

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2016



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№ 10 (52) 2016
Часть 2
Октябрь**

Подписано в печать 17.10.2016.
Тираж 900 экз.
Заказ 26157
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам LV заочной научной конференции International Research Journal.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких либо ограничений. Тип лицензии CC поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Журнал входит в международную базу научного цитирования **Agris**.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217**.

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиштунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

СУСПЕНЗИОННОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА	6
ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА	10
СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АГРЕГАТОВ КОРМОПРОИЗВОДСТВА, КОРМОЦЕХА С ЯЧЕИСТЫМ ХРАНИЛИЩЕМ И ФЕРМ ЖИВОТНОВОДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМБИНАТА ПО КОНТАКТНОМУ ПРОВОДУ И РЕЗОНАНСНОЙ ЛИНИИ	13
К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ШЕРСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ВЕРБЛЮДОВЫХ	17
МЕТОД ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ КОМПЕНСИРУЮЩИЙ ДРЕЙФ ИЗОЛИНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ	21
ОЦЕНКА ВЫХОДНЫХ ЭКРАННЫХ ФОРМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ	24
ПОДХОДЫ В ИМИТАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АСУ ТП	27
АНАЛИЗ МЕТОДА ВЗВЕШИВАНИЯ ЦЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ НА АГРЕГАТАХ УКЛ-7	30
МИНИМИЗАЦИЯ ЧИСЛА ЛОКАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ	35
ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ ОЦЕНКИ РАЗРУШЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА НА ОСНОВЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО J-ИНТЕГРАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ ДЕФЕКТОВ В ПРЯМЫХ ТРУБАХ	39
СИНТЕЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ДВУХЗВЕННОГО ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА «ВИТЯЗЬ» НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	46
ANALYSIS OF THE DAILY SCHEDULE OF ELECTRIC LOAD OF A HOUSE. CALCULATION OF ELECTRIC POWER LOSS FOR TRANSFORMER AND CABLE LINES	53
АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ КАК СПОСОБ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ	57
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНОГО ВИДА	62
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ	66
ОСВЕТЛЕНИЕ РЕЧНОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ	71
МОДЕЛЬ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА С СОХРАНЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ И ЕГО СВОЙСТВА	75
ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА С СОХРАНЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ	79
ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	82
РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ	86
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК	93
РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	95
РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА (ТЭГ) СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС	99
ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ	104
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ ТУРБУЛИЗАТОРОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ	108
ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ И СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТОВЫХ ИМПЛИКАТОВ В КОНТЕКСТЕ ПОИСКА ПРОТИВОРЕЧИЙ В НЕЧЕТКОЙ БАЗЕ ПРАВИЛ	111
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ	116
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА В ПЕРЕДВИЖНОЙ ПО ЭЖД ФЕРМЕ 75 КОРОВ	119
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ИНДИКАТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ	123

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

ОПТИМИЗАЦИЯ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ: СЛУЧАЙ ТРЕХ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПРИОРИТЕТОВ	127
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СМЕШЕНИЕМ.....	133
ОБ АСИМПТОТИКЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ МОДЕЛЬНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ С СУММИРУЕМЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ	137

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦЕНТР МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	143
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ В ОТКРЫТОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СТОЛЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО ПАКЕРА	147
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЬДОПОРОДНОЙ ЗАКЛАДКИ	152
ОПЫТ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГЕЛИЯ	155
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННО-ПРИРОДНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ).....	160

АРХИТЕКТУРА / ARCHITECTURE

ГЕО-МЕТРИЧЕСКАЯ ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ОБРАЗНОГО ФОРМИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ	164
КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТА «КАЗАНСКАЯ ПРАВОСЛАВНАЯ ДУХОВНАЯ СЕМИНАРИЯ КАЗАНСКОЙ ЕПАРХИИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКВИ»	169

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ / ARTS

ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕКСТИЛЬ. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	172
ПОКУПАТЕЛИ ПРЕДМЕТОВ КИТАЙСКОГО ИСКУССТВА.....	174

КУЛЬТУРОЛОГИЯ / CULTURE STUDIES

КУЛЬТУРНЫЕ ИНТЕРЕСЫ КАК ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЙ ПРИНЦИП И СРЕДСТВО ПРОБЛЕМАТИЗАЦИИ КУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ.....	176
СОЦИАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МУЗЕЕВ ..	186
НОВЫЕ МЕДИАТЕХНОЛОГИИ КАК ВЫЗОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭПОХИ	189
К ВОПРОСУ О ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИИ САМОДЕЯТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ В КНР ПЕРИОДА ПРАВЛЕНИЯ МАО ЦЗЭДУНА (1949-1976).....	195
КРЕАТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВА АУДИТОРИИ «НОВОГО ТИПА».....	201
ДИАХРОННЫЙ АСПЕКТ ВОЗЗРЕНИЙ НА ТЕЛЕСНОСТЬ В ГУМАНИТАРИСТИКЕ	203
ЯЗЫК КАК МАРКЕР «НОВОЙ ЭТНИЧНОСТИ».....	205

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.119

Антонов А.А.¹, Артемьев А.А.², Литвинова Т.Р.³, Соколов Г.Н.⁴, Зорин И.В.⁵, Дубцов Ю.Н.⁶, Елсуков С.К.⁷¹Младший научный сотрудник, ²кандидат технических наук, доцент, ³аспирант, инженер,⁴доктор технических наук, профессор, ⁵кандидат технических наук, доцент, ⁶кандидат технических наук,⁷аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-08-01276 и 16-38-00764, а также гранта Президента РФ № МК-4713.2016.8***СУСПЕНЗИОННОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОГО НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА****Аннотация**

Определены критерии выбора ультрадисперсных компонентов для суспензионного модифицирования износостойких наплавленных сплавов, что позволило выявить перспективные для изготовления модификатора химические соединения. Разработана технология изготовления порошкового модификатора наплавочных сплавов. Исследованы особенности перехода в наплавленный металл при аргонодуговой наплавке частиц монокристалла титана TiN из модификатора, введенного в состав электродной порошковой проволоки.

Ключевые слова: модификатор, наночастицы, монокристалл титана, порошковая проволока, наплавленный металл, аргонодуговая наплавка.

Antonov A.A.¹, Artem'ev A.A.², Litvinova T.R.³, Sokolov G.N.⁴, Zorin I.V.⁵, Dubtsov Yu.N.⁶, Elsukov S.K.⁶¹Junior research scientist, ²PhD in Engineering, Associate professor, ³postgraduate student, engineer,⁴PhD in Engineering, professor, ⁵PhD in Engineering, Associate professor, ⁶PhD in Engineering, ⁷postgraduate student, Volgograd State Technical University*Researches was supported by the Russian Federal Property Fund within scientific projects No. 16-08-01276 and 16-38-00764, and also a grant of the Russian President No. MK-4713.2016.8***SUSPENSION MODIFICATION OF WEAR-RESISTANT WELD METAL****Abstract**

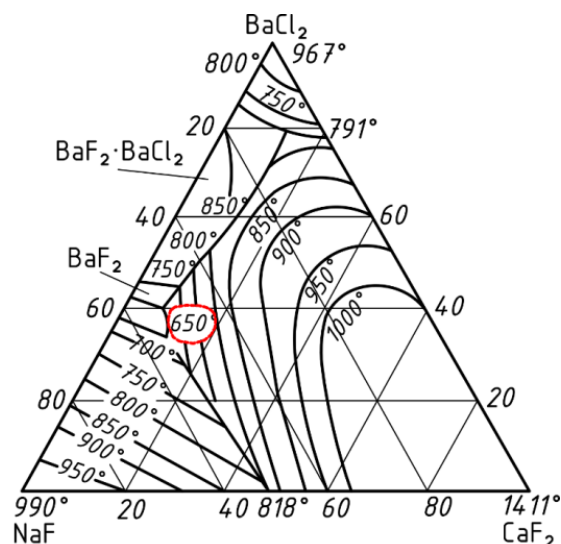
Criteria of the choice of ultradisperse components for suspension modifying wear weld alloys that has allowed to reveal perspective for producing chemical compounds of the modifier. The technology of manufacturing powder modifier surfacing alloys are developed. Features of the transition in the weld metal with TIG surfacing mononitride titanium TiN particles from the modifier introduced into the flux-cored wire electrode.

Ключевые слова: modifier, nanoparticles, titanium mononitride, flux cored wire, weld metal, argon arc welding.

Целью настоящего исследования является улучшение механических и эксплуатационных свойств наплавленного металла за счет увеличения металлургической эффективности модификатора экзогенного типа, который введен в состав порошковой проволоки.

Обычно принято производить модифицирование структуры наплавленного металла и сварных швов путем введения компонентов в сварочную ванну в составе электродов, проволок, флюсов и других материалов, порошков различных металлов, в том числе и редкоземельных, способствующих формированию в металлическом расплаве преимущественно тугоплавких химических соединений эндогенного происхождения, служащих новыми центрами его кристаллизации [1]. В последние годы как в литейном, так и сварочном [2-4] производствах активно развиваются процессы суспензионного модифицирования металла с использованием тугоплавких ультра- и нанодисперсных химических соединений, которые при введении в металлический расплав обеспечивают также возможность целенаправленно управлять качеством кристаллизующегося металла. Использование для изготовления модификаторов такого типа металлической связки – протектора из никеля, хрома, титана, стали (патенты РФ № 2471601, 2434965, 2404887, 2443794) с длительной обработкой компонентов в планетарных мельницах и компактированием приводит к увеличению себестоимости продукта, а также влияет на изменение химического состава, наплавленного металла и сварных швов.

Для эффективного модифицирования наплавленных сплавов достаточно использовать в процессе их формирования не более 1 масс. % ультрадисперсных частиц тугоплавких соединений. В этой связи актуальной является задача однородного распределения ультрадисперсных частиц в объеме наплавочных материалов (в частности порошковых и композиционных проволок) и строго дозированное их введение в металлический расплав при наплавке, что позволит обеспечить стабильность химического и структурно-фазового состава макрообъемов наплавленного сплава. Для достижения этой цели нами разработан комплексный порошковый модификатор, микрогранулы которого содержат ультрадисперсные частицы тугоплавкого химического соединения монокристалла титана (TiN), сцементированные шлаковой фазой.

