями для рук, ног и туловища, с использованием закаливающих процедур. Спустя 12 лет открывается Петербургское атлетическое общество, реорганизованное в 1898 г. в Петербургское велосипедно-атлетическое общество. В России, помимо мужских соревнований по силовому спорту, стали проводиться также и женские чемпионаты. Ввиду большого интереса народа к силовому спорту, стал издаваться двухнедельный иллюстрированный журнал атлетики и спорта «Геркулес», девизом которого был актуальный и сегодня призыв: «Каждый человек может и должен быть сильным». В 1903 г. выходит книга российского атлета Евгения Сандова «Телостроительство», в которой описывались упражнения с гантелями, выполненные по принципу постепенного возрастания нагрузки.

В последующие годы атлетическая гимнастика по-прежнему считается важным средством физической культуры. Один из известных деятелей спортивной науки профессор И.М.Черкизов – Сераини отмечал: «Атлетическая гимнастика – это одно из наиболее эффективных средств, всесторонне воздействующих на человеческий организм. Обилие упражнений и возможность тонко дозировать нагрузки делает это важное средство оздоровления доступным для людей всех возрастов. А эстетическая сторона атлетической гимнастики приближает ее к подлинному искусству». В «Толковом словаре живого великорусского языка» знаменитый исследователь русского языка В.И. Даль записал: «Атлет – здоровяк, силач, богатырь...» Это предопределяет направленность занятий атлетической гимнастикой: в первую очередь должны решаться задачи по обеспечению здоровья, а уже потом – сила и телосложение.

Атлетическую гимнастику в нашей стране сегодня можно условно разделить на два направления – массово-оздоровительное и спортивное, каждое из которых имеет свои характерные черты и особенности [2].

В школьном возрасте спортивная тренировка на учебных занятиях и в секциях оказывает влияние на рост и развитие ребенка. Необходимо учитывать, что развитие и рост организма, продолжающиеся до 20–25 лет, происходят неравномерно, с замедлением темпа с 14 до 16 лет.

У девочек увеличение веса и роста отчетливо замедляется начиная с 14–15 лет. Аналогичные сдвиги у мальчиков наблюдаются несколько позже. Пропорции между развитием частей тела изменяются.

В растущих трубчатых костях в эпифизарных хрящах и в межпозвоночных дисках уже к 14–16 годам появляются зоны окостенения, что в дальнейшем приводит обычно к остановке роста. Контуры позвоночника с выпячиванием назад (кифозом) в грудном отделе и с изгибом вперед (лордозом) в шейном и в поясничном отделах формируются уже к 7-летнему возрасту. Од-

нако эти контуры оказываются нестойкими вплоть до старшего школьного возраста (до 16 лет). Поэтому до 15–16 лет еще возможно активное влияние на улучшение осанки школьников.

У детей отмечается высокая эластичность мышц и связочно-суставного аппарата. Однако, по мере роста и развития мышечной системы, увеличения поперечного сечения мышц повышается их сила и способность к концентрации усилий. Тренировка отчетливо сказывается на топографии мышечной силы и на абсолютном ее увеличении. На развитие силы тех или иных мышечных групп значительное влияние оказывает спортивная специализация, а также методика спортивной тренировки [1].

Подростки, у которых бурно протекает процесс полового созревания, характеризуются значительным увеличением роста и меньшим приростом поперечных размеров тела. Разница между окружностью грудной клетки и половиной роста (показатель Эрисмана), в этот период, оказывается величиной отрицательной (период «физиологического слабогрудия»). В процессе завершения полового созревания происходит усиленный рост тела в ширину, завершается окостенение частей скелета, увеличивается масса и поперечное сечение скелетной мускулатуры.

Происходит постепенное развитие систем дыхания и кровообращения. Поэтому необходимо учесть типичное для молодежи ускорение, так называемую акселерацию, физического развития. Вследствие улучшения условий жизни и воспитания, а также в результате действия многих факторов современной цивилизации рост и развитие организма происходят сейчас быстрее, чем в прошлые десятилетия. Дети и подростки развиваются в среднем на 1–2 года быстрее. Наиболее выраженная акселерация физического развития начинается с 10–12 лет, особенно выражена она в 16–18 лет, т. е. в связи с началом и развитием полового созревания, когда условия современной жизни и система воспитания (в том числе и физического) сказываются на детях с особой силой. При этом само половое созревание возрастает. У подростков под влиянием спортивных нагрузок состав крови значительно изменяется. Увеличивается число эритроцитов и при чрезмерных нагрузках может наблюдаться их распад (эритроцитоз). Увеличение числа лейкоцитов (лейкоцитоз) в крови обычно наблюдается при физических упражнениях. В случае чрезмерных нагрузок возникает также лейкоцитоз, т. е. растворение части лейкоцитов и уменьшение их числа.

Физические упражнения приводят к стойким прогрессивным структурным изменениям внутренних органов. Это в первую очередь относится к сердцу, поскольку к этому органу спортивная деятельность предъявляет особенно высокие требования. В результате тренировки увеличиваются размеры сердца.

Физическое развитие курсантов и студентов требует высокого уровня функций вегетативных систем. Этот уровень тем выше, чем значительнее расход энергии вызывают те или иные физические упражнения. И у девушек и у юношей увеличенный расход энергии связан с тем, что поверхность тела относительно велика по сравнению с его массой.

При одинаковой работе, по сравнению с взрослыми людьми, у подростков больше повышается обмен веществ. Это объясняется не только соотношением веса и поверхности тела, но и высокой возбудимостью нервной системы подростков. Особого внимания требует развитие функции правой и левой руки.

Как известно, у наибольшего числа подростков правая рука лучше развита по сравнению с левой, что обычно объясняется многовековым развитием, а также некоторыми анатомическими предпосылками: асимметричным расположением внутренних органов - печени справа, сердца слева и т. д. Большое влияние на развитие функций рук оказывают физические упражнения с отягощениями.

В процессе спортивных тренировок совершенствуется нервная регуляция функций. К 18 годам достигает высокого совершенства способность ориентироваться в пространстве, обостряется чувство темпа движений, ощущение расстояния, способность к анализу мышечных ощущений при изменении площади опоры.

Сила и выносливость при двигательной деятельности улучшаются до 20 лет и позже. В детском возрасте высокая пластичность нервной системы способствует лучшему и более быстрому освоению двигательных навыков, подчас даже очень сложных. Многие подростки быстро добиваются относительно высоких спортивных достижений. Вместе с тем у них может возникать иррадиация (распространение) возбуждения в центральной нервной системе, поэтому во время обучения движениям надо создавать спокойные условия.

У юношей и девушек имеются все необходимые биологические предпосылки для успешного освоения сложнокординированных движений. Исследование способности синхронизировать движения различными сегментами верхних и нижних конечностей показали высокие возмож-

ности сочетаний разнообразных движений подростков, не уступающих по уровню взрослым людям. Этим объясняются высокие спортивные достижения в таких видах спорта, как фигурное катание на коньках, спортивная гимнастика, прыжки в воду, и других.

У подростков переход от покоя к максимальной деятельности, происходит быстрее, чем у взрослых. Свообразно протекает процесс утомления, который прежде всего является результатом изменений в центральной нервной системе. Замечено, что субъективное проявление утомления – усталость – выражено неярко при положительном эмоциональном фоне. Монотонные движения вызывают быстрое утомление.

Преподавателям физической культуры следует учитывать серьезную опасность в тех случаях, когда выполняются физические нагрузки большой интенсивности и длительности, предъявляющие к организму предельно высокие требования. Под влиянием положительных эмоций работоспособность может быть еще более высокой при критических сдвигах функций организма, а чувство усталости оказывается маловыраженным. При этом легко возникает перетренировка, которую можно рассматривать как нарушение баланса нервных процессов, как невроз, связанный с нерациональными занятиями спортом. В начальной фазе полового созревания наблюдается повышенная функция желез внутренней секреции, особенно половых желез, и появляются вторичные половые признаки. В это время темп физического развития может значительно ускориться, возникают временные диспропорции в соотношении длины и ширины тела, длины ног и туловища.

Стремление подростков к рекордным достижениям при еще не стабилизированном физическом развитии таит в себе опасность перенапряжения. Особенно велика эта опасность при не устоявшемся балансе между работой различных желез внутренней секреции. Так, например, даже небольшое усиление функции щитовидной железы (гипертиреоз) может оказать неблагоприятное влияние на способность переносить большие физические нагрузки.

Но между тем силовая подготовка с применением дозированных отягощений укрепляет связки и суставы, помогает выработке выносливости, ловкости, воспитывает волю, уверенность в себе, повышает работоспособность организма.

Дозированные силовые нагрузки динамического характера не влияют отрицательно на развитие и дифференцировку позвоночника подростков. Силовые упражнения с тяжестями в юном возрасте без чрезмерных нагрузок не только не вызывают патологических изменений,

а силовая подготовка с применением дозированных отягощений укрепляет связки и суставы, помогает выработке выносливости, ловкости, воспитывает волю, уверенность в себе, повышает работоспособность организма [3].

Во время занятий с курсантами и студентами среднего профессионального образования преимущественно применяют упражнения с отягощением весом собственного тела. С возрастом учащихся увеличивается роль упражнений с внешним сопротивлением. В качестве отягощения применяют набивные мячи, гантели, резиновые и пружинные амортизаторы, сопротивление партнера; юношам можно рекомендовать гири, штангу (рис. 1). Эффект

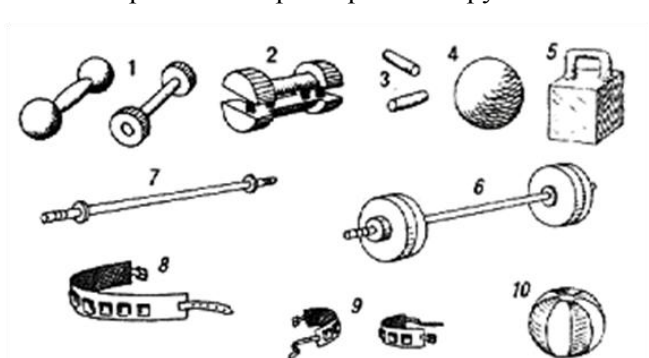


Рис. 1. Комплект снарядов и спортивных приспособлений:
 1 – гантели различной тяжести и формы, 2 – пружинные гантели, 3 – отягощения, 4 – ядро металлическое, 5 – приспособление для кистей рук, 6 – штанга лёгкая, 7 – гриф от штанги, 8 – боксёрский отягощенный пояс, 9 – боксёрские манжеты, 10 – набивной мяч (медицинболл)

применения силовых упражнений зависит от рационального распределения нагрузки на каждом занятии, от занятия к занятию, а также от правильного выбора веса отягощения.

На занятиях с курсантами и студентами надо использовать преимущественно такой вес, который может быть поднят занимающимися 15–20 раз подряд. Исходя из этого, нужно подбирать и вес отягощения. Упражнения с большим отягощением вредны для курсантов и студентов 1 курса ФСПО. Во время занятий с ними недопустимы длительные односторонние напряжения, нельзя также злоупотреблять статическими усилиями. Выполняя силовые упражнения, они не должны доводить мышцы до предельного утомления.

Специальная, собственно силовая подготовка допустима лишь при достижении курсантом и студентом совершеннолетия. Ведущим и основным методом развития силы у юношей и девушек является метод, основанный на применении динамических упражнений. Статические (изометрические) упражнения должны служить лишь дополнением к ним.

Наиболее эффективными силовыми упражнениями для хорошо подготовленных курсантов и студентов являются такие, которые могут быть выполнены 6–10 раз подряд. При дозировке упражнений с отягощением важно учитывать подготовленность занимающихся. При слабой подготовленности юношам обычно бывает достаточно выполнить каждое упражнение один раз «до отказа». В дальнейшем, по мере роста тренированности целесообразно на одном занятии выполнять каждое упражнение «до отказа» два и даже три раза.

Во время отдыха между очередными повторениями рекомендуется проделать несколько упражнений на расслабление, которые полезно сочетать с легким самомассажем.

Во время занятий с хорошо подготовленными курсантами и студентами, применяя изометрические упражнения, надо стремиться воздействовать одновременно на большое число мышечных групп. Это обеспечивает гармоничное развитие мускулатуры. Наибольший эффект изометрические упражнения дают при постепенном нарастании напряжения. Каждое из таких упражнений целесообразно выполнять в течение 6–7 сек, постепенно увеличивая напряжение с таким расчетом, чтобы достичь максимума примерно к четвертой секунде. И до и после каждого статического усилия рекомендуется выполнить несколько дыхательных упражнений.

Из седа на гимнастической скамейке, коне или козле, ноги закреплены, наклоны назад с различными положениями рук и поворотами туловища [4].

Различные виды ходьбы (на носках, пятках, внешнем крае стопы). Из разных исходных положений (стоя на одной ноге, сидя и др.) сгибание и разгибание стопы, круговые движения стопой внутрь и наружу. Поднимание на носки. Пружинящие покачивания на носках.

Перекатывание на ступнях вправо и влево в полуприседе, круговые движения коленями. Из основной стойки опускание на колени и возвращение в исходное положение без помощи рук. Из стойки ноги скрестно, опускаясь, сесть и возвратиться в исходное положение без опоры руками о пол. Из разных исходных положений сгибание и разгибание ноги (ног), поднимание и опускание прямой ноги (ног), круговые движения ногой внутрь и наружу.

Приседания на носках и на всей стопе (ноги вместе и врозь). Пружинящие движения в приседе. Приседание на одной ноге с опорой и без опоры руками (подростки и юноши). Выпады (вперед, назад, в сторону) на месте и с продвижением. Ходьба в полуприседе и приседе.

Прыжки на месте и с продвижением на двух ногах (ноги вместе, врозь, скрестно), на одной ноге, чередование прыжков на одной и двух ногах, прыжки в полуприседе и приседе.

Укреплению мышц ног (особенно мышц бедра) и таза способствуют также многие из перечисленных упражнений для мышц туловища.