Рис. 1 – Диаграмма состояния системы NaF-BaCl₂-CaF₂ (температуры указаны в град. по Цельсию)

Выбор компонентов шлаковой системы ограничен рядом требований, накладываемых технологией производства модификатора и металлургическими процессами, протекающими при суспензионном модифицировании сплавов. К ним относятся: низкая температура плавления шлака и небольшая его плотность, химическая инертность по отношению к тугоплавким частицам и легирующим элементам в сталях и сплавах, нерастворимость в металлических расплавах, низкая гигроскопичность и др. Анализ физико-химических и металлургических свойств различных фторидов, хлоридов и оксидов показал, что данным требованиям удовлетворяет шлаковая система NaF-BaCl₂-CaF₂ эвтектического состава (рис. 1).

При содержании компонентов NaF, BaCl₂ и CaF₂ в количестве 63, 30 и 7 масс. % соответственно температура плавления шлака составляет около 650 °С. Компоненты солевого шлака являются химически инертными к нитриду TiN и расплаву металла системы легирования Fe-C-B-Cr-Ni-Mo-Ti, а также нерастворимы в нем. Шлак обладает хорошей смачиваемостью металлов и частиц тугоплавких соединений; при кристаллизации наплавленного металла локализуется на его поверхности; не образует неметаллических включений и не влияет на механические свойства сплавов.

Разработана технология изготовления порошкового модификатора наплавочных сплавов, содержащих частицы нитрида титана TiN и шлаковую фазу системы NaF-BaCl₂-CaF₂, а также выполнены исследования физико-химических взаимодействий на их межфазных границах в процессе получения модификатора.

Применяемый порошок нитрида титана содержит как микрочастицы размером до 70 мкм, так и наночастицы TiN размером до 100 нм, содержание которых в порошке составило около 3 об. %. При этом наночастицы формируют конгломераты размером до 20 мкм, а также располагаются на поверхности микрочастиц сферической (рис. 2, I) и неправильной (рис. 2, II) формы, соотношение объемных долей которых в исходном порошке составило приблизительно 1:1. В результате анализа гранулометрического состава порошка выявлено, что основная фракция микрочастиц сферической формы имеет размер менее 6 мкм, – микрочастиц неправильной формы – менее 20 мкм.

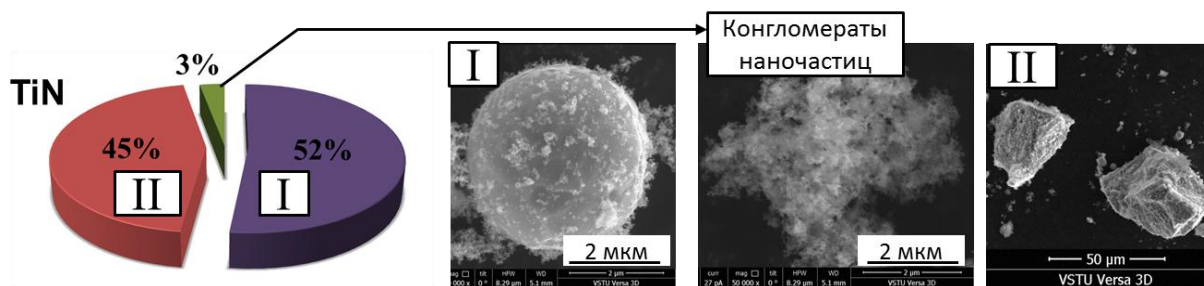


Рис. 2 – Объемный состав и виды частиц исходного порошка нитрида титана

Использование порошка нитрида титана с широким распределением частиц по размерам преследует две цели: снижение себестоимости модификатора и повышение однородности распределения в его объеме наночастиц, носителем которых выступают микрочастицы TiN.

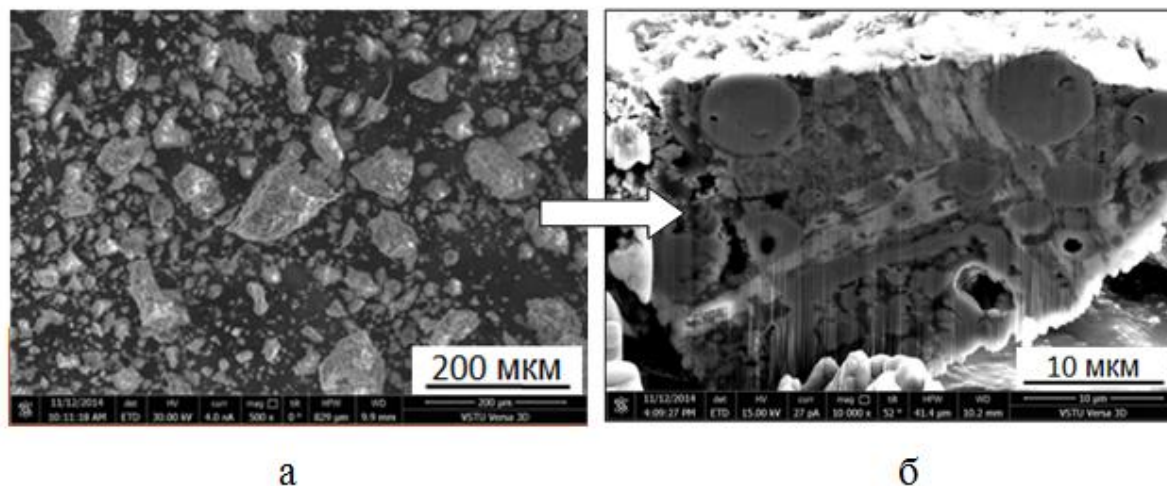


Рис. 3 – Комплексный модификатор (а) и сечение его гранулы (б).

Исследование сечений микрогранул полученных ионным травлением показало высокую однородность распределения частиц TiN в их объеме (рис. 3, б). Микрогранулы обладают композиционной структурой, состоящей из отдельных микрочастиц и конгломератов наночастиц TiN в шлаковой матрице, представленной сложной эвтектикой из исходных компонентов (NaF , BaCl_2 , CaF_2 , K_2SiO_3 , Na_2SiO_3) и продуктов их химического взаимодействия (например, NaCl , KCl и др.). Взаимодействие начинается на стадии нагрева смеси частиц TiN с флюсом до температур 700–800 °С, когда диффузия кислорода из атмосферы и образовавшегося шлака приводит к формированию на поверхности частиц нитрида титана TiN слоев оксинитридных твердых растворов, а также оксида титана, что сопровождается выделением титана и азота из решеток нитрида, диффундирующих в слой оксидов. Наряду с этим термодинамически вероятно протекание реакции восстановления натрия из фторида NaF и появление фторидов TiF_2 , TiF_3 . Малое время межфазного взаимодействия существенно ограничивает полноту протекания этих процессов, что в совокупности с низким содержанием кислорода в шлаке и хорошей смачиваемостью частиц TiN шлаковым расплавом, блокирующим их насыщение атмосферным кислородом, позволяет обеспечить высокую степень сохранности микро- и наночастиц TiN в исходном состоянии. Положительным аспектом использования шлака системы NaF - BaCl_2 - CaF_2 является его способность растворять оксид титана [5], обеспечивая активацию поверхности частиц TiN и выведение оксида из металлического расплава в процессе наплавки, что подтверждается энергодисперсионным анализом химического состава структурных составляющих наплавленного металла.

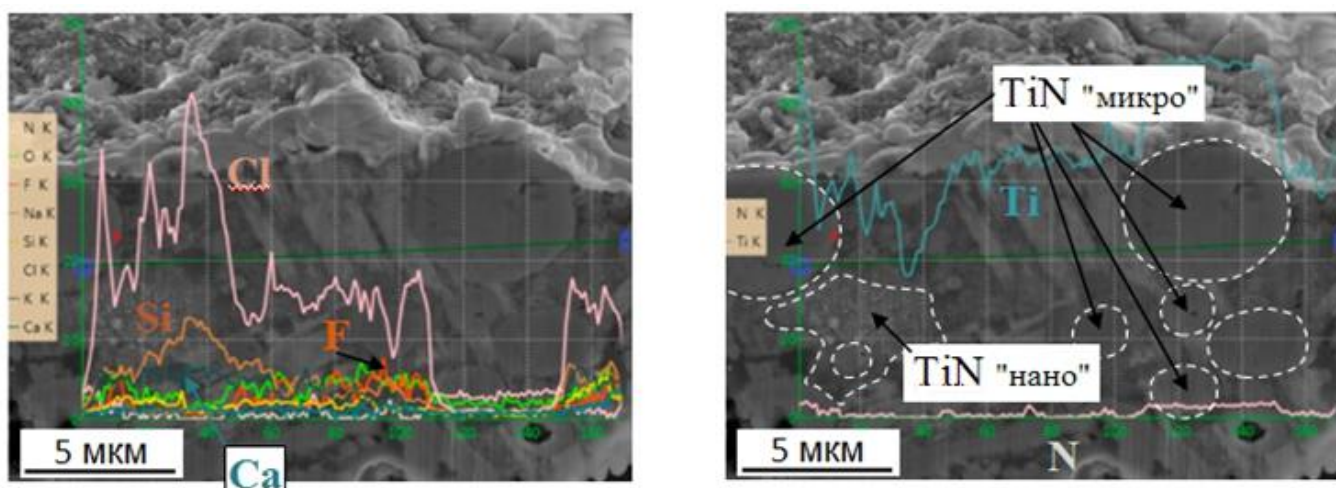


Рис. 4 – Распределение химических элементов в сечении гранулы модификатора.

Выявлено, что растворно-диффузионные процессы, протекающие при взаимодействии частиц TiN с высокотемпературным (2200–2300 °С) металлическим расплавом капли, обуславливают насыщение его титаном и азотом. При переходе капель в металлическую ванну вследствие понижения температуры расплава и снижения скорости конвективных потоков в нем растворение частиц TiN замедляется. Очевидно, частичное растворение микрочастиц нитрида TiN приводит к уменьшению их размера, что способствует увеличению их влияния на формирование центров кристаллизации, на которых при охлаждении металлического расплава возможно образование других тугоплавких химических соединений (рис. 4).

Сравнение структур модифицированного сплава с немодифицированным показало, что под воздействием частиц TiN размер структурных составляющих в сплаве значительно уменьшается, причем существенно возрастает количество мелких (1...3 мкм) включений неправильной (преимущественно кубической и трапециoidalной) формы (рис. 5).

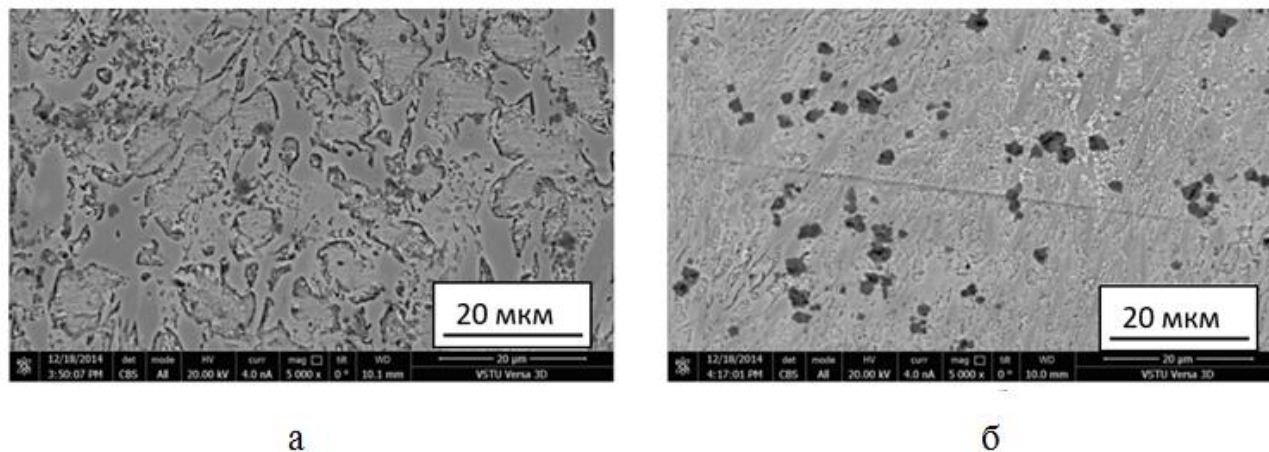


Рис. 5 – Характерная структура модифицированного (а) и немодифицированного (б) сплава

Выявлено, что в центрах сечений этих карбидов расположены включения с размерами от 300 нм до 2 мкм, имеющие округлую и также кубическую формы (рис. 5), причем округлые включения окружены видимой переходной зоной шириной 100-150 нм. Анализ химического состава включений показал, что не зависимо от их морфологии они содержат повышенное количество титана и азот (рис. 5). Вероятно, что частично растворившиеся и перешедшие из модификатора в металлический расплав микрочастицы TiN округлой формы, а также выделившиеся из него частицы TiN кубической формы становятся центрами для кристаллизации карбидов $(\text{Ti}, \text{Mo})\text{C}_{1-x}$. Частицы TiN из состава модификатора, имеющие размер менее 100 нм, использованными методами электронной микроскопии не обнаружены, что может свидетельствовать об их полной диссоциации в реакционной зоне.

Процесс модифицирования сплава также сопровождается перераспределением в его структуре молибдена, который участвует в формировании упрочняющих фаз. Распределение хрома в металле при этом практически не изменяется, так как его активность к углероду значительно меньше, чем молибдена.

Изменение структуры экспериментального наплавленного сплава системы Fe-Cr-Mo-Ni-Ti-C-B под воздействием модификатора обуславливает изменение его механических и эксплуатационных свойств. Твердость сплава увеличивается с 59 до 64 HRC, стойкость к изнашиванию закрепленным абразивом (по ГОСТ 17367-71) при температуре 20 °С возрастает на 14 %, стойкость к истиранию через абразивную прослойку при температуре 500 °С, измеренная по оригинальной методике, возрастает на 12 %.

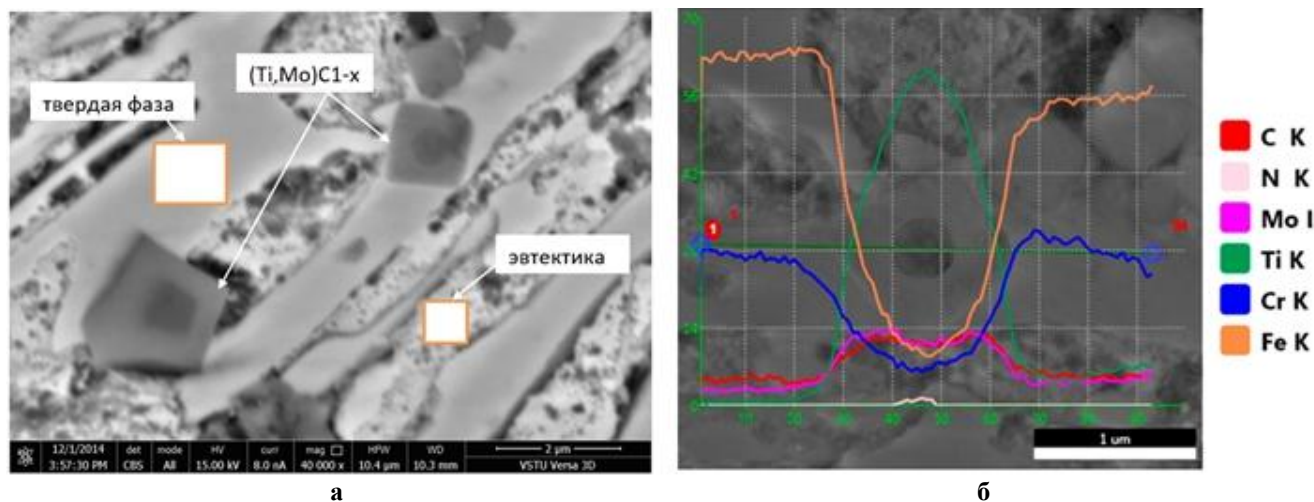


Рис. 6 – Вид включений (а) в модифицированном металле и распределение (б) химических элементов по линии AA'

Таким образом, разработанный модификатор для сварочных материалов за счет высокой степени сохранности микро- и нанодисперсных частиц TiN в исходном состоянии обеспечивает повышение механических и эксплуатационных свойств наплавленного с его использованием металла.

Выводы

1. Разработанный модификатор на шлаковой основе солевого типа при расплавлении в сварочной дуге обеспечивает защиту частиц нитрида титана TiN от взаимодействия с атмосферными газами, содержащимися в сварочных материалах (шихте порошковых проволок, керамических флюсах, электродах). При этом шлаковая составляющая модификатора полностью вытесняется на поверхность металлического расплава, что обеспечивает получение бездефектного наплавленного металла.

2. Модификатор экзогенного типа, содержащий ультрадисперсный нитрид TiN, связанный шлаковой фазой, способствует не только измельчению зерен наплавленного металла, но и обуславливает диспергирование эвтектических карбидов, а также влияет на выделение новых карбидов кубической формы.

3. Содержащиеся в модификаторе микрочастицы TiN влияют на перераспределение в переохлажденном металлическом расплаве тугоплавких химических элементов, в частности молибдена, что способствует формированию карбидов типа $(\text{Ti}, \text{Mo})\text{C}_{1-x}$, повышающих износостойкость наплавленного металла.

Список литературы / References

1. Лившиц Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений / Л. С. Лившиц, А. Н. Хахимов – М. : Машиностроение, 1989. – 336 с.
2. Kiveneva T. I., Olson D. L., Matlock D. K. Particulate - reinforced metal matrix composite as a weld deposit // Welding Journal. – 1995. – No.3. – pp. 83-92
3. Модифицирование сталей и сплавов дисперсными инокуляторами / В. П. Сабуров [и др.] ; Омск : изд-во ОмГТУ, 2002. – 212 с.
4. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама / Г.Н. Соколов [и др.] // Физика и химия обработки материалов. – 2009. – № 6. – С. 41-47.
5. Подгаецкий В. В. Сварочные шлаки : справ. пособие / В. В. Подгаецкий, В. Г. Кузьменко. – Киев: Наук. думка, 1988. – 255 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Livshic L.S. Metallovedenie svarki i termicheskaja obrabotka svarnyh soedinenij [Metallurgy of welding and heat treatment of welded joints] / L.S. Livshic, A.N. Hakimov – M. : Mechanical engineering, – 1989 – 336 p. [In Russian]
2. Kiveneva T.I., Olson D.L., Matlock D.K. Particulate - reinforced metal matrix composite as a weld deposit // Welding Journal. – 1995. – No.3. – pp. 83-92
3. Modificirovanie stalej i spлавov dispersnymi inokuljatorami [Modification of steels and alloys dispersed inoculators] / V.P. Saburov [et al.] : Omsk : Publishing house OSTU, 2002 – 212 c. [In Russian]
4. Modificirovanie struktury naplavlennogo metalla nanodispersnymi karbidami vol'frama [Modification of welded metal structures nanosized tungsten] / G.N. Sokolov [et al.] // Fizika i himija obrabotki materialov [Physics and Chemistry of Materials Processing]. – 2009. – № 6. – P. 41-47. [In Russian]
5. Podgaeckij V.V. Svarochnye shlaki : sprav. posobie [Welding slag: Right guide] / V.V. Podgaeckij, V.G. Kuz'menkon. – Kiev: Science. Dumka, 1988. - 255 p. [In Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.071

Белозеров А.Л.

Аспирант,

Санкт-Петербургский горный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Аннотация

В этой работе предлагается использовать онтологическое моделирование в задачах структурно-параметрического синтеза. Онтология определяет общий язык для описания предметной области задачи синтеза. Таксономии – базовая составляющая онтологии, определяет классы объектов и взаимодействие между этими классами. В статье описываются этапы создания онтологии, составляющие ее элементы и проблемы, возникающие при создании онтологий. Приведен пример создания таксономии объекта «Компьютер» в программной среде Protégé.

Ключевые слова: формализация знаний, онтология, структурно-параметрический синтез.

Belozerov A.L.

Postgraduate student,

Saint-Petersburg Mining University

THE USE OF ONTOLOGIES IN PROBLEMS OF STRUCTURAL AND PARAMETRIC SYNTHESIS

Abstract

In this paper, we propose to use the ontological modeling for problems of structural and parametric synthesis. An ontology defines a common language for describing the domain of the synthesis problem. Taxonomy - the basic component of an ontology defines the object classes and the interaction between these classes. This article describes the steps involved in creating an ontology, its constituent elements and problems associated with the creation of ontologies. An example of creating a taxonomy object «Computer» in the software environment of the Protégé.

Keywords: formalization of knowledge, ontology, structural and parametric synthesis.