Упражнения преимущественно для мышц рук и плечевого пояса. Стоя лицом друг к другу и упираясь ладонями о ладони партнера, попеременное и одновременное сгибание и разгибание рук с сопротивлением.

То же, но один из партнеров лежит на спине (юноши).

Из разных исходных положений, держась за руки, движения руками вперед, назад, в стороны, вверх, вниз, оказывая и преодолевая сопротивление.

Сгибание и разгибание рук в стойке на руках с помощью партнера (подростки и юноши).

Стоя лицом друг к другу и держа гимнастическую палку перед собой на вытянутых руках, перетягивание друг друга, сгибая руки; поднимание, опускание и выкручивание палки, преодолевая сопротивление партнера.

Упражнения преимущественно для мышц туловища и шеи. Из разных исходных положений (стоя, лежа, сидя) сгибания и разгибания в тазобедренных суставах, преодолевая сопротивление партнера. То же, но партнер оказывает сопротивление, удерживая выполняющего за шею.

Удержание различных статических положений (наклон вперед прогнувшись, горизонтальное положение лежа на бедрах на гимнастической скамейке лицом вверх и лицом вниз, наклон в сторону, сед углом на полу и др.), преодолевая сопротивление партнера, создающего различные по характеру и направлению дополнительные нагрузки.

Упражнения преимущественно для мышц ног и таза. Из разных исходных положений (стоя на одной ноге, лежа на спине) сгибание и разгибание стопы, преодолевая сопротивление партнера, удерживающего стопу руками. Сидя лицом друг к другу, упираясь стопами согнутых ног держась за руки, не отпуская рук, поочередное и одновременное разгибание и сгибание ног, оказывая и преодолевая сопротивление.

Стоя спиной друг к другу, держась за руки, опускание на пол и возвращение в исходное положение.

Лежа на спине, полусогнутые ноги подняты, сгибание и разгибание ног в коленях, преодолевая вес партнера, опирающегося руками на стопы поднятых ног (юноши).

Стоя на коленях (партнер прижимает руками стопы к полу), наклоны вперед, увеличивая угол между бедрами и голеньями, и возвращение в исходное положение.

Упражнения атлетической гимнастики с отягощениями (рис. 2)

1. Поднимите гантели к плечам, держа ладони внутрь. Поочередно выпрямляя и сгибая руки, выжимайте гантели вверх. Дыхание произвольное.

2. Гантели в опущенных руках, ладони вверх. Поочередно сгибая и выпрямляя руки, поднимайте гантели к плечам. Локти старайтесь держать неподвижно, туловище не раскачивайте. Дыхание произвольное.

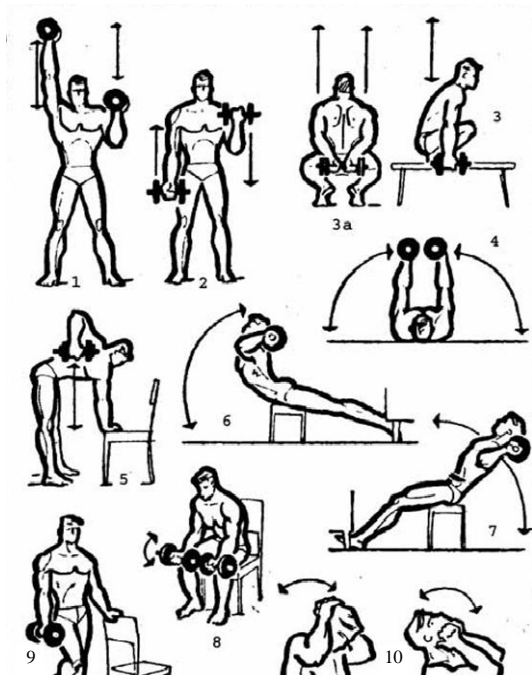


Рис. 2. Упражнения атлетической гимнастики с отягощениями

ловой или у груди, энергично, до прогиба в пояснице, поднимите туловище вверх (вдох), а затем медленно опустите вниз (выдох) (10–12 повторений в подходе).

7. Сядьте на скамейку, неподвижно закрепите ступни, а руки с гантелью, как и в предыдущем упражнении, заложите за голову. Медленно отклоните туловище назад и, прогибаясь в пояснице, опустите его вниз (вдох), а затем быстро вернитесь в исходное положение (выдох) (12–15 повторений в подходе).

8. Возьмите в руки гантели, сядьте и положите предплечья на бедра ног так, чтобы кисти находились у коленей (на весу) ладонями вверх. До предела сгибая и разгибая кисти, поднимайте и опускайте гантели. Дыхание произвольное (10–12 повторений в подходе).

9. Взяв в одну руку гантель, обопритесь другой рукой о спинку стула. Если вы опираетесь о стул левой рукой, то левую ногу несколько согните в колене. Стоя на правой ноге, начинайте подъемы на носке. Опускайте пятку до пола и снова поднимайте как можно выше. Прodelайте 12–15 подъемов на каждой ноге.

10. Соедините пальцы на затылке и, нажимая на него руками, медленно до предела согните напряженную шею, наклоняя голову книзу. Затем, прилагая руками уступающее усилие, разогните шею, отклоняя голову назад. Повторите это движение 10–12 раз подряд и приступайте к следующему. Упритесь ладонями в подбородок и, оказывая давление, руками снизу вверх (опять-таки медленно) разогните шею, а затем, преодолевая сопротивление рук, наклоните голову вниз. Это движение надо повторить тоже 10–12 раз. Отклоняя голову назад, в обоих случаях делайте вдох, наклоняя вперед – выдох.

На рис. 2 показано, как нужно правильно выполнять упражнения [5].

3. Возьмите в руки гантели и станьте ногами на скамейку (смотря вдоль нее). Держа руки опущенными вниз, сделайте глубокий присед на всей ступне и встаньте в исходное положение. Через урок можно проделывать другой вариант приседаний (3а). Удерживая одну или две гантели в опущенных руках за спиной у крестца, присядьте на носках, стараясь не наклонять вперед туловища. Опускаясь в подсед, делайте выдох, поднимаясь – вдох (12–15 повторений в подходе).

4. Лягте на коврик и выпрямите руки с гантелями вверх. Не сгибая локтей, разведите руки в стороны до касания гантелями пола (вдох), а затем, подняв руки вверх, скрестите их над грудью (выдох).

5. Возьмите гантель в одну руку и наклонитесь вперед, опираясь другой рукой на стул или табуретку. Сгибая опущенную вниз руку с гантелью, отведите локоть назад-вверх и поднимите гантель до груди. При подъеме гантели делайте вдох, при опускании выдох.

6. Лягте лицом вниз, опираясь бедрами на скамейку, ступни ног закрепите, туловище опустите. Возьмите в руки гантель и, удерживая ее за го-

Направленность атлетической гимнастики можно отнести к одной из разновидностей гимнастики с преимущественным содержанием в занятиях силовых упражнений с использованием стандартных гимнастических снарядов, отягощения, различных тренажеров. Она направлена на укрепление здоровья, достижение более высокого уровня общефизической подготовленности подростков, молодежи и людей среднего возраста. В этом смысле атлетическая гимнастика призвана существенно изменить телосложение занимающихся, формируя гармонично развитую атлетическую фигуру, способствовать развитию двигательной работоспособности, гибкости и ловкости.

Разносторонность занятий атлетической гимнастикой массово-оздоровительного направления определяется включением в нее таких видов спортивной деятельности, как бег, плавание, игры, которые за счет своей специфики оказывают благотворное влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы организма атлета. Помимо силовых упражнений с различного рода отягощениями, упражнений на специальных тренажерах, являющимися для атлетов спортивного направления основными, атлетическая гимнастика массово-оздоровительного характера строится на использовании комплексов, которые могут включать:

- силовые упражнения на гимнастических снарядах (брусья, перекладина низкая и высокая, брусья разной высоты, конь, кольца и др.);
- общеразвивающие упражнения (ОРУ) с силовым акцентом без предмета и с предметами (скакалки, гимнастические палки, набивные мячи, гантели, резиновые жгуты и др.)

Подбирая силовые упражнения для составления комплексов, следует руководствоваться наиболее важным:

- во-первых, в нем обязательно должны быть упражнения для основных мышечных групп: для мышц шеи, плечевого пояса и рук, мышц спины, брюшного пресса, ног;

- во-вторых, используемые в тренировке атлета силовые упражнения должны учитывать три режима мышечной деятельности:

- а) напряжение мышц без изменения их длины (статический, изометрический режим),
- б) сокращение мышц с уменьшением их длины,
- в) увеличение длины мышц (уступающий режим).

Обязательным компонентом занятий атлетической гимнастикой являются упражнения на гибкость. Специальные упражнения, связанные с проявлением активной и пассивной гибкости, могут быть включены в разминку, как средство подготовки суставов к возрастающей нагрузке; в основную и заключительную части занятия, как средство дополнительного развития и активного восстановления мышц между подходами к силовым заданиям. Для этих целей, как правило, упражнения выполняются на полу, на снарядах и с предметами. Все более активным становится использование в занятиях атлетической гимнастикой системы «стретчинг».

Нельзя забывать и о развитии выносливости, в особенности силовой выносливости, в значительной степени определяющей работоспособность курсанта и студента. Если силовая выносливость будет расти по мере увеличения количества повторений собственно силовых упражнений, то улучшение так называемой общей выносливости будет происходить при использовании продолжительной работы умеренной мощности, включающей функционирование большей части мышц атлета (бег, плавание).

Атлетическая гимнастика, взяв на вооружение средства основной гимнастики, получила прекрасную возможность для совершенствования ловкости, координации, скоростных качеств атлетов. Освоение техники большого количества упражнений на основных гимнастических снарядах, в акробатике может в значительной степени обогатить содержание тренировки, сделав ее более интересной и увлекательной, предоставит возможность использовать в деле свою силу, гибкость и координацию. Причем, значительное количество гимнастических упражнений на снарядах, связанное с проявлением силы, имеет прикладной характер, что при случае может найти свое применение в трудовой, бытовой или военной обстановке [6].

Практика подготовки атлетов подсказывает, что тренировки в атлетической гимнастике должны обязательно учитывать тип телосложения занимающихся. Для человека атлетического сложения (мезоморфный тип) характерна хорошо выраженная мускулатура, он крепок и широк в плечах, силовые нагрузки хорошо воздействуют на развитие массы и рельефа мышц.

Тонкокостный астеник (экторморфный тип) представляет собой человека со слабой мускулатурой, ему трудно наращивать силу и объемы мышц. Чтобы добиться хороших результатов в атлетической гимнастике, астеникам рекомендуется повышать интенсивность нагрузки за счет

уменьшения количества повторений и одновременно увеличения веса снаряда. При этом следует чаще чередовать силовые упражнения с упражнениями на расслабление.

Гиперстеник (андоморфный тип) имеет мощный костяк и, как правило, рыхлую мускулатуру. Люди этого типа склонны к полноте и, естественно, в занятиях нуждаются в особом подходе. Наряду с задачей выполнять комплекс с большой нагрузочностью, с акцентированием упражнений на воспитание выносливости, когда считается вес отягощений, но увеличивается количество повторений, гиперстенику необходимо включать в систему занятий упражнения, требующие высокой двигательной активности (бег, плавание, спортивные игры), и очень внимательно относиться к своему режиму питания.

Чтобы проверить, соответствует ли вес (масса тела) занимающихся норме, следует вес (в килограммах) разделить на рост (в дециметрах). Результат от деления в пределах 4,3–3,2 говорит о нормальной массе тела, 5,3–4,4 – чрезмерной, а 3,1–2,8 – недостаточной массе тела. Эти данные могут также характеризовать типы телосложения: гиперстеники и астеники будут приближаться к крайним границам, а нормостеники – расположатся где-то посередине. Показатели выше или ниже пределов, как утверждают специалисты, могут в отдельных случаях свидетельствовать либо о болезненном ожирении, либо об истощении.

Вот еще несколько соотношений, характеризующих пропорциональное телосложение:

- окружность шеи вдвое больше окружности запястья и вдвое меньше окружности талии;
- окружность бедра в полтора раза больше окружности голени;
- окружность голени примерно равна окружности шеи у женщины и окружности напряженного бицепса у мужчины;
- окружность груди должна быть в 1,1 раза больше окружности таза;
- окружность талии должна быть на одну четверть меньше окружности груди.

Построение занятия массово-оздоровительного направления атлетической гимнастики, в отличие от спортивного, не требует обязательного набора специальных тренажеров, штанг и гантелей разного веса. В зависимости от условий проведения занятия (квартира или парк, двор с гимнастическими снарядами или обычный физкультурный зал), в соответствии с правилами составления комплексов упражнений, закономерностями воспитания физических качеств, а также, учитывая индивидуальные особенности занимающихся, отбираются, а затем и используются средства основной гимнастики.

Главное, что делает основную гимнастику наиболее пригодной для занятий атлетизмом.

1. С помощью гимнастических упражнений можно осуществить избирательное (локальное) воздействие на мышцы.

2. Гимнастические упражнения позволяют легко дозировать нагрузку за счет изменения количества повторений, режима мышечной работы (быстро, медленно), а также выбора варианта исполнения упражнения (простой, сложный), в зависимости от подготовленности и самочувствия занимающихся.

3. Имеется возможность использовать собственный вес, как отягощение.

4. При затруднении в освоении упражнений возможно расчленение его на более простые составляющие элементы.

5. Освоить физически или технически сложное гимнастическое упражнение, представляющее интерес для курсанта или студента, можно используя проводку по движению, помощь в наиболее трудных частях движения.

Что характерно для массовой атлетической гимнастики:

1. Атлеты, избравшие для себя массово-оздоровительное направление в атлетической гимнастике, в своих тренировочных занятиях в качестве модели используют отдельные черты системы подготовки в спортивном атлетизме, изменяемые с учетом возраста, уровня готовности, материальных условий тренировки. Например, количество тренировок в неделю может быть от 2 до 4 с чередованием занятий в зале с занятиями в бассейне, лесопарке, во дворе.