Интенсивное развитие приборостроения может быть обеспечено за счет получения большого числа разнообразных решений в выбранной предметной области. Для эффективного использования компонентов целесообразно использовать знания об их характеристиках, совместимости и наличии аналогов.

Перспективным направлением формализации таких знаний является использование онтологий [3, 5]. Онтология определяет общий язык для описания предметной области задачи синтеза и включает машинно-интерпретируемые формулировки основных понятий и отношений между ними. Онтология – это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний, основанной на таксономии. Таксономии – базовая составляющая онтологии, определяет классы объектов и взаимодействие между этими классами. Обычно таксономия состоит из иерархической структуры данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи, правила и ограничения, принятые в этой области. Система классов, подклассов и свойств классов является универсальным и выразительным инструментом представления знаний.

Для рассмотрения представления знаний в задачах структурно-параметрического синтеза [2] введем понятие «метамодели» [1].

Определение 1. Метамодель – это совокупность

$$\langle \Sigma_M; G(P) \rightarrow \text{extr}, P \in \Omega_P, \{P(\eta) = \Phi_\eta(X_\eta), X_\eta \in \Omega_\eta | \eta \in M\} \rangle, \quad (1)$$

где Σ_M – обобщенная схема, представляющая в неявном виде множество M структурных вариантов синтезируемого объекта; $P = (P_1, \dots, P_m)$ – векторный критерий (набор системных показателей) для оценки вариантов решений; Ω_P – множество допустимых значений P ; $G(P)$ – функция свертки векторного критерия; X_η – вектор параметров конструктивных элементов для структурного варианта $\eta \in M$; $\Phi_\eta(X_\eta)$ – функциональные зависимости показателей $P(\eta)$ варианта η от X_η ; Ω_η – область возможных значений X_η .

Назовем самые общие проблемы структурно-параметрического синтеза:

- 1) Какие модели использовать для представления функциональных зависимостей $\Phi_\eta(X_\eta)$, $\eta \in M$?
- 2) Как представить состав элементов и их взаимосвязи для каждого структурного варианта $\eta \in M$ и для всего множества вариантов M ?

Функциональные зависимости $\Phi_\eta(X_\eta)$ могут быть представлены моделями различной сложности. В общем случае множество $\{X_\eta | \eta \in M\}$ неоднородно, т.е. каждый структурный вариант $\eta \in M$ имеет свой собственный состав параметров конструктивных элементов X_η и поэтому для каждого структурного варианта требуется своя параметрическая модель, что существенно усложняет задачу структурно-параметрического синтеза.

Онтологическое исследование сложных систем позволяет накопить ценную информацию об их работе, оформить ее в виде компьютерных баз данных и знаний в предметной области задачи синтеза для реорганизации существующих и построения новых систем [5].

Разработка онтологии включает следующие этапы [3]:

- определение классов в онтологии;
- расположение классов в таксономическую иерархию (подкласс – надкласс);
- определение слотов и описание их допустимых значений;
- заполнение значений слотов экземпляров.

Рассмотрим построение онтологии в среде Protégé 5.0-beta. Фреймовая система Protégé 5.0-beta описывает онтологии декларативным образом, определяя явным образом классовую иерархию и классовую принадлежность индивидуальных переменных. В системе Protégé 5.0-beta классы могут быть как конкретными (Concrete), так и абстрактными. На основе конкретных классов система может создавать экземпляры класса (instances). Абстрактные классы не могут иметь экземпляров.

Свойства классов в среде Protégé характеризуются слотами (slots). Слоты могут иметь различные facets, которые описывают тип значения (string, integer, float и т. д.), число значений (мощность – required single, required multiple и т. д.) и другие свойства значений, которые может принимать слот. Типом значения слота может быть экземпляр класса.

На рис. 1 приведен пример таксономии объекта «Компьютер». Разделим компоненты на классы: microprocessor, memory, interface и peripherals. Так как экземпляры данных классов не могут пересекаться, т.е. микропроцессор не может быть памятью, или периферийным устройством, то они должны быть непересекающимися. Обозначим эти классы как disjointWith. Так же мы выделили классы external, include и internal. Возникает вопрос: относительно чего считать внутренними и внешними, относительно системного блока или относительно системной шины? Поэтому данные классы устройств будут трактоваться так: external – внешний относительно системного блока; include – подключаемый, т.е. внутренний относительно системного блока и внешний относительно системной шины; internal – внутренний относительно системной шины. Они так же являются непересекающимися между собой [4].

Так получаются уже несколько веток иерархий, которым необходимо пересекаться между собой, т.е. некоторые классы должны быть пересечением нескольких базовых классов (Superclasses). Это возможно при использовании операторов множеств intersectionOf и unionOf (логическое «и» и «или»).

В результате у нас получилось 25 классов и максимально 4 ступени иерархии.

После того как мы получили структуру онтологии перейдем к созданию свойств для полученных классов. Свойства бывают ObjectProperties и DatatypeProperties. Первый тип связывает объект и субъект направленной связью. Рассмотрим свойство consist. Субъект для данного свойства указывается, как Domain, в нашем случае – это computer. А объект, как Range, для данного примера – это memory, microprocessor, peripherals и interface. Т.е. компьютер состоит из памяти, микропроцессора, периферийных устройств (ПУ) и интерфейсов. Второй тип – это свойство объекта. Например, микропроцессор в качестве свойства имеет ядро (Core) типа Celeron, разъем (Socket) типа LGA, тактовую частоту процессора и шины. Можно выделить ядро и разъем, как отдельные классы. Можно представить свойства с вводимым значением или со множеством разрешенных значений (allowed values). В нашей онтологии мы выразим как DatatypeProperties – core, socket. Тактовая частота может быть как свойством процессора, так и шины, памяти. Поэтому, для того чтобы мы могли их различать, введем свойство clock и его подсвойства clockFSB и clockRate.

Еще одна проблема – единицы измерения. В каких единицах выражать это свойство? Можно использовать герц (Гц), мегагерц (МГц), гигагерц (ГГц). Если бы свойство clock было классом, то мы могли бы ввести класс «Единицы

измерения» и связать их свойствами. А если оставить свойством, то можно ввести для каждой меры счисления свое подсобство – clockHz, clockMHz. Было решено выражать частоту в МГц. В определении других свойств так же возникли проблемы с единицами измерения. А вот класс interface оказался недостаточным для описания объекта компьютер. Можно сказать, что жесткий диск (HDD) подключается по интерфейсу SATA, или PATA и т.д. Но нельзя сказать, что какое-либо устройство подключается через интерфейс COM. Ведь это порт, а интерфейсом в данном случае будет являться RS-232.

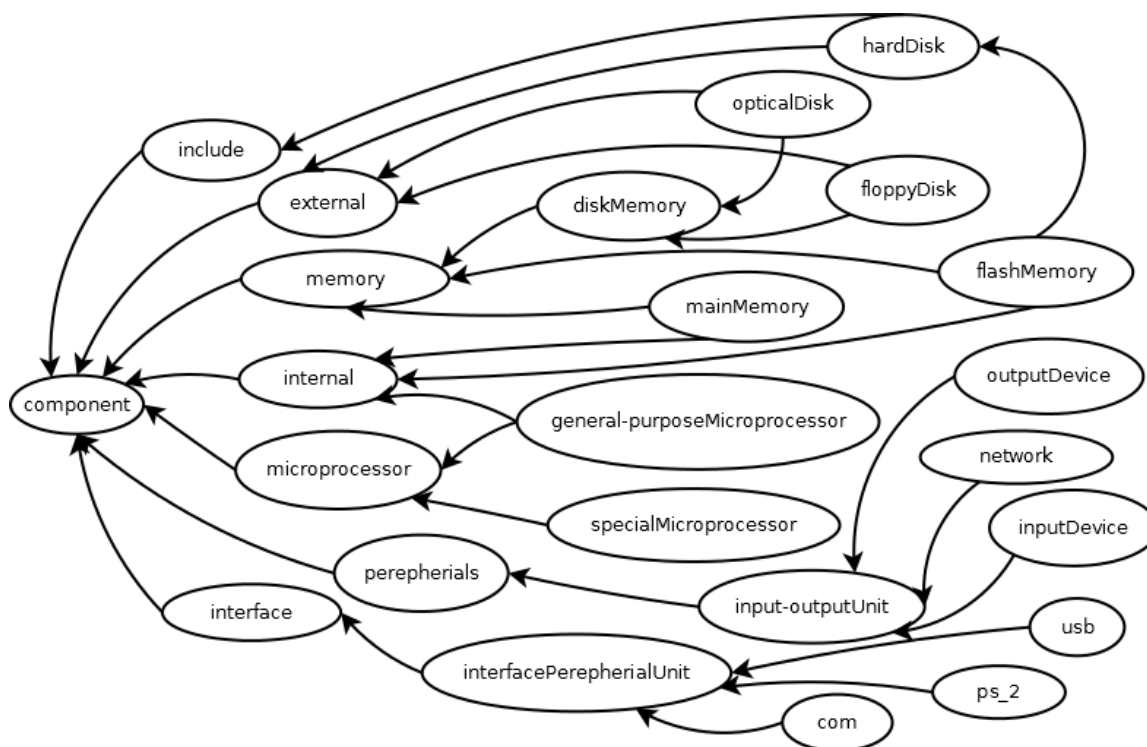


Рис. 1 – Таксономия объекта «Компьютер»

В процессе создания онтологии возникали проблемы, связанные с разбиением на классы, определением свойств и взаимодействием объектов и субъектов. Даже когда таксономия составлена и многое учтено, добавление экземпляра какого-либо класса приводит к пересмотру классификации, мало того, это ведет к ее изменению.

Значения параметров X_η элементов в задачах структурно-параметрического синтеза могут быть представлены значениями слотов. Однако остается открытым вопрос о том, каким образом представить в онтологии функциональные зависимости $\Phi_\eta(X_\eta)$ показателей $P(\eta)$ каждого варианта η от X_η .

Из чего можно сделать вывод, что формализация знаний – это итерационный процесс. Онтологии создаются для их многократного повторного использования, таким образом, созданный пример онтологии «Компьютер», может быть использован в дальнейшем при работе над другой моделью. Составление онтологии даже для одной небольшой области требует определенных навыков и знаний, как принципов онтологии, так и в самой предметной области.