2. В тренировке, помимо силовых упражнений, могут использоваться упражнения, связанные с воспитанием быстроты, ловкости, выносливости, гибкости на основе применения наиболее доступных и удобных средств.

Например, в одном занятии могут выполняться упражнения для воспитания силы мышц пояса верхних конечностей (на гимнастических снарядах), быстроты (легкоатлетические упражнения, акробатика), ловкости (исполнение относительно сложных гимнастических движений), гибкости (система стретчинг).

3. Преследуя цель гармоничного и пропорционального развития тела с умеренной гипертрофированностью мышц, занимающиеся могут использовать разнообразные методы развития мышц.

4. Заниматься массово-оздоровительной атлетической гимнастикой могут практически люди любого возраста и любого уровня подготовленности,

5. Оздоровительная атлетическая гимнастика предполагает проведение занятий в любых условиях: в гимнастических залах со снарядами и без них, в парке, на воздухе и дома, на школьных площадках. Можно обходиться без отягощений и специальных тренажерных устройств, используя собственный вес, самосопротивление, изометрические упражнения.

В студенческом возрасте (18–20 лет) наряду с совершенствованием ловкости, быстроты и гибкости необходима специальная систематическая работа (особенно с юношами), направленная на развитие силы и различных проявлений выносливости. Особую значимость приобретают различные упражнения с отягощением [7].

В атлетической подготовке курсантов и студентов нужно использовать комплексный подход, например, помимо силовых упражнений, могут использоваться упражнения, связанные с воспитанием быстроты, ловкости, выносливости, гибкости на основе применения наиболее доступных и удобных средств. В одном занятии могут выполняться упражнения для воспитания силы мышц пояса верхних конечностей (на гимнастических снарядах), быстроты (легкоатлетические упражнения, акробатика), ловкости (исполнение относительно сложных гимнастических движений), гибкости (система стретчинг).

Средства атлетической гимнастики не только влияют на развитие силы и формирование гармоничных телесных структур, но и на формирование эстетического вкуса, поскольку красота форм тела и движений в спорте – общепризнанные ценности.

Атлетическая гимнастика укрепляет здоровье, избавляет от многих физических изъянов (сутулость, впалая грудь, неправильная осанка, слаборазвитые мышцы и др.). Режим упражнений в сочетании с рациональным питанием позволяет избавиться от излишних жировых отложений или прибавить в весе в тех случаях, когда это необходимо. Система упражнений тренирует сердечно-сосудистую (мышечную массу нередко называют вторым сердцем) и другие жизненно важные системы организма, через развитие мускулатуры активно и благотворно воздействует на работу внутренних органов, делает тело мускулистым и красивым, позволяет направленно управлять своим телосложением, способствует достижению высокого уровня силы, развитию выносливости, укреплению нервной системы, исключению или резкому снижению вредного воздействия на организм так называемых факторов риска. Девушкам эти занятия позволяют обрести грациозность, довести фигуру до совершенства, способствуют более быстрому послеродовому восстановлению организма.

Литература

1. *Филин В.П.* Возрастные изменения быстроты, мышечной силы и скоростно-силовых качеств // Скоростно-силовая подготовка юных спортсменов // Под общей ред. В.П. Филина. – М.: Физкультура и спорт, 1998. – 124 с.

2. *Годик М.А.* Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок. – М.: Физкультура и спорт, 2006. – 136 с.

3. *Гавердовский Ю.К.* Техника гимнастических упражнений. Популярное учебное пособие. – М., 2002. – 322 с.

4. *Фаламеев А.И.* Вариативность методики тренировки тяжелоатлета. Тяжелая атлетика. – М.: Просвещение, 2004. – 147 с.

5. <http://www.temych2000.narod.ru/sports/liter/Atletizm14.html>.

6. <http://www.activeclub.com.ua/modules.php?name=Pages&pa=showpage&pid=203>.

7. Правила спортивных игр и состязаний. Иллюстрированный энциклопедический справочник: Пер. с англ. – Минск, 2003. – 543 с.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

И.М. Космачева, Н.В. Давидюк, И.В. Сибикина

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В статье анализируются предстоящие изменения в образовательном процессе в связи с переходом на новые стандарты. Качество образования в высшей школе в последнее время снизилось. Предложены необходимые корректировки учебного процесса для поддержания должного уровня подготовки специалистов.

Специалист по информационной безопасности – это приоритетное престижное направление подготовки специалистов. В стране отмечается недостаток кадров в этой профессиональной области. В ближайшем будущем не будет сокращений наборов на эту специальность в той степени, как это происходит на других. Поэтому анализируемая проблема рассматривается в тесной связи с проблемами подготовки специалистов данной сферы.

Стратегия модернизации российского образования требует, чтобы содержание профессионального образования основывалось на понятии – компетенции, компетентность. Болонский процесс требует создания многоуровневого обучения, разработки и реализации новых образовательных программ, внедрения кредитной системы оценки и приложений к дипломам.

В связи с этим перед системой образованием стоит вопрос: как обучать студентов так, чтобы они могли быстро и гибко реагировать на изменяющиеся условия, приобретая такой набор знаний, умений и навыков, который позволит выпускникам уверенно ориентироваться в профессиональной сфере и адаптироваться под изменяющиеся требования работодателя.

На специалистов в сфере защиты информации в последнее время увеличивается спрос со стороны работодателей. Если раньше специалисты по информационной безопасности были востребованы в основном в госструктурах и крупных коммерческих компаниях, то теперь такие кадры нужны в медицинских, учебных учреждениях, рекламных фирмах, торговых центрах и т. д. В Астраханском государственном техническом университете уже на протяжении 10 лет готовят специалистов по специальности «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем». Конкурс на специальность, включая 2012 год высокий (в среднем 6 человек на место), базовая подготовка студентов по сравнению с другими специальностями стабильно высокая. К специалисту по информационной безопасности предъявляется большое количество требований со стороны работодателей: обладание знаниями и умениями в области информационных технологий, техники, права, экономики, психологии, знание иностранных языков. В то же время отмечается недостаток таких специалистов или несоответствие их знаний требованиям и задачам бизнеса. Информационная безопасность – стремительно развивающаяся отрасль знаний, предъявляющая очень высокие требования к актуальности знаний, получаемых в ходе подготовки специалистов по информационной безопасности. Американцы даже предложили измерять скорость устаревания знаний специалиста единицей «полураспада компетентности», которая показывает, что по многим профессиям этот порог наступает менее чем через пять лет, т. е. применительно к нашей системе раньше, чем заканчивается обучение [1]. Прежде отметим, что компетентный специалист может быть подготовлен только при соблюдении обязательных условий:

- наличия квалифицированных хорошо оплачиваемых педагогов,
- достаточного уровня базовой подготовки абитуриентов,
- наличия необходимой материально-технической базы у вуза,
- наличия мотивации к обучению со стороны студентов и соблюдения ими требований преподавателей и сроков исполнения текущих заданий во время учебного процесса.

В статье анализируется вопрос формирования системы знаний студентов в соответствии с последними изменениями в российском образовании, и предлагаются способы по совершенствованию системы подготовки специалистов на примере специалистов по информационной безопасности. Эта специальность особенно интересна в качестве примера. Ведь цели построения но-

вой системы образования включают получение международного признания дипломов, повышение мобильности студентов и преподавателей, коммерциализацию образовательной деятельности за счет притока иностранных студентов для платного обучения в нашей стране. Но на некоторых специальностях запрещено обучение иностранных студентов без разрешения Министерства образования и науки России. Поэтому сомнительные преимущества, которые предлагает новая система обучения, заключающиеся в возможности обучения и трудоустройства студентов за рубежом для специальности «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем» не могут быть реализованы теоретически, а практическая их реализация могла бы привести как к «утечке мозгов», так и утечке информации за рубеж, нарушению национальной безопасности.

Поэтому, учитывая, что высшая школа, безусловно, нуждается в изменениях по причине всеобщей информатизации общества и государства, развития информационных технологий, развития законодательства в сфере обеспечения гарантий качества оказываемых услуг, увеличения международных связей, надо сосредоточить основные усилия, внимание и ресурсы на всестороннем обновлении содержания обучения с позиции передовой науки и практики. Следует всячески стимулировать и мотивировать преподавателей на творчество, научные исследования и самоотдачу, обеспечить приток в преподавательский корпус наиболее способных молодых специалистов, всемерно развивать активность и творчество студентов.

Во введении были обозначены основные очевидные требования к качественной подготовке специалистов. Проанализируем основные существующие проблемы по выделенным пунктам и сформулируем рекомендации по их устранению.

1. Наличие квалифицированных и хорошо оплачиваемых педагогов.

В последнее время выросла текучесть персонала из-за низкого уровня оплаты труда. Отток высококвалифицированных специалистов происходит как из дотируемых регионов страны в развитые, так и за пределы России. Педагогический состав по такому относительно молодому направлению, как информационная безопасность, формируется зачастую из выпускников или преподавателей, которые не имеют базового образования, связанного непосредственно с информационной безопасностью. И у тех, и у других в связи с этим возникает проблема отсутствия практического опыта в данной области.

– Привлекаемые в качестве внешних совместителей сотрудники могли бы этом плане помочь штатным сотрудникам повысить уровень профессиональной подготовки за счет проведения консультаций, или краткосрочных «корпоративных» курсов повышения квалификации.

Например, и в Германии, и в США используется такая форма подготовки преподавателей вузов, как консультирование коллег. Суть ее заключается в том, что преподаватели, имеющие опыт работы, назначают часы консультаций, когда к ним могут обратиться все желающие (в Германии), или приглашают к определенному времени к себе молодых/начинающих коллег (в США) [2]. Такой опыт курирования младших коллег был развит и в советский период. В настоящее время конкуренция и низкая заработная плата делает невыгодным для преподавателей передачу личного опыта коллегам. Лишь общий интерес, взаимоконсультирование, материальное стимулирование сотрудников может обеспечить решение данной задачи.

К тому же в наших вузах не всегда обеспечивается преемственность при изучении связанных дисциплин. Так, для студентов разных специальностей не всегда делаются различия при изучении предметов таких, например, как алгебра или физика. Не связывается содержание по базовым дисциплинам с содержанием «дочерних» дисциплин, на которых формируются профессиональные навыки, компетенции. Например, для изучения дисциплин «Безопасность систем баз данных», «Проектирование защищенных баз данных» необходимы знания, получаемые из таких курсов как «Безопасность операционных систем», «Безопасность вычислительных сетей» и т. д.

– Объединение преподавателей, читающих смежные (взаимосвязанные) дисциплины, в кластеры и выделение определенного количества часов в учебной нагрузке для «взаимообучения» преподавателей, взаимного общения внутри такого кластера позволит повысить качество преподавания сразу целого набора дисциплин.

Это решит, в какой-то мере, проблему повышения квалификации преподавателей, которая в вузах сошла на нет, в отличие от преподавателей школы и медицинских работников. Зачастую под повышение квалификации попадает обучение в аспирантуре, докторантуре. Но научная работа не всегда связана с преподавательской деятельностью. Не всегда хороший ученый будет

хорошим преподавателем и наоборот. Это известный факт. На данный момент фактически отсутствует система регулярного повышения квалификации преподавателей, взаимодействие и обмен опытом, консультирование между преподавателями разных вузов и специалистами из предметных областей. А так как есть проблема утечки кадров, актуальна и проблема взаимозаменяемости преподавателей.

– Преподаватели должны быть заинтересованы в качественной передаче своих знаний школьникам и студентам. Рейтинг, авторитет преподавателя может частично складываться из положительных отзывов обучающихся, оставляемых ими в обязательном порядке после завершения обучения. Такое анкетирование проводится и так, например, при прохождении конкурсов-выборов для избрания преподавателя на должность. Но нужно понимать, что эта оценка не может являться основной, так как студент не всегда правильно может оценить работу педагога. Требовательность преподавателя, например, может не одобряться студентами, а попустительством, наоборот, удовлетворять определенную часть студентов. Поэтому оценивание (анонимное) преподавателя коллегами (необязательно из своего вуза) во время открытых уроков, в том числе через Internet, может служить одним из способов признания его квалификации.

2. Уровень базовой подготовки абитуриентов.

Уровень базовой подготовки студентов в целом недостаточен и объясняется, в частности, демографическим положением в стране, когда низкий конкурс создает условия для попадания на бюджет студентов, не подготовленных для обучения по выбранной ими специальности. Средний балл ЕГЭ в 2011 году для технических специальностей в российских вузах был равен 59 баллам, для гуманитарных – 67 баллам [3]. Средний тестовый балл участников Единого государственного экзамена в 2012 по части предметов представлен в таблице 1[4].

Таблица 1

Результаты ЕГЭ 2012 по стране

Тип населенного пункта	Русский язык	Математика	Физика	Химия	Информатика и ИКТ	Биология	История	География	Английский язык	Литература
Населенный пункт сельского типа	57,6	44,5	45,8	56,2	49,8	52,4	51,8	55,2	47,9	55,2
Населенный пункт городского типа	62,2	44,6	46,9	57,6	62,2	54,8	50,9	56,0	61,9	56,5

Не способствует повышению качества образования и большое количество образовательных учреждений. Более низкая стоимость обучения привлекает в такие вузы более слабых студентов, так как требования к обучению в них ниже. Преподаватели, в основном, – внешние совместители, материальная база ограничена, учебная практика не обеспечена. Подготовленный студент, попадая в такие вузы, не реализует там свой потенциал и возможности, хотя номинально оценка его знаний может там оказаться высокой. Таким образом:

– Количество вузов необходимо сокращать. Необходимо отслеживать мировые тенденции в выборе будущей профессии у молодежи с учетом особенностей собственной страны. Поддержка активных, способных школьников должна быть обеспечена государством.

– При поступлении в вуз абитуриентам могут назначаться дополнительные вступительные испытания. Например, сейчас утвержден список вузов, которые получили право проводить в 2013 году дополнительные вступительные испытания профильной направленности. В качестве рекомендации можно предложить отчислять или предоставлять условный срок обучения студентам, не прошедшим внутреннего тестирования.