Список литературы / References

1. Анкудинов Г.И., Анкудинов И.Г. Логико-комбинаторный синтез поточных схем комплексной переработки минерального сырья // «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012)». VI международная конференция, 1-3 октября 2012 г., Москва. – Материалы: в 2-х т. – 1 т. – С. 348-349.
2. Анкудинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов. – Л.: ЛГУ, 1986. – 260 с.
3. Верников Г. Стандарт онтологического исследования IDEF5 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://citforum.ru/cfin/idef/idef5.shtml> (дата обращения 11.09.2016).
4. Крайнова Ю.А., Калинкина А.К. Формализация знаний с помощью редактора онтологий Protégé [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://nic1.ifmo.ru/publications/articles/MajorRead2009/MREAD2009_KraynovaUV.pdf (дата обращения 11.09.2016).
5. Онтологический инжиниринг. Средства и спецификации онтологического моделирования: Учебное пособие / И.В. Герасимов, А.И. Майга, Л.Н. Лозовой. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. – 232 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Ankudinov G.I., Ankudinov I.G. Logiko-kombinatornyj sintez potocnyh shem kompleksnoj pererabotki mineral'nogo syr'ja [Logical-combinatorial synthesis flow chart of complex processing of mineral raw materials] // «Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem [Management of development of large scale systems] (MLSD'2012)». VI international conference, 1-3 october 2012, Moscow. – Materials: in the 2nd v. – 1 v. – P. 348-349. [in Russian]
2. Ankudinov G.I. Sintez struktury slozhnyh ob'ektov. [The synthesis of the structure of complex objects.] – L.: LGU, 1986. – 260 s. [in Russian]
3. Vernikov G. Standart ontologicheskogo issledovaniya IDEF5 [Standard ontological research IDEF5] [Electronic resource]: <http://citforum.ru/cfin/idef/idef5.shtml> (data 11.09.2016). [in Russian]

4. Krajnova Ju.A., Kalinkina A.K. Formalizacija znanij s pomoshh'ju redaktora ontologij Protégé [The formalization of knowledge through ontology editor Protégé] [Electronic resource] – Access mode: http://nic1.ifmo.ru/publications/articles/MajorRead2009/MREAD2009_KraynovaUV.pdf (data 11.09.2016). [in Russian]

5. Ontologicheskij inzhiniring. Sredstva i specifikacii ontologicheskogo modelirovaniya [Ontological Engineering. Means and ontological modeling specification]: Textbook / I.V. Gerasimov, A.I. Majga, L.N. Lozovoj. SPb.: Izd-vo SPbGJeTU «LJeTI», 2009. – 232 s. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.056

Бочаров А.Г.¹, Краусп В.Р.², Юфев Л.Ю.³

¹Магистр, ²доктор технических наук, профессор, ³доктор технических наук, доцент

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства

**СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АГРЕГАТОВ КОРМОПРОИЗВОДСТВА, КОРМОЦЕХА
С ЯЧЕЙНЫМ ХРАНИЛИЩЕМ И ФЕРМ ЖИВОТНОВОДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
КОМБИНАТА ПО КОНТАКТНОМУ ПРОВОДУ И РЕЗОНАНСНОЙ ЛИНИИ**

Аннотация

Разработаны графики нагрузок потребителей кормоцеха, подключенных к контактной сети 800В постоянного тока электрифицированной железной дороги (ЭЖД). Рассчитаны сечения проводов и потери напряжения на концах линии. Приведены суточные графики нагрузок. Осуществлен выбор контейнерных тяговых подстанций (КТП). Показаны трассы линий электропередачи. Определены понятия электророботов, которые передвигаются по ЭЖД с питанием от контактного провода 800В постоянного тока. Рассмотрены варианты электроснабжения электророботизированных агрегатов производства корма от высокочастотной однопроводной линии электропередачи. Определены поле для выращивания урожая кормов и поле, где пасутся животные.

Ключевые слова: корм, поле, ферма, животное, урожай, контактный провод, тяговая подстанция, электроснабжение.

Bocharov A.G.¹, Krausp V.R.², Uferev L.U.³

¹Master (Engineering), ²PhD in Engineering, ³PhD in Engineering,

All-Russian Federal research Institute of electrification of agriculture

**SYSTEM OF POWER SUPPLY OF UNITS OF A FORAGE PRODUCTION, FEED-PREPARATION HOUSE
WITH CELLULAR STORAGE AND FARMS OF LIVESTOCK PRODUCTION OF ELECTROBOTIC PLANT
ON A CONTACT WIRE AND THE RESONANT LINE**

Abstract

Schedules of loads of the consumers of a feed-preparation house connected to contact network of 800 V of a direct current of the electrified railroad (ER) are developed. Sections of wires and loss of tension on the ends of the line are calculated. Daily schedules of loadings are provided. The choice of the container traction substations (CTS) is carried out. Routes of lines of an electricity transmission are shown. Concepts of electrorobots which move on ER with food from a contact wire of 800 V of a direct current are defined. Options of power supply of electrorobotic units of a forage production from a high-frequency single-wire power line are considered.

Keywords: feed, lea, farm, livestock, harvest, the contact line, traction substation, power supply.

Введение

Рассматриваются поля, где выращивается урожай корма, пасутся животные, которые живут в фермах, передвигаемых по электрифицированной железной дороге на новые культурные пастбища. Исследуются распределенные электрические сети, питающие электророботизированные комбинаты по производству продовольствия органик.

Электророботизация – внедрение электророботов в технологии, для выполнения производственных операций.

Электророботы – автоматы с человекоподобными действиями, передвигающиеся по электрифицированным железным дорогам, снабженные камерами наблюдения, имеющие манипуляторы для выполнения технологических операций, установленные на платформах электрифицированных вагонов с электротягой и пантографами.

Однопроводная резонансная система электропередачи – технология, основанная на применении свойств линии электропередачи, таких как емкость и индуктивность в составе резонансного передающего устройства, что позволяет передавать электроэнергию на повышенной частоте по однопроводной линии с дальнейшим преобразованием в приемном устройстве в стандартное напряжение 220/380В, 50 Гц.

Для электроснабжения электророботизированного кормопроизводства, животноводства и кормоцеха с хранилищами кормов, в которые входят электророботы: пахоты, посева, уборки урожая, заготовки кормов, водовоз, молоковоз и другие нагрузки потребителей, которые подключены к контактной сети постоянного тока 800В [1,2,3].

Одновременно к одной ветви сети подключаются несколько объектов и агрегатов, суммарная мощность которых может достигать до 400-450 кВт. Но т.к. одновременная работа всех объектов и агрегатов регулируется из ЦУП (центра управления производством), то можно допустить, что в тот момент, когда подключены две фермы по 108кВт (расчетная мощность фермы), робот-молоковоз (54кВт), робот-водовоз (54кВт), а также робот-скотовоз (64кВт) нагрузка на одну тяговую подстанцию составит около 408кВт.

К другой ветви контактной сети подключены агрегаты кормопроизводства, суммарная мощность которых составляет около 400кВт. [4,5,6].

Таким образом, обе ветви контактной сети рассчитываются на нагрузку 400кВт. Выбраны две контейнерные тяговые подстанции (КТП), схема включения которых показана на рис. 1. КТП-1 и КТП-2 питаются от линий электропередачи (ЛЭП)– 6кВ, подключенных к шинам распределительного устройства двухагрегатной мини-ТЭС мощностью 4МВт.

Расчет питающих линий КТП-1 и КТП-2 ведется по графикам нагрузок с учетом коэффициента запаса по мощности. Составим графики нагрузки КТП. Каждая КТП подключена к двум ветвям ЭЖД, по которым передвигаются электророботы и фермы животноводства, переходя на новые пастбища [1,2].

График (рис.2) отражает суточную нагрузку агрегатов кормопроизводства; график (рис.3) отражает суточную нагрузку животноводческих ферм. Пользуясь графиками можно рассчитать максимальные нагрузки на питающую линию. Максимумы нагрузок КТП-1 и КТП-2 совпадают.

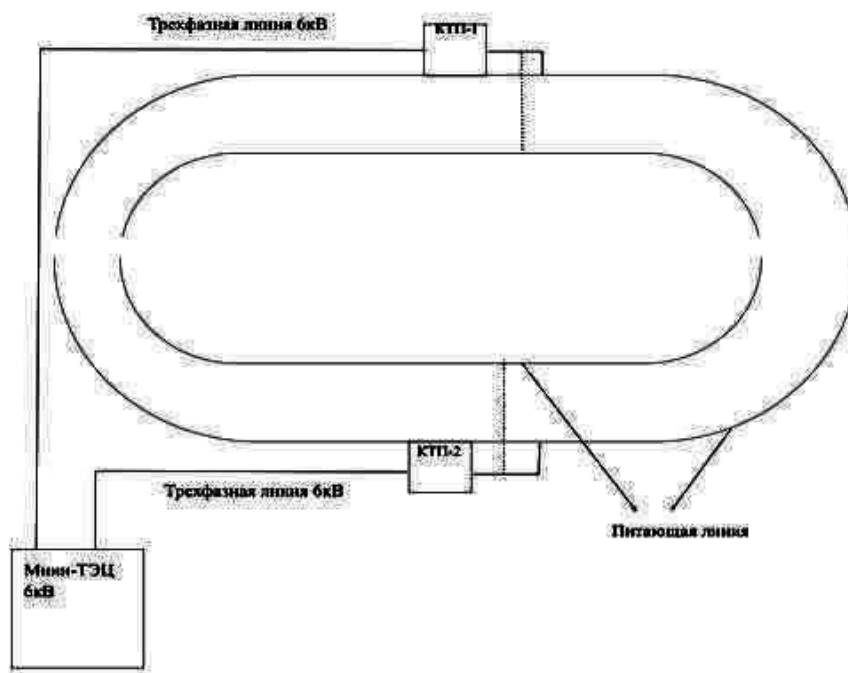


Рис. 1 – Схема размещения электрооборудования



Рис. 2 – График суточных нагрузок в кормопроизводстве

По величине максимальной нагрузки рассчитаем максимальный ток.

$I_{\max} = P_{\max} / U_{\text{сети}}$, где $U_{\text{сети}} = 800\text{В}$

$I_{\max} = (0,5 \cdot 10^6) / 800 = 625\text{А}$.

Зная максимальный ток нагрузки, выбираем сечение контактного провода и определяем потери напряжения (ΔU) на концах контактной линии.