– Преподавателям рекомендуется проводить первичное тестирование студента для получения информации о способностях и глубине знаний. Средняя оценка, полученная студентом от всех преподавателей, должна фиксироваться для того, чтобы анализировать позже его итоговые оценки. Сейчас уже во многих университетах есть автоматизированные системы учета успевае-

мости и посещаемости студентов, которые в полной мере еще не реализуют свои функции. Безусловно, эти системы должны отвечать всем требованиям информационной безопасности.

– Контроль знаний школьников при поступлении в образовательные учреждения и уже зачисленных должен быть объективным, прозрачным и независимым даже от преподавателя, и обеспечен новейшими информационными технологиями (в том числе Internet). Экзамены могут сдаваться в письменной форме и анонимно (проверяющий не должен иметь доступ к информации о том, чью работу он проверяет).

3. Материально-техническая база.

Данный аспект, безусловно, имеет огромное значение. Так как изучение специальных дисциплин без использования современных информационных технологий, без специально оборудованных лабораторий абсолютно не эффективно и бессмысленно. Лабораторная база многих (особенно технических) вузов морально устарела и физически изношена. Данный вопрос решается тем, что растет количество студентов, имеющих компьютер в личном пользовании. Программные средства, используемые в учебном процессе, – это продукты компаний-разработчиков, которые в учебных целях предоставляются бесплатно. Во многих вузах студентам обеспечивается доступ в Интернет и ко внутривузовским сетевым ресурсам, позволяющий вести обучение по дистанционным технологиям.

Для вхождения в общеевропейское образовательное пространство необходимо [4–5]:

– существенно повысить уровень обеспеченности компьютерной и коммуникационной техникой, а также лицензионным программным обеспечением, что требует дополнительных финансовых вложений;

– в квалификационных требованиях к преподавателям ввести как обязательное условие владение современными информационными технологиями для учебных и научных целей;

– считать обязательным наличие в вузах образовательных порталов, позволяющих сделать общедоступными учебные планы, программы дисциплин, конспекты лекций, учебно-методические материалы, электронные учебники;

– предусмотреть материально-техническое обеспечение (развитие дистанционного обучения, наличие медиатек) для активизации самостоятельной работы студентов, что позволит постепенно снижать аудиторную нагрузку студентов и преподавателей.

4. Мотивация студентов к обучению.

Для повышения заинтересованности в изучении дисциплин и получения практического опыта, выработки самостоятельности у студентов и умения принимать решения можно активно использовать имитирование профессиональной деятельности. В настоящее время распространена практика, когда работодатели выступают в качестве заказчика, оплачивающего обучение специалиста, которого в дальнейшем примут к себе на работу. Поэтому задача работодателей – актуализация требований, выдвигаемых к будущим специалистам, предложение списка практических задач, с решением которых должен справиться выпускник при приеме на работу. Это мотивирует студентов к обучению, так как решение практических задач из будущей профессиональной сферы формирует в студенте устойчивый интерес к изучаемым предметам. Желательно, чтобы эти задачи формулировались для определенных дисциплин или разделов обучения. Например, для разделов: сети, операционные системы, базы данных, правовое обеспечение информационной безопасности и т.д.

Известно, что результативность усвоения знаний в значительной степени обусловлена методами обучения. Репродуктивный (воспроизводящий) метод в основном ориентирует обучаемого на запоминание и не обеспечивает активной познавательной деятельности. Более эффективным являются поисковые методы. Ситуация поиска обуславливает заинтересованность в познании нового и побуждает студентов к самостоятельному творческому выбору способа решения. Проблемное обучение активно применяется в нашей стране в рамках средней школы. Вузовская педагогическая система в этом смысле несколько консервативнее, традиционнее. Для того чтобы на занятиях включалось именно продуктивное мышление, педагог должен ставить перед студентами проблемы, задавать вопросы открытого типа, т. е. имеющие множество вариантов правильного ответа. При выполнении курсовых и дипломных работ студенты не всегда хорошо справляются с решением таких практических задач, им не хватает опыта работы с источниками информации, они теряются в большом объеме данных. Выделение релевантной информации, установление связи между событиями, самостоятельная работа, формирование собственного мнения на решение – такие проблемы наблюдаются у большого количества студентов.

В российских вузах преимущественной технологией обучения является лекция, сопровождаемая практическими и семинарскими занятиями. За рубежом лекция используется, в основном, как средство сокращения издержек – при больших размерах учебных групп, и вузы отдают себе отчет, что учебный результат, достигаемый с помощью лекции, существенно меньше, чем результаты активных форм обучения с использованием современных технологий. Самым распространенным на сегодняшний день комплектом учебного оборудования является мультимедийный проектор и компьютер.

На Западе преподаватель перед началом занятий выдает студентам раздаточные материалы в дополнение к учебнику, что позволяет сосредоточиться на осмыслении содержания, анализе ситуаций и решении практических задач, а не на простом и бездумном переписывании с доски или записывании под диктовку.

Для повышения качества образования необходимо переходить на другие интерактивные формы обучения, которые бы позволили повысить интерес и мотивацию к изучаемым дисциплинам студентов, эффективность их освоения и возможность применения полученных умений на практике. Интерактивные методы обучения:

- круглый стол (дебаты и дискуссия);
- мозговой штурм;
- ролевые и деловые игры;
- study (анализ определенных ситуаций);
- мастер-класс.

На Западе активно практикуются онлайн- и off-line интернет-форумы, стимулирующие самостоятельную работу студента, их интерес к обучению. Такие форумы доступны и нашим студентам. Но не всегда информации там можно доверять. Она нуждается в проверке.

Таким образом:

– Студенты могут организовывать мини-предприятия, осуществляя под руководством преподавателей деятельность, направленную, например, на консультирование и оказание услуг местным компаниям (малым или средним предприятиям) по вопросам, связанным с информационной безопасностью. Для чего предварительно создается стол заявок, через который желающие могут зарегистрироваться и бесплатно воспользоваться помощью будущих молодых специалистов.

– Необходимо привлечение работодателей к учебному процессу для реализации обратной связи с конечным потребителем выпускаемого образовательным заведением «продукта» (в соответствии со схемой на рис. 1).



Рис. 1. Концептуальная схема процесса актуализации передаваемых знаний студентам в течение учебного процесса

– Лекции можно предоставлять студентам в виде электронных презентаций, в которых преподаватель обобщил и последовательно изложил необходимый теоретический материал. Предлагается перераспределить количество часов, выделяемых на дисциплину: часы лекций могут быть уменьшены за счет передачи их на практическую часть – лабораторные и практические занятия, индивидуальные консультации.

– Наиболее сложные моменты электронных лекций обсуждаются «очно», сочетая объяснение материала и устный опрос студентов по известному материалу.

– Использование мультимедийных технологий в процессе обучения представит учебный материал в более доступном для восприятия студентами визуальном-вербальном виде. Так, на лабораторных занятиях, можно использовать различные программные средства, используемые в современных учебных центрах, которые позволяют с компьютера преподавателя управлять деятельностью студентов.

– Студентам необходимо ввести домашние задания, привлекать их к подготовке коротких докладов по актуальным задачам и проблемам в будущей профессиональной сфере, к анализу существующих решений поставленных задач, взятых из открытых источников, с Internet и т. д. То есть делать их участие в образовательном процессе как можно более активным.

– Слабый уровень подготовки студента по каким-то разделам, пропуски, неисполнительность должен вести к сокращению списка дисциплин по выбору для данного студента. А пропуски, неисполнительность студентов должны наказываться штрафами. Но поощрение преподавателей и наказание студентов за отсутствие прилежания должно исключать возможность сговора между ними с целью достижения своих интересов в обход установленных правил. Поэтому актуальны автоматизированные системы контроля посещаемости занятий студентами. Факт выдачи заданий отчета по ним также необходимо фиксировать. Например, с помощью некоторого сервиса: самый примитивный – это электронная почта.

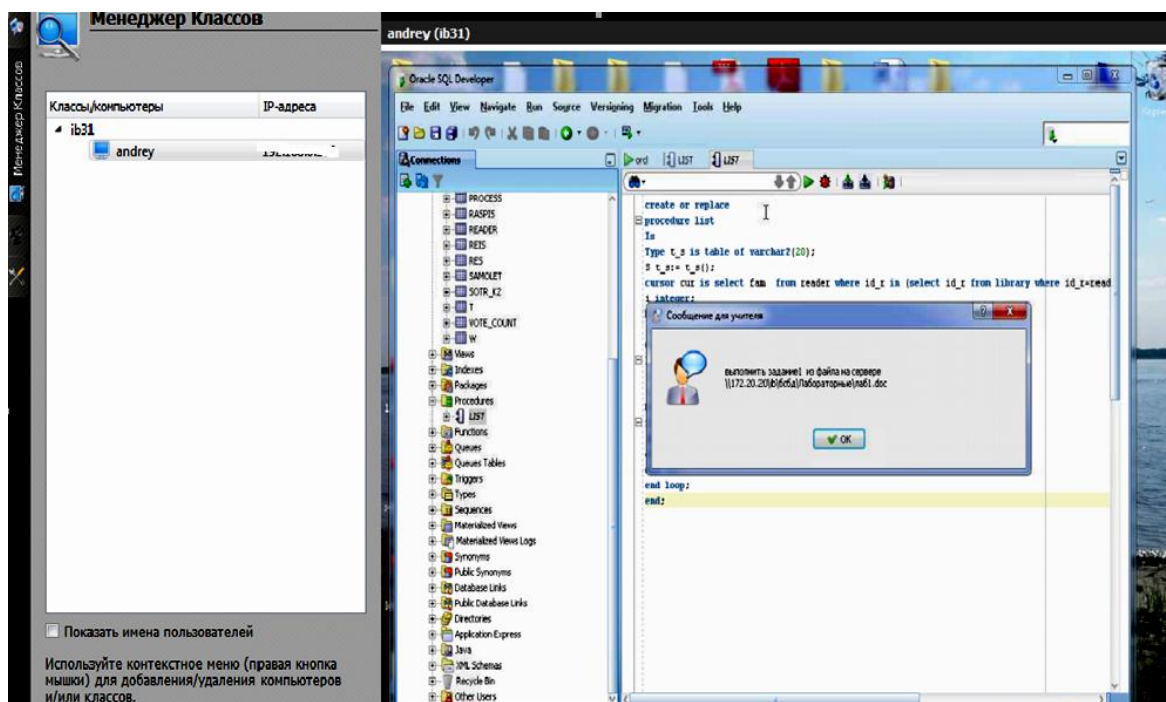


Рис. 2. Управление компьютером студента условной группы IB31 под псевдонимом Andrey с рабочего места учителя с помощью пакета iTALC

В данной статье авторы попытались систематизировать основные моменты, на которые необходимо обратить внимание при планировании учебного процесса в современных условиях. Авторы предложили набор рекомендаций, полезных для повышения качества подготовки специалистов в Вузах в связи с переходом Российской системы образования на новые стандарты. Для решения этой задачи необходимо менять традиционные классические технологии обучения в высшей школе.

Литература

1. Колесов В. Двухступенчатое высшее образование: 15 аргументов «за» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.socpolitika.ru/rus/social_policy_research/discussion/document5787.shtml.
2. Сунцова М. С. Современные тенденции развития профессионально-педагогической подготовки преподавателей вузов в США, Германии и России: Организационно-педагогические аспекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/sovremennye-tendentsii-razvitiya-professionalno-pedagogicheskoi-podgotovki-prepodavatelei-vu>.
3. Нестеров А. На технические специальности в вузы поступают троичники: 24.08.2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://na55555.ru/news/na-tehnicheskie-specialnosti-v-vuzy-postupayut-troichni.html>.

4. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки: Официальный информационный портал единого государственного экзамена © 2001–2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ege.edu.ru/ru/main/satistics-ege/>.

5. Болонский процесс: трудности и перспективы НГТУ // Информ. – № 6 (143), Июнь 2005 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://2004-2011.inform.nstu.ru/index.php?type=obrazovanie&stat=130>.

УДК 378:656.6

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СУДОВОДИТЕЛЕЙ И АВАРИЙНОСТИ СУДОВ НА МОРЕ

А.И. Моргулев

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Статья посвящена вопросу повышения профессиональной подготовки судоводителей в учреждении среднего профессионального образования и её взаимосвязи с аварийностью судов в море.

На современном этапе научно-технического прогресса совершенствование всех видов человеческой деятельности тесно связано с созданием информационной техники и технологий, а так же с их применением для выполнения отдельных производственных операций или управления всем производственным процессом в целом. Так, информатизацию и компьютеризацию современного судовождения следует рассматривать, как стратегическое направление научно – технического прогресса, на котором решается проблема по обеспечению безопасной навигации. Аварийность судов на море является объективной реальностью, существование которой обусловлено, в первую очередь, сложным характером внешних и внутренних факторов, сопутствующих мореплаванию, и которая будет иметь место всегда по независящим от человека причинам. Полное искоренение аварийности судов, к сожалению, не представляется возможным. Аварийность судов зачастую влечет за собой человеческие жертвы. Поэтому, несмотря на отсутствие каких-либо твердых гарантий в достижении положительных результатов по ее снижению вообще, в судоходных компаниях должна проводиться постоянная борьба с причинами, порождающими аварийность. В соответствии с данными исследователей и практиков, необходимо оказывать влияние на аварийность с помощью всевозможных и действенных мер и даже достичь ее относительно максимального снижения на какой-то достаточно ограниченный период времени [1]. В частности, создавая условия для качественной подготовки судоводителей в профессиональном образовании.

Среди тех, кто вносит свой посильный вклад в увеличении аварийности судов в море, к сожалению, могут оказаться и выпускники-судоводители факультета среднего профессионального образования Камчатского государственного технического университета. Основанием для такого предположения является приблизительный сравнительный анализ технического обеспечения современного рыбодобывающего флота и материально-методической базы учебного процесса подготовки судоводителей во время профессиональной подготовки в стенах названного учебного заведения.