В качестве проводов контактной сети выбираем М-95+МФ-100. Даная конструкция позволят пропускать токи до 1140 А. Сопротивление данной сети: $R = 0,0264\text{ Ом} \cdot \text{км}$.



Рис. 3 – График суточных нагрузок в животноводстве

Максимальные потери напряжения на концах линии рассчитаем по формуле:

$$\Delta U = I_{\max} \cdot R \cdot L = 625 \cdot 0,0264 \cdot 5 = 82,5 \text{ В}$$

где L-длина контактной линии

Потери не превышают допустимых норм и составляют 10% от напряжения в начале сети. Расчет справедлив для КТП-1 и КТП-2.

Электроснабжение агрегатов кормопроизводства

По мощности и габаритным размерам создаются 2 вида агрегатов: 1) на 150 кВт, выполняющие технологические операции культивации, боронования, посева трав и зерновых, кошение в валок; 2) на 300 кВт, для выполнения тяжелых операций: пахота с внесением жидкого навоза под плуг; подбор валков высушенных трав с последующим образованием рулонов сена, сенажа; накопление и транспортировка рулонов в кузове агрегата; уборка и обмолот зерновых культур с накоплением обмолоченного зерна в контейнерах, с последующим высыпанием контейнеров в завальную яму кормоцеха и с хранением чистого зерна и семян в бункерах с активным вентилированием; уборка силосных культур с измельчением, набивкой контейнеров и накоплением контейнеров в кузове агрегата, с последующей отправкой в хранилище кормоцеха.

Конструктивно агрегаты собирают на самоходных электрифицированных платформах (СЭП) с колесным или гусеничным ходом. Платформы СЭП имеют обширный кузов для установки съемных навесных рабочих машин, временного размещения урожая, установки электрических щитов, укладчиков для кабельных барабанов и подъемных грузозачно-разгрузочных механизмов.

Электроснабжение платформ осуществляется несколькими способами:

- из «вагона – питателя», сопровождающего агрегаты на СЭП. В вагоне - питателе размещены приемные распределительные устройства, преобразователи напряжений, электрические щиты, измерительные приборы, и клеммные сборки.
- от контактного провода ЭЖД через преобразователи, портал-укладчик кабеля на кабельный барабан СЭП и через распределительное устройство к потребителям СЭП;
- от контактного провода, через преобразователи постоянного тока в напряжение повышенной частоты и дальнейшей передачей электроэнергии по однопроводной резонансной линии, далее через портал, малогабаритный кабельный барабан СЭП, в приемное резонансное устройство и к потребителям СЭП [7,8]. В этом случае существенно уменьшаются толщина провода, размеры и вес кабельного барабана и занимаемый служебный объем на СЭП. Однако существенно возрастает сложность преобразователей.

Заключение

В результате проведенной научно-исследовательской работы определены графики нагрузок потребителей главных цехов комбината, подключенных к контактной сети, проведен расчет потерь напряжения, выбраны сечения проводов, определена конструкция контактной сети и выбраны варианты электроснабжения агрегатов кормопроизводства непосредственно от сети постоянного тока и по резонансной линии электропередачи.

Список литературы / References

1. Патент на изобретение РФ № 2462853. Интеллектуальная роботизированная агросистема производства продовольствия / Краусп В.Р., Госреестр изобретений РФ, 10.10.2012.
2. Краусп В.Р. Интеллектуальная АСУ электророботизированным производством продовольствия «органик»// Международный экологический форум. Санкт-Петербург, 21-23 мая 2013г., том 2, с .164-170.
3. Краусп В.Р. Разработка индустриальной электророботизированной технологии производства продовольствия «органик» // Труды международной конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Минск, 2013. Том 1.
4. Краусп В.Р. Электророботизированная технология производства продовольствия «органик»// Вестник ВНИИМЖ. 2013. №3.

5. Краусп В.Р. Наследие академика РАСХН И.Ф. Бородин – ученого, ректора, человека. К 85-летию со дня рождения // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 9-й Международной научно-технической конференции ВИЭСХ. М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2014. Часть 1.

6. Краусп В.Р. Управление биоценозом в электророботизированных технологиях пастбищного животноводства для получения продовольствия «органик» // Там же. Часть 5.

7. Стребков Д.С., Рошин О.А., Юфев Л.Ю. Исследование резонансной системы передачи электрической энергии // Информационные ресурсы России. 2011. №3. С. 21-24.

8. Юфев Л.Ю., Стребков Д.С., Рошин О.А. Экспериментальные модели резонансных систем передачи электрической энергии. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010.–180с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Patent na izobretenie RF № 2462853. Intellektual'naja robotizirovannaja agrosistema proizvodstva prodovol'stviya [Patent for the invention of Russian Federation No. 2462853. Intellectual robotic agrosystem of food production] / Krausp V.R., Gosreestr izobretenij RF, 10.10.2012 [State registry of inventions of the Russian Federation]. [in Russian]

2. Krausp V.R. Intellektual'naja ASU jelektrorobotizirovannym proizvodstvom prodovol'stviya «organik» [Intellectual ACS of electrorobotic production of food “organik”] // Mezhdunarodnyj jekologicheskij forum [International ecological forum]. Saint-Petersburg, May, 21-23. 2013. Vol. 2, pp .164-170. [in Russian]

3. Krausp V.R. Razrabotka industrial'noj jelektrorobotizirovannoj tehnologii proizvodstva prodovol'stviya «organik» [Development of the industrial electrorobotic production technology of food “organik”] // Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Nauchno-tehnicheskij progress v sel'skhozjajstvennom proizvodstve» [Works of the international conference “Scientific and Technical Progress in Agricultural Production”], Minsk, 2013. Vol. 1. [in Russian]

4. Krausp V.R. Jelektrorobotizirovannaja tehnologija proizvodstva prodovol'stviya «organik» [Electrorobotic production technology of food “organik”] // Vestnik VNIIMZh [Bulletin of All-Russian Research Institute of mechanization of livestock production]. 2013. №3. [in Russian]

5. Krausp V.R. Nasledie akademika RASHN I.F.Borodina – uchenogo, rektora, cheloveka. K 85-letiju so dnja rozhdenija [Heritage of the academician of Russian Academy of Agrarian Sciences I. F. Borodin – the scientist, the rector, the person. To the 85 anniversary] // Jenergoobespechenie i jenergosberezhe-nie v sel'skom hozjajstve. Trudy 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskij konferencii VIJeSH [Power supply and energy saving in agriculture. Works of the 9th International scientific and technical conference of All-Russian research institute of electrification of agriculture]. Moscow, All-Russian research institute of electrification of agriculture, 2014. Part 1. [in Russian]

6. Krausp V.R. Upravlenie biocенозом v jelektrorobotizirovannyh tehnologijah pastbishhnogo zhivotnovodstva dlja poluchenija prodovol'stviya «organik» [Management of a biocenosis in electrorobotic technologies of pasturable livestock production for receiving food “organik”] // Jenergoobespechenie i jenergosberezhe-nie v sel'skom hozjajstve. Trudy 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskij konferencii VIJeSH [Power supply and energy saving in agriculture. Works of the 9th International scientific and technical conference of All-Russian research institute of electrification of agriculture]. M.: All-Russian research institute of electrification of agriculture, 2014. Part 1. [in Russian]

7. Strebkov D.S., Roshhin O.A., Juferev L.Ju. Issledovanie rezonansnoj sistemy peredachi jelektricheskij jenerгии [Research of resonance system of transmitting of electric energy] // Informacionnye resursy Rossii [Informational resources of Russia]. 2011. № 3. Pp. 21-24. [in Russian]

8. Juferev L.Ju., Strebkov D.S., Roshhin O.A. Jeksperimental'nye modeli rezonansnyh sistem peredachi jelektricheskij jenerгии [The pilot models of resonance systems of transmitting of electric energy]. – Moscow, All-Russian research institute of electrification of agriculture, 2010. – 180 p. [in Russian]

DOAJ

Все материалы, опубликованные в Международном научно-исследовательском журнале, размещаются в депозитарии научных изданий Университета Лунда.

DOAJ (Лунд, Швеция) [<http://www.doaj.org/>].

Таким образом, публикации наших авторов доступны еще большему кругу исследователей, что поднимает их статус и увеличивает возможность цитирования.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.022

Горбачева М.В.¹, Есепенок К.В.², Бобылева О.В.³, Семенова А.В.⁴¹ORCID: 0000-0003-3654-4440, Кандидат технических наук, ²ORCID: 0000-0002-3085-6577, Ассистент,³ORCID: 0000-0003-4726-8330, Старший преподаватель, ⁴аспирант,

ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА им. К.И. Скрябина

**К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ШЕРСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
СЕМЕЙСТВА ВЕРБЛЮДОВЫХ****Аннотация**

В статье приведены результаты исследований микроструктуры поверхности чешуйчатого слоя различных морфологических категорий волокон шерсти представителей семейства верблюдовых. Известными и все более активно используемыми в мировой шерстяной промышленности являются шерсть и пух таких видов животных, как лама (L.glama), альпака (L.pacos), гуанако (L.quanicoe), викунья (L.vicugna), обладающих высокими потребительскими свойствами. В ходе эксперимента выявлены и проанализированы характерные особенности архитектуры чешуйчатого слоя изучаемых видов шерсти, что в дальнейшем позволит разработать классификационные и идентификационные критерии ее оценки.

Ключевые слова: шерсть, идентификация, микроструктура, альпака, лама, верблюд, волокна.

Gorbacheva M.V.¹, Esepenok K.V.², Bobyleva O.V.³, Semenova A.V.¹ORCID: 0000-0003-3654-4440, PhD in Engineering, ²ORCID: 0000-0002-3085-6577, Assistant,³ORCID: 0000-0003-4726-8330, Assistant professor, ⁴Postgraduate student,

FSBE IHE MSAVM B – MVA by K.I. Skryabin

**TO THE QUESTION ABOUT THE IDENTIFICATION OF WOOL MEMBERS OF THE FAMILY
OF CAMELIDS****Abstract**

This article are stated results researches of a microstructure of a surface of a scaly layer various morphological categories of fibers of wool of representatives of the family of camelids. Known and are increasingly used in the world wool industry are wool and fluff animal species such as llama (L. glama), Alpaca (L. pacos), guanaco (L. quanicoe), vicuna (L. vicugna), has a high consumer properties. During the experiment characteristics of very tectonics of a scaly layer of the studied types of wool are revealed and analyzed that will allow developing further classification and identification criteria of her assessment.