Современное материально-техническое обеспечение учебного процесса на факультете, несмотря на требования времени, соответствует уровню середины восьмидесятых годов. В то далекое время XX века из выпускников, тогда еще Камчатского мореходного училища готовились прекрасные специалисты, которые в стенах образовательного учреждения имели возможность приобретения практических навыков в аудиторных условиях на действующем флотском оборудовании. Это оборудование, снятое с судов уже десятки лет назад, как устаревшее, все еще присутствует в кабинете электрорадиоборудования, выполняя роль музейного экспоната, поскольку, как я уже отмечал в своих предыдущих статьях, «на судах рыболовецкого флота Камчатки массово используются современные средства информатики, встроенные в морские технические средства, обеспечивающие безопасность мореплавания, поиск и добычу рыбы» [2]. А современных действующих моделей навигационного оборудования у факультета среднего профес-

сионального образования Камчатского государственного технического университета нет. Это даже при наличии трех компьютерных классов, но они не имеют достаточного программного обеспечения, чтобы выполнять такие функции.

Очевидно, что решение проблемы безопасной навигации в первую очередь следует искать в более эффективном использовании средств информатизации и учете особенностей взаимодействия и взаимопонимания судоводителя с интеллектуальным продуктом средств современного судовождения. Именно средства информатики, встроенные в оборудование, находящееся на мостике, ежедневно используются судоводителями. Они создают, и будут создавать предпосылки к замене организационной системы обеспечения безопасной навигации на ее интеллектуальный аналог.

Особый интерес при решении задач по обеспечению безопасной навигации вызывает минимизация количества производственных рисков, связанных с «человеческим фактором». В соответствии с данными специалистов, человеческий фактор – это:

- психологические и другие характеристики человека, его возможности и ограничения, определяемые в конкретных условиях его деятельности;
- причина несчастного случая, аварии, происшествия в результате неправильных действий человека.

Вклад «человеческого фактора» в аварийные ситуации на море очень существенный. Так, что его можно сравнить с авариями на атомных электростанциях, где он составляет 30–80%. Человеческий фактор сыграл роковую роль в авариях на АЭС «Три-Майл-Айленд» и в Чернобыле [3]. Можно привести примеры недавних трагедий на море, причиной которых стал человеческий фактор. Поэтому подбору и уровню квалификации персонала, обучению и тренировке на тренажерах, организации учебного процесса, информационному обеспечению, необходимо уделять большое внимание. Применительно к судоводителям обычно рассматриваются два аспекта: неправильное решение, приводящее к ошибочным действиям, которые могут стать иницирующими событиями для аварий, либо способствуют развитию уже произошедшей аварийной ситуации в море; несанкционированные действия, которые являются предметом специального рассмотрения. Вышеназванные аспекты зависят от качества профессиональной подготовки. Основные способы повышения надежности судовождения связаны с квалификационным и психологическим отбором при поступлении на факультет среднего профессионального образования, с адекватной организацией учебного процесса, включающей ежегодную подготовку на тренажерах, начиная с третьего курса, будущих судоводителей.

Анализируя профессиональный уровень наших выпускников, подразумевая понятие «человеческий фактор», приходится учитывать, что получать профессию в наше образовательное учреждение пришли не самые лучшие выпускники школ. Во время вступительных экзаменов они показали довольно слабые знания по всем предметам. И в дальнейшем, несмотря на слабую подготовку по циклу физико-математических дисциплин, организаторы педагогического процесса направляют усилия на улучшение уровня знаний по русскому языку и истории. За время обучения (четыре года) будущие судоводители работают с компьютером только на информатике и ограниченное время (всего 2 недели) на тренажерах. Это притом, что вся их будущая профессиональная деятельность связана с оборудованием, созданным на базе компьютера. Усугубляет печальную картину качества профессиональной подготовки, получаемой на факультете среднего профессионального образования, ежегодная информация курсантов, возвращающихся после прохождения годичной практики в море. Две третьих из них на практике работают как рыбообработчики на заводе из-за недостаточного уровня знаний радиооборудования и отсутствия тренажерной подготовки до выхода на практику.

Таким образом, несмотря на призывы правительства к модернизации экономики страны, снижению аварийности во всех сферах производства, необходимы конкретные усилия по организации, материально-техническому обеспечению современным оборудованием учебного процесса в стенах нашего образовательного учреждения. Только так возможно позитивно изменить качество подготовки судоводителей, оказывая влияние на снижение аварийности в море.

Литература

1. Чкония В.А. Оптимальное использование пространства знаний в интеллектуальных системах судовождения. – М.: ФОРУМ: ИНФРА, 2006. – 150 с.

2. Моргулёв А.И. Проблемы профессиональной подготовки судоводителей и совершенствование содержания образования // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции (24–26 апреля 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 117–120.

3. Словарь терминов МЧС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: dic.academic.ru.

УДК 811.161.1'373

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ФРАЗЕОЛОГИИ РУССКОГО ЯЗЫКА

Н.И. Мурзина

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

Статья посвящена проблеме объединения научных лингвистических методов и методов обучения при изучении фразеологии русского языка, подробно представлены этапы изучения фразеологизмов русского языка.

Главным принципом преподавания фразеологии является изучение фразеологизмов на текстовом уровне как с точки зрения восприятия речи, так и с точки зрения ее создания. Лингвистическое понимание фразеологизма как единицы языка заключается в том, что этот устойчивый оборот возникает в речи, является лексико-синтаксическим комплексом, т. е. приобретает значение одного члена предложения и соотносится с одной частью речи, имеет внутреннюю форму (нередко скрытую), его значение можно передать лексическим синонимом.

Конечная цель учебной работы – создание письменных и устных текстов, содержащих фразеологизмы русского языка. В этом проявляются речевые компетенции обучающихся. Говоря о методах изучения данного раздела, необходимо упомянуть один из них – исследовательский [1, с. 257]. Во время работы над темами «Фразеология», «Типы фразеологических единиц, их использование в речи» студентам предлагаются задания, направленные на сбор языкового материала, выделение единиц языка в тексте для дальнейшего уяснения их значения, формы и содержания, контекстного окружения. Задания сочетают в себе методы наблюдения над языком, выбора лингвистических единиц, толкования их значения, самостоятельно или с помощью словаря.

На наш взгляд, главной трудностью в освоении образных сочетаний является логический подход к преподаванию языка в школе и в вузе. Отсутствие образного мышления, небогатый словарный запас приводят к тому, что при знакомстве с фразеологизмами, они не воспринимаются как целостное языковое образование, понятное только в контексте, созданное в речи. По этой причине мы сталкиваемся с вопросами учащихся: «Что такое баклуши?», когда речь идет о фразеологизме бить баклуши. Избежать внимания к буквальному восприятию сочетания поможет, прежде всего, узнавание фразеологизма в контексте.

На первом этапе работы необходимо обратиться к словарю. Например, фразеологизм бить баклуши – бездельничать: «Что вы делали? – Ничего, судачили, сплетничали. И мы целый день баклуши били. – Василий с вами был? – Был. Рассказал, как его отец отчитывал. Он же на уроках зевает и дома не работает» (разговор студентов). Такие же вопросы возникают и с фразеологизмами ни на йоту, затрапезный вид, лезть на рожон, попасть впросак и т.п. Узнавание фразеологизма в тексте помогает понять сочетаемость этого оборота с другими словами, именно с теми, в окружении которых реализуется фразеологическое значение. Если такая работа отсутствует, то в речи учащихся могут возникнуть затруднения с выбором сочетающихся с фразеологической единицей (ФЕ) слов, а значит, будут и недочеты в употреблении фразеологизмов. Так фразеологизм ни на йоту сочетается с глаголами движения, состояния, или их формами, которые употребляются с частицей не, например: не изменял **ни на йоту**, не уменьшили **ни на йоту**, не отступать от своих принципов **ни на йоту**, **ни на йоту** не потеряв.

На втором этапе изучения сочетаемости фразеологизмов русского языка с последующим включением ФЕ в свои тексты обращаем внимание на такое важное свойство фразеологического

знака, как грамматическая и лексическая сочетаемость, поскольку правильный подбор формы слова, следующей за фразеологизмом, – это главное условие реализации фразеологического значения в контексте, например: пустил на ветер (что), отвечал нехотя (на что), оказывать влияние (на кого), ум за разум заходит (у кого), заткнуть за пояс (кого), перебивать косточки (кому), гнуть спину (на кого). Задания, направленные на формирование этого навыка, могут быть сформулированы следующим образом:

1. В каком падеже стоят существительные или местоимения, сочетающиеся с выделенным фразеологизмом?

Он пустил на ветер все деньги, вырученные от этой продажи. В течение всей дороги Касьян сохранял упорное молчание и на все мои вопросы отвечал нехотя. Уже ранние романтические произведения писателя оказали большое влияние на современников. У меня ум за разум заходит, когда я начинаю думать об этой массовке. Он – человек с характером, его не так-то просто заткнуть за пояс, еще никому не удавалось. Я с удивлением наблюдал, как Маша с соседкой перебивали косточки своей подруге. День и ночь они гнули спину на чужого дядю.

2. Постройте предложения с фразеологизмами, учитывая их грамматическую сочетаемость: далеко не уйдешь (без кого, без чего); указывать пальцем (на кого, на что); зарубить на носу (что); укоротить язык (кому); кошки скребут на душе (у кого); лясы точить (с кем); указывать на дверь (кому);

лексическую сочетаемость: *без памяти* (любить кого-либо, увлекаться кем-либо), *в пух и прах* (разбить, разгромить, проиграться, разориться и т.п.), в уме (считать, решать и т.п.), битый час (дождаться, ждать, обсуждать, решать, слоняться и т.п.), сломя голову (нестись, бежать, убегать, драпать и т.п.), с глазу на глаз (разговаривать, общаться, переговорить и т.п.).

Включение в речь фразеологизма куры не клюют показывает, что для правильного употребления оборота в речи студентам недостаточно знать его обобщенное значение, следует учитывать также устоявшуюся в языке лексическую сочетаемость этого фразеологизма, при которой только и реализуется его образное значение. Наиболее показательны в этом отношении следующие примеры с неточным употреблением данного фразеологизма: А травы на грядках куры не клюют!; Информации по этому вопросу куры не клюют. (Из разг. речи). Наречные фразеологизмы, имеющие обобщенно-образное значение, произвольно употребляются студентами в сравнительном обороте с союзом как, что нарушает фразеологическую норму русского языка, например:

То, что ты мне говорила, для меня было как не в коня корм; Но если я ел мало, как кот наплакал, то брат уплетал за двоих... (Из разг. речи).

Третий этап изучения фразеологизмов русского языка – это разъяснение значения фразеологизмов через подбор синонимов. Фразеологизмы, как и слова, не существуют обособленно в языке и речи, но вступают друг с другом и с одиночными словами в различного рода связи. Так, в русском языке бытует огромное количество фразеологизмов, клеймящих лентяев: бить баклуши, валять дурака, лодыря гонять, лежать на боку, лежать на печи, плевать в потолок, считать ворон и тому подобные. Эти фразеологизмы образуют единый синонимический ряд.

Изучая фразеологизмы в контексте, сравнивая различное употребление ФЕ, естественно выделить такое свойство формы и содержания ФЕ, как вариативность, например: дальние (долгие) провода – лишние слезы, не укладывается в голове (в сознании), лучше один раз увидеть, чем сто (десять) услышать, на миру (на людях) и смерть красна, ум за разум заходит (зашел), чужая душа – потемки (темный лес).

Другой способ, помогающий подготовить обучающихся к правильному употреблению в речи фразеологизмов, – это метод подбора лексико-фразеологических синонимов. Понять фразеологизм как целое легче в тексте с помощью подбора синонимичных ему по значению слов. Очень часто в речи встречаются такие контексты, где фразеологизм употребляется как иллюстрация к слову, его дополнительное выражение, например:

Да, об этом знают все, от мала до велика. Какой он, в сущности, еще ребенок, молоко на губах не обсохло. Он трудился старательно, засучив рукава. Если говорить честно, откровенно, положила руку на сердце, я бы так не поступил. Сколько раз я убеждался в безрезультатности таких действий, но продолжал биться как рыба об лед. (Из разговорной речи).

Студентам можно предложить такое задание: Найдите в предложении слово, поясняющее значение выделенного фразеологизма.

В обществе этой красивой дамы я чувствовал себя неловко, не в своей тарелке. Когда я задал ему вопрос, он молчал, словно в рот воды набрал. Этот человек умел хранить тайну, держать язык

за зубами. Очень многие люди не ищут сложных путей в жизни, плывут по течению. Как легко обмануть этого человека, обвести вокруг пальца. Его знакомый был очень бедный, то есть гол как сокол. «А теперь вернемся к нашим баранам», – сказал преподаватель, продолжая объяснять новую тему. Я смотрел на него, ничего не понимая, как баран на новые ворота. (Из разг. речи).

Изучение свойств фразеологизмов русского языка сопровождается приемом теоретических комментариев, дающих представление о том, что такое фразеологизм, фразеологическое значение, лексико-фразеологическая синонимия, лексическая и грамматическая сочетаемость фразеологизма с другими словами, вариативность. Знания о происхождении фразеологизмов дают понимание фразеологического значения ряда устойчивых оборотов речи. Так, например, фразеологизм кричать (орать) во всю ивановскую пришел в нашу речь из русской истории, т. к. в основе его лежит громкое чтение царских указов на Ивановской площади в Московском Кремле. Узнав историю происхождения, учащиеся легко объясняют его фразеологическое значение – кричать очень громко. Подготовительный период изучения фразеологии русского языка направлен на предупреждение ошибок употребления фразеологизмов в речи.