Keywords: wool, identification, microstructure, lama pacos, lama glama, camel, fibers.

На сегодняшний день доля легкой промышленности, главной задачей которой является удовлетворение растущих потребностей всех слоев населения, составляет около 1,3%, что является низким показателем для данной отрасли. Основа легпрома - текстильная промышленность оказалась в сложных условиях конкурентной борьбы с зарубежными предприятиями и товарами. Недостаточное регулирование нормативов экспорта, импорта и реэкспорта сырья, полуфабрикатов и текстильных товаров в рамках Таможенного союза РФ негативно отражается на экономике отрасли и имеет существенное значение. Вторая основная проблема - дефицит отечественного сырья, рост цен и низкие тарифы на ввоз импортного и, соответственно, более дешевого и зачастую некачественного сырья, низкая рентабельность производства (2-4%) [7,8]. Например, производство шерсти на одного человека является важным экономико-статистическим показателем, иллюстрирующим уровень обеспечения населения натуральным текстильным волокном [2].

Экономическая ситуация, складывающаяся на рынке шерсти во многом зависит от состояния спроса и предложения на этот вид товара и изделия из него, и уровня складывающихся цен. Российский рынок шерсти характеризуется своей неорганизованностью, неустойчивостью и отсутствием регулирования со стороны государства, так инфраструктура шерсти включает:

1. Овцеводческие хозяйства;
2. Предприятия переработки шерсти;
3. Предприятия шерстяной промышленности;
4. Различные посреднические организации, которые занимают, чаще всего, нишу между всеми технологическими переходами, начиная от производства шерсти, ее первичной обработки и прядения до торговли готовыми шерстяными изделиями [3].

Условия рынка становятся более требовательными к производителям, тем самым обеспечивая население более новыми и качественными товарами. Более активно стали использоваться шерсть и пух, получаемые от редких видов животных (лама, альпака и диких представителей семейства верблюдовых – гуанако и викунья [6]), независимо от высокого ценового порога.

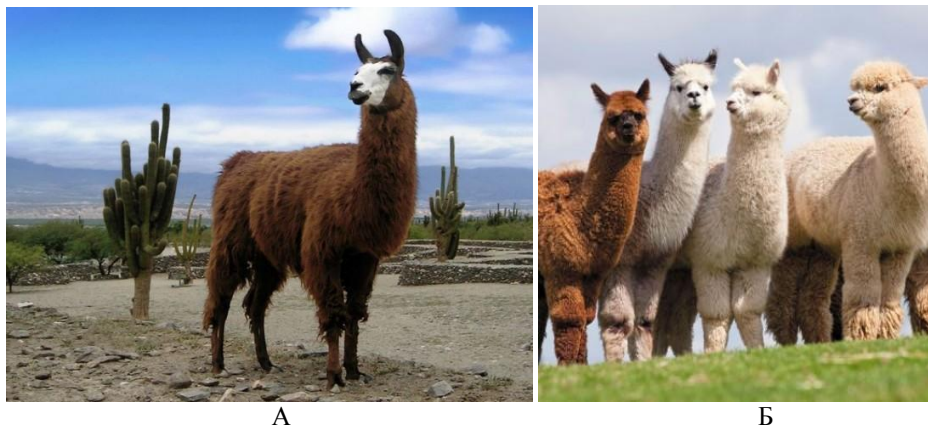


Рис. 1 – Представители семейства верблюдовых: А – лама (фотография Helga),
Б – альпака (фотография Herrings Green Farm)

Несмотря на то, что шерстеперерабатывающие предприятия, закупают значительное количество топса, выработанного из шерсти представителей семейства верблюдовых, данный вид сырья остается, до сих пор, малоизучен, что создает ряд трудностей при его оценке качества и идентификации. Таким образом, вопрос изучения строения, технологических свойств и оценки качества шерсти представителей семейства верблюдовых остается актуальным и своевременным.

Цель работы – изучение гистологического строения шерсти представителей семейства верблюдовых для выявления показателей ее идентификации.

Объектами исследования служили:

- шерсть альпака уакайя: бэби альпака и альпака;
- шерсть ламы от взрослых животных;
- верблюжья шерсть, полученная от взрослых животных и молодняка.

На первом этапе работы была проведена органолептическая оценка, включающая комплекс основных свойств шерсти – извитость, цвет, соотношение волокон и другие, которые играют важную роль при оценке качества [5].

В ходе исследований установлено, что шерсть альпака от молодняка (бэби) и взрослых животных обладают схожими морфометрическими характеристиками свойств: типом штапеля, категорией волокон, за исключением процентного содержания остевого волокна в общей массе шерсти, выявленный в большем количестве у взрослых особей, что отразилось на мягкости, эластичности и уравнинности в целом.

Верблюжья шерсть от молодняка, характеризуется мягкостью, неуровненностью, значительным содержанием пуха и переходного волокна. Что касается верблюжьей шерсти от взрослых животных, то прослеживается изменчивость свойств в зависимости от топографического участка, с которого она была получена, так, выявлены различия в форме строении пучка волокон, их морфологической категории, а также в цвете.

Методом электронной микроскопии [1] с помощью растрового электронного микроскопа FEI INSPECT F50 (Голландия) была изучена микроструктура поверхности чешуйчатого слоя изучаемых видов сырья.

По данным профессора Черновой О.Ф.[4] строение волос полиморфно (различается даже у филогенетических близких вводов, подвидов и пород) и некоторые черты обладают диагностической ценностью, так как позволяют определить принадлежность изучаемого образца [1,4].

На рис. 2 - 6 представлены фотографии микроструктуры различных морфологических видов волокон шерсти представителей семейства верблюдовых.

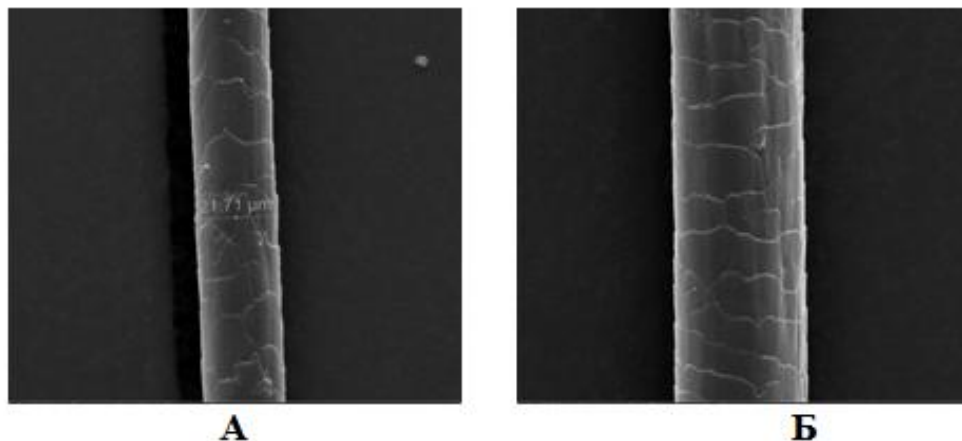


Рис. 2 – Фотография пухового (А) и переходного (Б) волокна альпака-бэби. Увеличение X1000

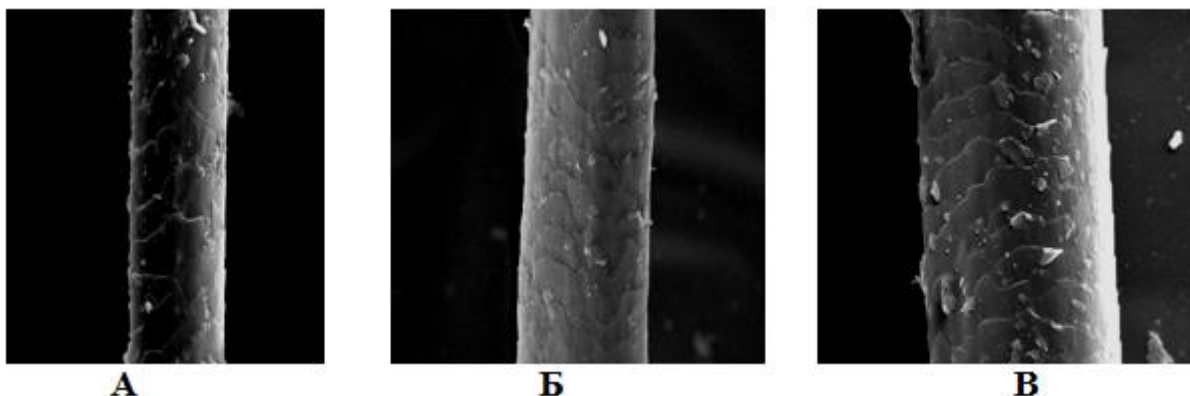


Рис. 3 – Фотография пухового (А), переходного (Б) и остевого (В) волокна альпака. Увеличение X1000

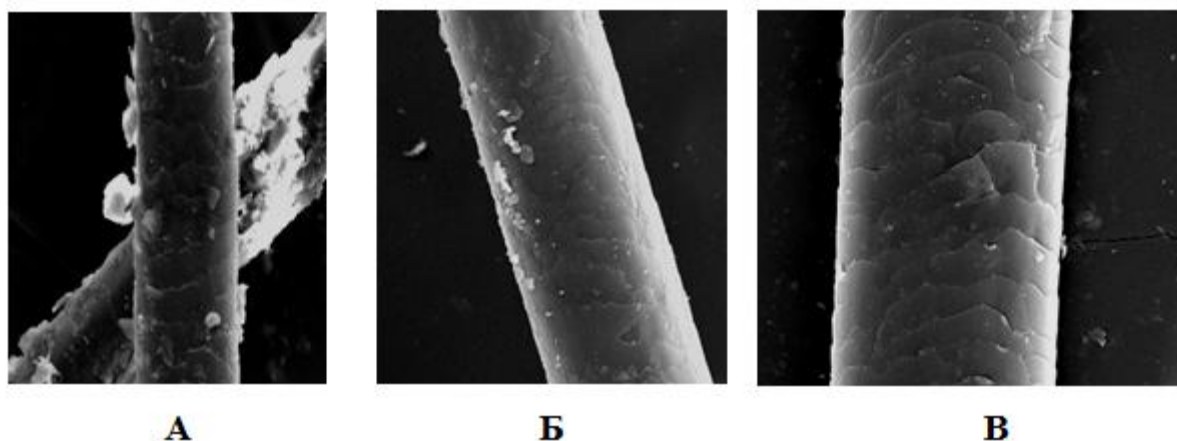


Рис. 4 – Фотография пухового (А), переходного (Б) и остевого (В) волокна лама. Увеличение X1000

Кутикула пухового волокна имеет кольцевидную форму чешуек, при этом верхушки нижней чешуйки покрывают основание верхней, так что одно кольцо как бы вставлено в другое, указанная форма характерна для пухового волокна овец, верблюдов. По типу строения кутикулы пуховой волос альпака – беби, альпака и лама имеет «обычную» неинвертированную форму (т.е. свободный край чешуйки направлен вниз по стержню). Чешуйки всех исследуемых образцов, являются прилегающими и имеют черепичную форму. Микроструктура переходного волокна альпака-беби, альпака и лама, характеризуется некольцевидным расположением чешуек, которые охватывают стержень волоса по несколько чешуек в ряд (от 2 до 5 и более). Текстура поверхности чешуек исследуемых образцов – негладкая, нескладчатая, ребристая.