Следует заметить, что фразеология русского языка не входит в активный словарный запас студентов (однако при объяснении теоретического материала становится очевидным тот факт, что учащиеся хорошо знают определенное количество фразеологизмов и легко заканчивают произнесенное их начало), поэтому в плане активизации этого фонда русского языка используется прием специальных заданий на включение в речь фразеологизмов с предварительным пояснением их значения и особенностей контекстного окружения. Такая работа сопровождается обращением к фразеологическим словарям, иллюстративному материалу как образцу употребления фразеологизмов. В итоге у студентов должен получиться выразительный, эмоциональный текст, содержащий фразеологизмы русского языка. Такая работа способствует улучшению качества речи студентов нефилологических специальностей, изучающих русский язык в вузе. Например, даю такое задание учащимся: Прочитайте шуточный рассказ «Языкаря», найдите фразеологизмы и объясните их значение. Попробуйте написать свой рассказ, используя группы фразеологизмов об одной из частей тела: сердце – вырывать из сердца, от чистого сердца, в сердцах, положи руку на сердце, сердце кровью обливается, отлегло от сердца, с легким сердцем; нос – вешать нос, водить за нос, встретиться носом к носу, задирает нос, зарубить на носу, клевать носом, остаться с носом; глаз – глазом не моргнуть, говорить в глаза, как бельмо в глазу, мозолить глаза, с глазу на глаз, открыть глаза, пускать пыль в глаза, смотреть чужими глазами, хлопать глазами.

Для чего человеку язык?

Чтобы его высовывать и дразниться!

Однако с помощью языка можно делать еще кое-что. Что именно?

Об этом расскажет я з ы к а р я, или правила пользования выражениями о языке.

1. Если у вас язык заплетается, то лучше держать язык на привязи. Иначе потом будете корить себя: черт дернул меня за язык!

2. Если кто-то будет чесать языки о вашем друге, то следует наступить им на язык. И вы тут же увидите, что их как корова языком слизала.

3. Если же вы сами попадете на язык злым языкам, то не бегайте от них высунув язык, а скажите прямо им в глаза: типун вам на язык!

4. Когда вы захотите найти общий язык с незнакомым человеком, то не надо тянуть его за язык. Может быть, у него язык на плече? Лучше прикусить язык и дать человеку отдохнуть.

Изучив эти правила, вы овладеете я з ы к а р е й, и ваш язык всегда будет звонкий, легкий, мелодичный, безупречный, острый, страстный, самый-самый языкастый!

Задания по сбору примеров употребления фразеологизмов в СМИ и в художественной литературе отрабатывают навык распознавания фразеологизмов в письменных публицистических и художественных текстах. Результаты такой работы позволяют сделать вывод о степени освоенности фразеологического материала студентами. Анализ учебной работы показывает, что встречаются трудности в разграничении фразеологизмов и других образных средств языка, например метафор, сравнений, пословиц, крылатых выражений: **Смеюсь навзрыд**, как у кривых зеркал меня, должно быть, ловко разыграли (Высоцкий) – индивидуально-авторская трансформация сочетания рыдать навзрыд, оксюморон; Несчастья окружали Риту **как стая волков** (Токарева) – сравнение.

Если в текстах студенты отмечают разные выразительные средства языка, принимая их за фразеологизмы, то и в своей речи употребляют их как фразеологический оборот, например:

Также я люблю играть с соседской собакой, она такая смешная и шустрая как электровеник. А бабушка, говорит, что эта собачка такая маленькая да удаленькая, что всегда найдет на свою шею приключения. (Из разг. речи).

Таким образом, различные виды учебных заданий (восприятие текста, создание текста) помогают определить уровень знаний студентов, совершенствовать их владение фразеологией родного языка. Эти умения опираются на правильное представление о фразеологизме как устойчивом обороте, имеющем образное значение и являющемся одним членом предложения.

Методический прием изучения фразеологии русского языка на текстовом уровне содержит триединство: 1) фразеологизм и его значение в контексте, 2) правила употребления фразеологизма (его соотношение с частью речи, сочетаемость, компонентный состав), 3) вариативность и синонимия ФЕ. Он дополняется частными приемами: приемом теоретических комментариев и приемом специальных заданий на включение фразеологизмов в речь. Можно выделить три этапа в изучении фразеологизмов: 1) образцовое употребление фразеологизмов; 2) изучение сочетаемости фразеологизмов; 3) распознавание фразеологизмов в тексте.

Выполняемые студентами учебные задания позволяют видеть как успехи в освоении фразеологического состава языка, так и сложности, возникающие на этом пути. Они отмечаются, прежде всего, на уровне включения в речь фразеологизмов русского языка. Наблюдения показали, что наибольшую трудность представляют фразеологизмы, соотносящиеся с наречием, выступающие в роли сказуемого в предложении, имеющие абстрактное значение. Например, наибольшее число ошибок было допущено в употреблении фразеологизмов ни на йоту, не в коня корм, кот наплакал в предложениях:

Да, я здесь как за каменной стеной, тепло и удобно. Ни на йоту не отойду отсюда. Некоторые вещи я делаю не в коня корм. (Из разговорной речи).

Нарушение компонентного состава фразеологизмов встречается у фразеологических оборотов, соотносимых с глаголом, например:

Я хочу стать художником, но мои друзья говорят, что я летаю в облаках. Затем я взялся за голову и стал усиленно учиться. (Из разговорной речи).

Вместо литературных оборотов витать в облаках, взяться за ум употребляются искаженные фразеологизмы. Таким образом, для правильного употребления фразеологизмов в речи необходимо совмещение двух видов заданий: обращение к образцовым текстам и составление собственных предложений с такими же фразеологизмами.

Освоение фразеологической семантики проходит с учетом главного свойства фразеологизма – его вариативности. Оно легко усваивается обучающимися студентами и используется в речи, например:

После того как я узнал, что поступил, я был на седьмом небе от счастья. Август месяц я провел с друзьями. Таким было прошлое лето, однако, надеюсь, что это лето я проведу еще лучше и буду уже на десятом небе от счастья. (Из разговорной речи).

Речевые варианты фразеологизмов, пословиц обнаруживаются студентами в литературных текстах при выполнении поисковых заданий, например:

Остап утверждал, что ступля надо ковать, пока они горячи. (Ильф и Петров) – куй железо, пока горячо. Рад служить во все лопатки. (Чехов) – бежать во все лопатки. Во все ролька – пальчики проглотишь. (Аверченко) – пальчики оближешь. Пусть он, в общем, третий малый, хоть, понятно, черта нет, да поди, сюда, пожалуй, так узнаешь, где тот свет. (Твардовский) – третий калач. Всю жизнь сердце кровью плакало и болело. (Шукшин) – сердце кровью обливается.

Студенты изучают языковой материал художественных, публицистических, разговорных текстов, используя комплексный анализ фразеологизмов. Работа с неадаптированным языковым текстом увеличивает актуальность изучаемого вопроса, повышает творческий потенциал студентов. Она охватывает многие виды учебных заданий: самостоятельная, практическая, контрольная работа аудиторного и домашнего характера. Учебные задания могут иметь следующие формулировки:

1) выпишите из текстов художественных, публицистических произведений фразеологизмы, указав источник, поясните их значение;

2) выберите из текстов литературных произведений фразеологизмы в авторских вариантах, сопоставьте их с основными литературными вариантами;

3) установите по словарю значение следующих фразеологизмов и правила их употребления: вавилонское столпотворение, мелкая сошка, притча во языцах, филькина грамота, гомерический смех, ставить во главу угла, кануть в Лету, локти кусать, тянуть канитель, втирать очки;

4) составьте диалог с фразеологизмами: делать вид, ни на йоту, как у Христа за пазухой, и в хвост и в гриву;

5) включите в свой текст фразеологизмы: от зари до зари, на седьмом небе, витать в облаках, куры не клюют, семь пятниц на неделе.

б) сгруппируйте фразеологизмы в синонимические ряды: голова варит, голова идет кругом, звезд с неба не хватает, иметь голову на плечах, испускать дух, по молодости лет, хлопот полон рот, пороха не выдумает, оканчивать свои дни, семи пядей во лбу, ложиться в гроб.

Такой подход позволяет объединить научные лингвистические методы и методы обучения, что, на наш взгляд, весьма существенно при изучении русского языка в вузе и в школе. Об этом единстве писал А.В. Текучев: «...методы науки дают возможность открывать, узнавать новое методы же обучения дают возможность знания всего того нового, что было добыто наукой...» [1, С. 25]. Объединение двух подходов – научного и учебного – позволяет создать атмосферу активного, сознательного, творческого изучения русского языка в вузе. Студенты используют школьный багаж знаний, прибегая к работе с языковым материалом, утверждают в своих знаниях, совершенствуют навыки, приобретают новые знания. Научно-педагогический метод изучения русского языка и культуры речи соединяет в себе исследовательскую, учебную и воспитательную деятельность.

Научно-исследовательская работа студентов нацелена на освоение знаний о русской фразеологии и правилах употребления образных оборотов в речи. Повышение уровня владения родным языком должно проходить в условиях преемственности школьной и вузовской методики изучения русского языка и культуры речи.

Литература

1. Текучев А.В. Методы исследования и методы обучения языку в их взаимоотношениях // Хрестоматия по методике русского языка: Русский язык как предмет преподавания. Пособие для учителей. – М., 1982. – 408 с.

УДК 378:796

ФОРМИРОВАНИЕ МОРАЛЬНО-ВОЛЕВЫХ КАЧЕСТВ У СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

Е.И. Пономарева

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В данной статье рассмотрен вопрос формирования морально-волевых качеств личности, а также методика их воспитания средствами физической культуры.

Во все века люди высоко ценили такие качества человека как нравственность, мораль, воля, характер. Глубокие социально-экономические преобразования, происходящие в современном обществе, заставляют нас размышлять о будущем России, о ее молодежи. В настоящее время смяты нравственные ориентиры, подрастающее поколение можно обвинять в бездуховности, безверии, агрессивности. Актуальность проблемы воспитания молодежи стоит сегодня на первом месте вместе с учебным процессом.

Поэтому необходимо создание условий для реализации конституционного права граждан на занятия физической культурой и спортом, улучшение показателей физической подготовленности и здоровья населения, привлечения широких масс населения, прежде всего детей и подростков, к систематическим занятиям физической культурой и спортом, создание эффективной системы подготовки спортсменов высокого класса.

Основная цель политики государства в области физической культуры – оздоровление нации, формирование здорового образа жизни населения, гармоничное воспитание здорового, физически крепкого поколения.

Физическая культура – составная часть общей культуры, область социальной деятельности, представляющая собой совокупность духовных и материальных ценностей, создаваемых и используемых обществом в целях физического развития человека, укрепления его здоровья, воли и совершенствования его двигательной активности. Таким образом, для общества в целом в качестве ценностей выступают здоровье, образование, физическая культура как составная часть общей культуры. Эти ценности и цели находят свое отражение в реальных процессах развития и модернизации профессионального образования.

В Концепции модернизации российского образования воспитание определено как «первостепенный приоритет». Важнейшие задачи воспитания – формирование у обучающихся гражданской ответственности и правового самосознания, духовности и культуры, инициативы, самостоятельности, толерантности, способности к успешной социализации в обществе и активной адаптации на рынке труда.

Перед образовательным учреждением ставится задача подготовки ответственного гражданина, способного самостоятельно оценивать происходящее и строить свою деятельность в соответствии с интересами окружающих его людей. Решение этой задачи связано с формированием устойчивых моральных качеств личности студентов, в которых имеет немаловажную роль воля и его нравственное воспитание.

Черты гражданского облика личности закладываются в детском, подростковом, юношеском возрасте на основе опыта, приобретаемого в семье, школе, социальной среде, и формируют в дальнейшем всю жизнь человека.

С точки зрения современных подходов, целью физического воспитания является содействие формированию всесторонне развитой личности в процессе физического совершенствования. Достижение этой цели обеспечивается решением связанных между собой основных задач, направленных на гармоничное физическое развитие, укрепление здоровья, воспитание ценностных ориентаций на физическое и духовное совершенствование личности, формирование потребности в систематических занятиях физическими упражнениями, воспитание моральных и волевых качеств, овладение основами знаний, способами собственно двигательной, физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности, в процессе которых достигается всестороннее развитие двигательных (координационных и кондиционных) способностей с учетом возрастных, половых и индивидуальных особенностей детей [1].

Физическая культура и спорт являются эффективными средствами воспитания физически и духовно здорового молодого поколения. Многолетние научные исследования доказывают, что занятия физической культурой и спортом оказывают положительное влияние практически на все функции и системы организма, являются мощным средством профилактики заболеваний, способствуют формированию морально-волевых и гражданских качеств личности.

Формирование морально-волевых качеств у студентов при занятиях физической культурой и спортом будет осуществлено, если:

- педагоги (тренеры) будут заинтересованными руководителями процесса развития и формирования морально-волевых качеств;
- будут организованы систематические занятия физкультурой и спортом по формированию морально-волевых качеств;
- учитывается личностный уровень развития нравственно-волевых качеств;

Огромное значение имеет формирование таких качеств личности, как чувство долга, ответственности, привычка к систематическому труду, наличие широких познавательных интересов.

Одним из наиболее эффективных путей формирования морально-волевых качеств является использование средств физического воспитания. К данному выводу можно прийти, вследствие наблюдающихся проблем среди молодежи:

- слабое физическое развитие;
- отсутствие интереса к регулярным занятиям физическими упражнениями;
- отсутствие у юношей физической и психологической выносливости;
- отсутствие культа здорового образа жизни.

Актуальность проблемы обусловлена тем, что у части выпускников средних школ оказываются слабо сформированными такие важные личностные качества, как инициативность, выдержка, самостоятельность, смелость, настойчивость, дисциплинированность, коллективизм.

Мощный оздоровительный потенциал физической культуры и спорта дает возможность в формировании морально-волевых качеств и гармонично развитой личности.

Занятия физической культурой и спортом оказывают общее профилактическое воздействие на организм человека, повышают уровень его здоровья, укрепляют нервную систему, совершенствуют органы чувств, нормализуют вес тела. Другими словами они положительно содействуют на все системы и органы тела человека. Когда мы двигаемся усиленно, работают все наши мышцы. Чтобы увеличить приток крови к работающим мышцам, активируется работа сердца.

Волевые свойства личности формируются в процессе деятельности. Поэтому для развития «силы воли» (волевых качеств) чаще всего предлагается путь, который считается наиболее простым и логичным: если «сила воли» проявляется в преодолении препятствий и трудностей, то и путь ее развития идет через создание ситуаций, требующих такого преодоления [2].

Имеется определенная последовательность в формировании волевых качеств личности у подростка. Вначале развиваются в основном динамические физические качества. Это – сила, быстрота и скорость реакции. Затем вырабатываются качества, связанные со способностью выдерживать большие и длительные нагрузки: выносливость, выдержка, терпение и настойчивость. Вслед за этим наступает черед формирования более сложных и тонких волевых качеств, таких, например, как концентрация внимания, сосредоточенность, работоспособность.

Воспитательная работа является необходимым условием развития волевой сферы человека. Воспитание чувства коллективизма, ответственного отношения к общему делу создает хорошие предпосылки для волевых проявлений. На значение коллектива и коллективистских настроений в воспитании воли указывали многие психологи. Во многих исследованиях, например, установлено, что групповой (командный) соревновательный мотив стимулирует проявление силы воли в большей мере, чем индивидуальный. Обращение педагогов, тренеров, товарищей к моральным и нравственным чувствам человека увеличивает его смелость и решительность.

Приемы воспитания воли могут быть весьма разнообразными, но все они включают соблюдение следующих условий. Начинать воспитание воли следует с приобретения привычки преодолевать сравнительно незначительные трудности. Систематически преодолевая сначала небольшие трудности, а со временем и значительные, человек тренирует и закаляет свою волю. Необходимо каждое препятствие рассматривать как «не взятую крепость» и делать все возможное, чтобы преодолеть его, «взять» эту «крепость» [3].

Занятия физической культурой со студентами имеют существенные особенности. Они характеризуются:

- акцентом на закрепление и совершенствование основных двигательных качеств, на подготовку к сдаче нормативных требований учебной программы;
- использованием нестандартных условий при обучении навыкам и умениям, совершенствованием их, включением упражнений, требующих принятия решений в сложных и неожиданных ситуациях (различного вида прыжки, коллективные игры);
- разнообразием занятий на местности, с различными помехами и дефицитом времени, при максимальных физических и психологических нагрузках (марш-броски, работа с отягощением, кувьрки через препятствия);
- тренировкой на развитие силовых, скоростно-силовых возможностей и разного вида выносливости;
- тренировкой в выполнении двигательных действий на координацию движений после больших физических нагрузок, быстроты перестроения и согласования двигательных действий (после продолжительного бега – метание в цель).

Одним из наиболее эффективных путей формирования морально-волевых качеств является использование средств физического воспитания.

Систематические физические упражнения успешно разрешают такие задачи, как укрепление здоровья, закаливание организма, всестороннее физическое развитие. Разнообразные физические упражнения не только совершенствуют физическую подготовку учащихся, но и воспитывают эмоционально-волевою сферу. Поэтому занятия физической культурой и спортом – необходимое условие для формирования личности студента.

Литература

1. Алексеев Н.Г. Воля // Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энцикл., 1993. – 256 с.
2. Анлетаев М.Н. Система воспитания личности в процессе обучения. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 1998. – 244 с.
3. Виноградова Н.Д. Морально-волевые качества личности. – М.: Академия, 2007. – 432 с.

УДК 377:51

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК ЛИЧНОСТНО ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССУ ОБУЧЕНИЯ

Е.П. Прыгина

Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский

В статье рассмотрены вопросы дифференцированного обучения на различных этапах занятий математики с использованием личностно ориентированного подхода в профессиональном образовании.

В концепции модернизации российского образования отражена основная цель профессионального образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования» [1]. В связи с этим актуальной становится проблема формирования активной личности, способной самостоятельно делать свой выбор, ставить и реализовывать цели, выходящие за пределы предписанных стандартными требованиями, осознанно оценивать свою деятельность на основе анализа.

В последнее время личностно ориентированный подход занимает приоритетное место в профессиональном образовании и считается самой современной методологической ориентацией в педагогическом процессе.

Педагогика среднего профессионального образования выделяет следующие актуальные тенденции в технологизации обучения:

- внедрение в практику обучения педагогики сотрудничества, сущность которой состоит в ускорении процесса становления личности и повышении эффективности обучения на основе концепции «зона ближайшего развития» Л.С. Выготского;
- повышение творческой активности преподавателя как основного разработчика и пользователя инновационных технологий;
- обеспечение гуманизации образования через осуществление принципов диалогичности обучения, постоянной связи учебно-воспитательного процесса с жизнью, создания творческой атмосферы, «не навреди»;
- дифференциация и индивидуализация обучения;
- организация образовательного процесса на основе модульно-компетентного подхода.

Все эти тенденции объединяет важнейшая педагогическая парадигма – личностно-ориентированное обучение.

Под личностно ориентированным обучением принято понимать методологическую ориентацию в педагогической деятельности, позволяющую, опираясь на систему взаимосвязанных понятий и способов действий, обеспечивать и поддерживать процессы самопознания, самостроительства и самореализации личности обучаемого, развития его неповторимой индивидуальности [2].

Долгое время личность обучающегося рассматривалась как объект деятельности, без учёта его интересов, потребностей и ценностных ориентаций. Личностный подход рассматривает сту-

дента в качестве субъекта обучения, равноправного с педагогом и взаимодействующего с ним на принципах сотворчества, взаимодействия и взаимопомощи.

На практике личностно ориентированное обучение рассматривается как адаптированная система, в которой через организацию единой для всех, но разнородной образовательной среды создаются условия для дифференциации студентов на основе их личностных проявлений: познавательных интересов, потребностей, возможностей, личностно значимых ценностей и жизненных установок.

Дифференциальное обучение – это работа по одной программе, но на разных уровнях сложности в рамках урочной системы.

Цели дифференциального подхода:

- 1) рациональная организация учебной деятельности;
- 2) повышение качества обучения;
- 3) формирование интереса к урокам математики;
- 4) развитие личности каждого студента.

Математика как одна из базовых дисциплин призвана обеспечить создание фундамента для дальнейшего погружения студентов в сферу профессиональных задач.

Математика принадлежит к числу тех дисциплин общеобразовательного блока, которые имеют большие возможности для развития личности. В силу специфики своего содержания данный учебный предмет формирует способность к усвоению новой информации, умение планировать и адекватно оценивать свои действия, развивает силу и гибкость ума, способность к аргументации и другие качества, необходимые современному специалисту.

Цель обучения математике в учреждении среднего профессионального образования состоит в том, чтобы студент получил фундаментальную математическую подготовку в соответствии с программой, овладел навыками математического моделирования в области будущей профессиональной деятельности.

В преподавании математики дифференциацию нельзя рассматривать исключительно с позиции студентов, интересующихся математикой. Более полное ее понимание предполагает широкий спектр методов, приемов, средств и форм обучения, используемых преподавателем. Она должна затрагивать все компоненты методической системы обучения и все его ступени.

Часто приходится работать в группах, где собраны подростки с разным уровнем подготовленности, разными способностями. Все они по-разному относятся к тому, что надо узнать, усвоить, понять, запомнить. А следовательно, «в практике обучения даже методически совершенные уроки, основанные на одних фронтальных формах работы, не приносят полного успеха, т. к. обучающиеся по-разному усваивают материал и неодинаково относятся к тому, что нужно узнать, понять, запомнить. Это объясняется наличием разных уровней обучаемости, темпов продвижения в усвоении учебного материала» [2]. Поэтому необходимо хорошо знать тех, кого учишь. Это даст возможность обучающимся проявить свою фантазию, творчество, индивидуальность, избавиться от чувства страха. Нельзя не учитывать тип нервной деятельности каждого обучающегося, его темперамент.

Потребность в дифференцированном обучении становится всё более острой, так как любое учебное заведение должно дать возможность каждому обучающемуся получить образование, соответствующее его способностям желанию и возможностям.

Перед разными категориями обучающихся ставятся различные цели: одни студенты должны достичь определенного уровня подготовки, называемого базовым, а другие, проявляющие интерес к математике и обладающие математическими способностями, должны добиться более высоких результатов. В соответствии с этим можно выделить две группы студентов: группа базового уровня и группа повышенного уровня. Конечно, состав групп не должен быть застывшим. Желательно, чтобы любой студент мог перейти из одного уровня в другой.

Критериями деления студентов на группы являются:

- объём имеющихся знаний;
- культура умственного труда;
- умение анализировать и обобщать;
- уровень познавательной активности;
- уровень самостоятельности;
- уровень работоспособности;
- утомляемость от интеллектуальной деятельности [3].

Групповая работа даёт возможность в довольно сжатые сроки пройти курс математики за один год, который в школе проходят за два года.

Задания для групп должны быть строго дифференцированы в соответствии с интеллектуальными возможностями студентов и их интересами.

На различных этапах занятия применяется дифференцированный подход следующим образом.

Первый этап: введение нового материала, это можно осуществить сочетанием двух подходов – дифференцированного и проблемного.

При изучении нового материала проблемный подход можно осуществлять на трех уровнях.

На первом уровне студенты самостоятельно ведут поиск. Преподаватель формулирует саму проблему, указывает результат.

На втором уровне преподаватель указывает на проблему, но не сообщает конечного результата.

На третьем уровне не указывается проблема, а студенты постепенно подводятся к тому, чтобы самостоятельно усмотреть ее.

Второй этап:

а) самостоятельные работы студентов по изучению нового;

б) самостоятельные работы по применению изученной теории к решению задач.

Большинство методов дифференциации помощи со стороны преподавателя могут быть объединены в следующие основные группы:

- указания типа задач, правила, на которые опирается данное упражнение;
- дополнение к заданию в виде чертежа, схемы (и тут возможна дифференциация помощи: рисунок, чертеж без обозначений, чертеж с обозначением и т.п.);
- запись условия в виде таблицы, матрицы, графика;
- указание алгоритма решения;
- приведение аналогичной задачи, решенной ранее;
- объяснение хода выполнения подобного задания;
- предложение выполнить вспомогательное задание, наводящее на решение основной задачи;
- наведение на поиск решения с помощью ассоциации;
- указание причинно-следственных связей, необходимых для выполнения;
- указание ответа, результата заранее;
- расчленение сложной задачи на ряд элементарных;
- постановка наводящих вопросов;
- указание теорем, формул, на основании которых выполняется задание;
- предупреждение о наиболее типичных ошибках, неправильных подходах и т.д.;
- указание ошибки в чертеже, в вычислениях, в постановке алгоритма работы, в установлении зависимости и т.п.;
- использование вспомогательных дифференцированных карт (блоков информации по темам) различной степени помощи;
- использование опорных конспектов.

Третий этап: работа с учебником. При изучении новой темы выделяются четыре этапа: изучение, усвоение, закрепление и углубление. Первый этап обращен одинаково ко всем учащимся. На следующих этапах проявляется дифференциация. Задания для сильной группы переходят от обязательных к творческим. Средняя группа сосредоточивается на упражнениях, которые требуют старания, хорошего понимания основных положений темы и умений сделать 1-2 логических шага в направлении развития этих положений. Задания для слабой группы студентов возвращают их к основным моментам объясненной темы. При работе с учебником задания, предлагаемые студентам, также могут быть дифференцированы. Например, одной группе ребят предлагается прочитать теорему и выделить все шаги доказательства, другой – план доказательства, третьей группе предлагаются задания с пропусками и т.д.

Четвертый этап: дифференцированный контроль подготовленности к занятию. На занятии математики можно проводить фронтальный письменный опрос всех студентов группы одновременно в двух вариантах на 10 минут. Такие письменные опросы целесообразно проводить отдельно по трем основным компонентам содержания:

- а) формулировка определений, теорем, правил и т.п. (типа математического диктанта);
- б) доказательства;
- с) решение задач (выполнение упражнений).

Также в работе используются тесты: тематические, итоговые.

Задания в тестах подбираются по степени сложности от легких к более сложным. При работе с тестами студенты выполняют различные виды работы: выбрать только ответы или кратко решить. Самостоятельные и контрольные работы содержат задания обязательного уровня, задания повышенного уровня сложности. Также при проведении контрольных работ используется несколько вариантов, для сильных студентов более сложные задания, что исключает списывание и дает индивидуальный подход к каждому из них. Самостоятельные работы разделяются на три вида: решение по образцу (для слабой группы); выделение нужного ответа из нескольких (для средней группы); работа с дополнительным материалом (для сильной группы). Во время самостоятельных работ практикуется следующий прием. Слабый студент, выполнивший задания уровня А, поднимает руку для проверки. При правильном ответе он может попробовать выполнить уровень В. Этот прием позволяет в течение занятия проверить и оценить большинство работ. Контрольные работы, подразделяемые на базовые и итоговые, являются также разноуровневыми. На одной и той же контрольной работе студентам из сильной группы предлагаются более сложные задания.

Практикуются зачеты по пропущенным темам в целях устранения пробелов в знаниях. Зачет состоит из обязательной и дополнительной части. После прохождения темы проводится тематический зачет, в котором используются дифференцированные задания. В конце семестра проводится итоговый зачет. Студенты, которые хорошо сдавали текущие зачеты, от итоговых могут освобождаться.

Пятый этап: домашнее задание. Удобно составлять дифференцированные домашние задания, которые могли бы более полно использовать возможности студентов и позволили бы организовать их проверку в аудитории. Принцип составления таких упражнений заключается в том, что первое упражнение предназначено для всей группы, а второе непосредственно связано с первым, но содержит по сравнению с первым некоторую дополнительную трудность.

Проблема преодоления неуспеваемости – это психологическая проблема. Студент, испытывающий трудности в обучении, должен иметь щадящий режим работы. Таким студентам необходимы опорные схемы, таблицы. В кабинете обязательно должен быть стенд с материалом по изучаемым темам. На рабочем столе папки с различным справочным материалом по дисциплине [4].

В заключение надо отметить, что выполнение задачи прочного усвоения курса математики, который тесно связан с получением и осмыслением большого объема учебной информации, невозможно без совместной согласованной деятельности студентов по объединению и обобщению работы каждого. Коллективная деятельность при этом становится этапом завершения индивидуальной работы.

Следует подчеркнуть, что на каждом занятии преподаватель не имеет возможностей для полного и всестороннего учета индивидуальных особенностей всех студентов.

Ориентация на обязательные результаты обучения постоянно поддерживает подготовку студентов на опорном уровне, это позволяет обучаемому при возможности и возникшем интересе перейти на более высокие уровни на любом этапе обучения. Кроме этого, так как каждый студент работает на посильном для него уровне трудности, он лучше осознает свои ближайшие цели и задачи. Поэтому ведущим видом является уровневая дифференциация. Уровневая дифференциация способствует более полному учету индивидуальных запросов обучающихся, развитию их интересов и способностей. В условиях дифференцированного обучения каждый студент реализует право выбора уровня обучения в соответствии со своими способностями.

Литература

1. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2 т. Т. 1. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. – 816 с.
2. Солодникова С.В., Юнина Е.А. Психология человека: Учебно-методическое пособие. – Пермь, Изд-во ПРИПИТ, 2003. – 68 с.
3. Юнина Е.А. Новые педагогические технологии: Учебно-методическое пособие. – Пермь: Издательство ПРИПИТ, 2008. – 148 с.
4. Якиманская И.С. Личностно ориентированное обучение в современной школе // Профильное обучение, 2003. – № 1.

УДК 378.147

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ СТОРОНЕ И ОСНОВНЫХ ЭТАПАХ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ КЕЙС-МЕТОДОВ

Д.Ю. Тулепбергенова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

В статье рассматривается кейс-метод как генератор новых идей и нестандартных решений. Это должно способствовать модернизации системы высшего образования, помочь студенту в реализации его творческого развития в профессиональной деятельности.

Стратегической целью государственной политики, согласно концепции Федеральной целевой программы развития образования на 2011–2015 года, является повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям общества и каждого гражданина [1].

Формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущих специалистов один из шагов на пути к модернизации системы высшего образования. Не последнюю роль в этом процессе играют интерактивные методы обучения (имитационные, ролевые и деловые игры, проекты, кейсы), оказывающие влияние на совершенствование учебно-воспитательного процесса и подготовку специалистов к профессиональной деятельности. Процесс обучения должен быть построен таким образом, чтобы формировать личностные и профессиональные умения будущего специалиста:

- анализ проблемы;
- способность к самостоятельному принятию решений;
- проявление интереса, любознательности и любопытства к общей деятельности;
- тактичное отстаивание своих позиций;
- владение методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности;
- подчинение своих мимолетных желаний определенному общему правилу поведения;
- способность к самостоятельному мышлению.

В этой связи представляется необходимым внедрение case-study на очных практических занятиях в современном вузе в рамках дисциплины иностранный язык.

Кейс является своего рода генератором новых идей, нестандартных решений. Он должен изменить позицию учащегося от прилежного исполнителя к активному творцу, умеющему рефлексировать свои интеллектуальные действия (включая и ошибочные) при решении задач, а не только при выполнении стандартных заданий. Очевидная польза case в том, что приобретенный в учебной ситуации опыт, после соответствующей переработки, может быть использован в других ситуациях профессиональной деятельности.

Рассмотрим содержательную сторону одного из интерактивных методов обучения метод case-study. Метод кейсов («*case method*», «*case-study*», «кейс-метод», «кейс-стади», «метод анализа конкретных ситуаций») – технология обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале, или же приближены к реальной ситуации. Внедрение кейсов на занятиях по иностранному языку, являющихся элементарными структурными единицами урока, его первичными «клеточками», – это кульминационная часть занятия, наравне с игрой, проектом, деловой игрой, где приоритетами должны являться паритетное общение учащихся и преподавателя, мобильность всех участников, профессиональная компетентность преподавателя, познавательная активность студентов. Одним из важных этапов работы с кейсом является его конструирование.

Конструирование кейсов – это трудоемкий процесс, требующий внимания, концентрации, знания предмета, при создании учебных ситуаций необходимы междисциплинарные связи. Кейс – это такая организация учебного процесса, в которой упор на получение студентами знаний,

заменен на умение ими пользоваться. Как отмечает профессор Ю. П. Сурмин «Кейс-метод играет исключительно важную роль в процессе формирования человеческих ресурсов, формирования человеческого капитала» [2, с. 132–133]. Он пишет, что «в основе кейса лежат правильно сформулированные дидактические цели, которые служат основой «конструирования» ситуационного упражнения – обработка сначала тезисов, а потом собирание соответствующих материалов на предприятии, в учреждении, ведомстве, которое является объектом анализа» [2, с. 165]. На этом этапе необходимо посетить фирму, опросить руководство и/или работников, получить конкретную информацию, которая может стать «сердцевиной» создаваемого ситуационного упражнения. Полученную информацию полезно сравнить с данными из других источников: местная торговая палата, агентства регионального развития, фирмы экономического развития, консультационные фирмы, профессиональные периодические издания.

Необходимо помнить о согласии руководства фирмы на использование полученных материалов и их публикацию в виде завершеного ситуационного упражнения [2].

Ряд исследователей выделяет следующие этапы создания кейса:

1) формирование дидактических целей кейса. Этот этап включает определение места кейса в структуре учебного курса, выявление его «зоны ответственности» за знания, умения и навыки студентов;

2) построение программной карты кейса, состоящей из основных тезисов, которые необходимо воплотить в тексте;

3) поиск институциональной системы (фирма, организация, ведомство и т.д.), которая имеет непосредственное отношение к тезисам программной карты;

4) сбор информации в институциональной системе относительно тезисов программной карты кейса;

5) построение или выбор модели ситуации, которая отражает деятельность института;

6) выбор жанра кейса;

7) написание текста кейса;

8) диагностика правильности и эффективности кейса. Речь идет о проведении методического учебного эксперимента, построенного по той или иной схеме, для выяснения эффективности данного кейса;

9) подготовка окончательного варианта кейса;

10) внедрение кейса в практику обучения, которое предполагает его применение при проведении учебных занятий, а также его публикацию с целью распространения в преподавательском обществе [2].

При создании кейса необходимо подбирать материал, способный заставить студентов включиться в работу внутри группы, и организовывать работу так, чтобы обеспечить их активное участие (например, с помощью таких методов, как мозговой штурм, дискуссии в малых группах, ролевые игры и т. д.).

М.А. Долгоруков употребляет термин тьютор в качестве руководителя группы. ТЬЮТОР (англ. tutor) – в условиях дистанционного обучения в Интернет-среде: преподаватель-консультант, наставник, советник; куратор информационного обмена, основанного на ресурсах сети, созданной в образовательных целях; организует эффективное изучение курса, проводит очные и заочные семинары и консультирует студентов, проверяет и комментирует письменные задания. Задачей тьютора является также проведение очных групповых тьюториалов (семинаров) для корректировки процесса самостоятельных занятий, освоения эффективных методов работы и обмена опытом; на тьюториалах широко применяются активные методы обучения: групповые дискуссии, деловые игры, тренинги, мозговой штурм. Автор пишет, что наиболее сложные виды case study требуют высшего уровня мастерства тьютора и наличия, как минимум, следующих навыков:

– работая с реальной ситуацией студента, анализировать и обобщать в режиме реального времени;

– создание рабочего пространства на объединении ситуации «здесь и теперь» с «там и тогда»;

– знание групповой динамики;

– владение навыками проблематизации, критики, рефлексии [3].

В идеале, считает М.А. Долгоруков, тьютор должен работать, стирая грань между жанрами – делать в каждый момент времени именно то, что в данный момент наиболее адекватно ситуации и мотивировать студентов, используя при этом весь арсенал своих знаний и навыков.

А. А. Полонников пишет, что руководителю группы студентов следует обратить внимание на:

- a) наличие/отсутствие аналитической рефлексивной установки;
- b) умение целостно «удерживать» предмет понимания и анализа;
- c) умение структурировать предмет внимания, устанавливая неоднозначность и иерархизированность проблем (мышление);
- d) умение рассматривать предмет с различных фиксированных точек зрения, возможно, альтернативных;
- e) способность студентов к согласованию (интеллектуальной кооперации) [4].

По мнению М.А. Долгоорукова кейс в большинстве случаев должен содержать:

- события, имена и должности;
- главных героев;
- даты и место, где происходит действие;
- описание конкретной деловой проблемы;
- информацию о стране, отрасли и продукте;
- записку по преподаванию, в которой рассматриваются примерные вопросы по данному кейсу, определена целевая группа, цели преподавания, анализ проблем и их концептуальное обоснование.

Ю.П. Сурмин полагает, что кейс как жанр характеризуется тремя составными частями:

- сюжетной частью, которая представляет собой совокупность действий, событий, которые раскрывают содержание кейса;
- информационной частью, которая содержит необходимую для анализа ситуации информацию;
- методической частью, которая разъясняет место данного кейса в курсе и формулирует задания по анализу кейса [2, с. 168].

Ю.П. Сурмин пишет, что сюжетная и информационная части могут существовать как относительно независимые, так и тесно переплетаясь. Но в любом кейсе его назначение и задание должны быть четко сформулированы.

Важной проблемой написания кейса является поиск информации, на которой он основывается. Один из наиболее эффективных источников – интервью с руководителями фирмы.

Полонников А. А. выделяет следующие типы этапы занятия:

- 1) знакомство;
- 2) установочное сообщение руководителя занятий;
- 3) свободная дискуссия по теме сообщения;
- 4) рефлексия занятия.

Рассмотрим этапы необходимые для проведения учебных ситуаций. При подготовке (программировании) учебной ситуации у тьютора должна быть четко поставленная цель. Тьютор должен вывести взаимосвязь (соотношение) поставленной цели с материалами курса и другими учебными целями отдельного занятия и всей программы в целом. Тьютор также обязан обдумать такие этапы как:

- раздача необходимого материала (где, когда, в каком количестве);
- вопросы для группы, способствующие размышлению, пониманию, прояснению и проникновению в суть проблем;
- способы мотивации;
- дифференцированное оценивание;
- время на обстоятельную рефлексю.

Тьютор при проведении учебной ситуации:

- подчеркивает ее значимость для студентов (кейс, как правило, иллюстрирует проблемы, с которыми многие из студентов сталкиваются в своей реальной практике);
- подчеркивает, что работа над ситуацией носит аналитический характер (это означает, что студенты должны использовать знакомые им концепции и алгоритм работы; отметьте, что цель не состоит в обязательном достижении решения и что группа может и не найти решения описанных проблем или идеального выхода из ситуации);
- подчеркивает важность понимания и учета многогранности и многофакторности описанной ситуации (так же как и в реальной жизни). Обращает внимание на отдельные факторы, влияющие на ситуацию и взаимосвязи между ними;

– должен быть уверен в том, что группа понимает смысл того, что предстоит сделать в ходе работы над учебной ситуацией.

М.А. Долгоруков рекомендует внимательно наблюдать за процессами, происходящими в группе и при необходимости вмешиваться в работу группы, чтобы сделать процесс обучения более эффективным и продуктивным. Время от времени автор рекомендует подводить итоги работы над ситуацией, а в конце обязательно проводить рефлексию [3].

Ю.П. Сурмин при создании кейсов советует учитывать: дидактику; требования системы образования; изменения, происходящие в жизни, в той системе, которая отражается в кейсе; творческие способности разработчика кейса.

Ю.П. Сурмин предъявляет следующие требования к кейсам:

- интересное изложение, простым и доходчивым языком (целесообразно приводить высказывания сотрудников – представителей фирмы);
- отличаться «драматизмом» и проблемностью;
- наличие как положительных примеров (например, путь к успеху фирмы), так и отрицательных (причины неудач)
- выразительное определение «сердцевины» проблемы;
- соответствие потребностям выбранного контингента студентов, содержание необходимого и достаточного количества информации [2, с. 166].

А.А. Полонников обращает внимание на следующие возможные затруднения студентов в ходе работы:

- ориентация на единственно правильный вариант анализа;
- рецептурные ожидания в отношении ведущего занятия;
- неспособность "обернуть" ситуацию на себя, анализ образовательной ситуации вообще.
- деструктивная коммуникация, неумение и нежелание согласовываться;
- отсутствие интереса к занятию [4].

Итак, мы пришли к выводу, что в ходе конструирования содержания кейсов следует учитывать следующие принципы:

- целостность предмета анализа;
- доходчивость материала;
- соответствие требованиям системы образования;
- актуальность (учет изменений, происходящих в жизни общества)

Проведение кейса невозможно односторонними усилиями. Кейс заставляет студентов быть активными, поддерживать внимание, обостряет мыслительную реакцию, дисциплинирует. Кейс-метод своего рода попытка анализа человеческого потенциала, помощник в выработке стратегии и тактики расстановки, использования, удержания, оценки и вознаграждения персонала. Кейс-метод – эффективный инструмент, применяемый для идентификации и развития интеллектуального капитала, позволяющий аккумулировать знания всех участников и ускорить процесс генерации новых решений. Кейс-метод показатель уровня информированности каждого участника, умения работать с информацией, индикатор будущих социальных ролей (соцролей).

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации «О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
2. Сурмин Ю.П., Сидоренко А., Лобода В., Фурда А., Катерыняк И., Меер Кеси. Ситуационный анализ, или Анатомия Кейс-метода. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
3. Долгоруков М.А. Практическое руководство для тьютора системы Открытого образования на основе дистанционных технологий [Текст] / А. М. Долгоруков. – М.: Центр интенсивных технологий образования, 2002. – С. 21–44.
4. Полонников А.А. Очерки методики преподавания психологии. Системно-ситуативный анализ психологического взаимодействия. – Мн.: ЕГУ, 2001. – 128 с.

Ответственный за выпуск Я.В. Ганич

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ:
ПУТИ РАЗВИТИЯ**

*Материалы
Третьей всероссийской научно-практической конференции
(23–25 апреля 2013 г.)*

Часть I

В авторской редакции
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Подписано в 25.04.2013 г.
Формат 61*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 28,69. Уч.-изд. л. 29,05. Усл. печ. л. 28,71
Тираж 200 экз. Заказ № 105

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35