Рисунок кутикулы остевого волокна альпака и ламы некольцевидной (сетевидной) формы – чешуйки образуют на поверхности волокна неправильной формы сетку, подобное расположение чешуек характерно для остевых волокон.

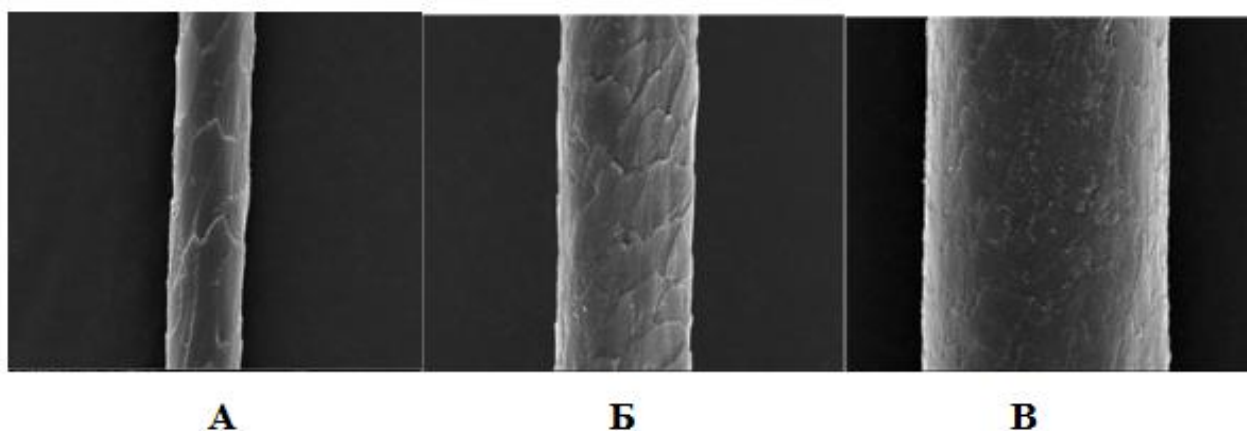


Рис. 5 – Фотография пухового (А), переходного (Б) и остевого (В) волокон шерсти верблюда, полученной от взрослого животного при увеличении X 1000

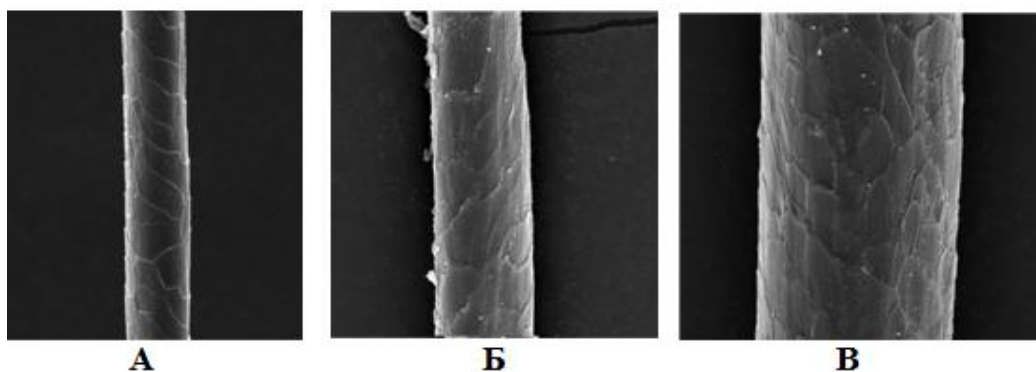


Рис. 6 – Фотографии пухового (А), переходного (Б) и остевого (В) волокон шерсти верблюда, полученной от молодняка. Увеличение X1000

Как видно из рис. 5, чешуйки каждой категории волокон верблюжьей шерсти, состриженной со взрослых особей, обладают различной формой, орнаментом и индексами клеток кутикулы. В качестве отличительной черты пуха можно выделить высокий индекс кутикулы, вытянутую заостренную форму. У переходного волокна чешуйки расположены более часто, чем у аналогичных типов в шерсти других видов, размеры их сильно варьируют.

Что касается кутикулы пухового волокна шерсти от молодняка (рис. 6), то она - кольцевидная, характеризуется «обычной» неинвертированной формой с цельной, волнистой и ровной конфигурацией свободного края. Переходное волокно по строению идентично подобному типу шерсти от взрослых животных и имеет некольцевидные чешуйки, расположенные в виде рядов сетки вокруг стержня. Рисунок кутикулы остевого волокна – мостовидный, т.е. клетки располагаются встык, местами налегая друг на друга, напоминая «чешую у рыбы», прилегают плотно, что обуславливает сильный блеск.

В заключении необходимо отметить, что форма, конфигурация и орнамент кутикулы морфологических типов волокон, рассматриваемых видов шерсти семейства верблюдовых, схожи. Детали строения кутикулы тесно связаны с основными характеристиками шерсти и коррелируют между собой, что подтвердили предварительные данные исследований микроструктуры.

Список литературы / References

1. Быков Ю.А., Карпучин С.Д., Бойченко М.К. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектрный анализ. Аппаратура, принцип работы, применение. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.- 436 с.
2. Данкверт С.А., Холманов А.М., Осадчая О.Ю. Овцеводство стран мира. - М.: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2010. – 508 с.
3. Тимошенко Н.К., Абонеев В.В. Рынок шерсти: состояние и тенденции развития // Козы. Овцы. Шерстяное дело. – 2012. - №2.- С.51-53.
4. Чернова О.Ф., Целикова Т.Н. Атлас волос млекопитающих. Тонкая структура остевых волос и игл в сканирующем электронном микроскопе. - М.: Наука, 2004.- 429с.
5. Шерсть. Первичная обработка и рынок/ [под.ред. Н.К. Тимошенко]. - М.: ВНИИМП РАСХН, 2000.-600 с.
6. Velarde Flores, R. Comercializacion del la fibra de alpaca. Llamichos Pagocheros. – Cusco: CONCYTEC, 1988. – 175 p.
7. Раскин В.Е. Что такое «пряжа»? [Электронный ресурс] - URL: <https://goo.gl/uPHvhL> (дата обращения 29.08.2016).
8. Стратегия развития отрасли – Союзлегпром [Электронный ресурс] - URL: <https://goo.gl/7Vye4K> (дата обращения 24.06.2016).

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Bykov Ju.A., Karpuchin S.D., Bojchenko M.K. Rastrovaja jelektronnaja mikroskopija i rengenospektornyj analiz. Apparatura, princip raboty, primenenie [Raster electronic microscopy and rengenospektorny analysis. Equipment, principle of work, application]. – М.: MGTU im. N.Je. Bauman, 2003.- 436 s. [in Russian]
2. Dankvert S.A., Holmanov A.M., Osadchaja O.Ju. Ovcevodstvo stran mira [Sheep breeding of the countries of the world]. - М.: GNU VIZh Rossel'hozakademii, 2010. – 508 s. [in Russian]
3. Timoshenko N.K., Aboneev V.V. Rynok shersti: sostojanie i tendencii razvitiya // Kozy. Ovcy. Sherstjanoe delo [Wool market: condition and tendencies of development//Goats. Sheep. Woolen case]. – 2012. - №2.- S.51-53. [in Russian]
4. Chernova O.F., Celikova T.N. Atlas volos mlekopitajushhih. Tonkaja struktura ostevyh volos i igl v skanirujushhem jelektronnom mikroskope [Atlas of hair mammals. Thin structure the awsn of hair and needles in the scanning electronic microscope]. - М.: Nauka, 2004.- 429s. [in Russian]
5. Sherst'. Pervichnaja obrabotka i rynek [Wool. Preprocessing and market] / [pod.red. N.K. Timoshenko]. - М.: VNIIMP RASHN, 2000.-600 s. [in Russian]
6. Velarde Flores, R. Comercializacion del la fibra de alpaca. Llamichos Pagocheros. – Cusco: CONCYTEC, 1988. – 175 p. [in Spanish]
7. Raskin V.E. Chto takoe «prjazha»? [What is "yarn"?] [Electronic resource] - URL: <https://goo.gl/uPHvhL> (data obrashhenija 29.08.2016). [in Russian]
8. Strategija razvitiya otrasli – Sojuzlegprom [Strategy of development for an industry] – Soyuzlegprom [Electronic resource] - URL: <https://goo.gl/7Vye4K> (data obrashhenija 24.06.2016). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.193

Горохов С.Н.¹, Щербакова Т.Ф.², Галимзянов Э.Р.³¹ORCID:0000-0001-6152-9483, кандидат технических наук, доцент, ²кандидат технических наук, доцент, ³старший преподаватель, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ**МЕТОД ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛОВ КОМПЕНСИРУЮЩИЙ ДРЕЙФ ИЗОЛИНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА РЕГУЛЯРИЗАЦИИ****Аннотация**

В статье рассмотрен метод обработки медицинских диагностических сигналов, повышающий достоверность их анализа. Проведен анализ методов компенсации дрейфа изолинии электрокардиосигнала с целью выявления наиболее эффективного. Описан разработанный метод обработки сигналов на основе метода регуляризации, позволяющий эффективно подавлять низкочастотные помехи. Представлены результаты сравнения с другими известными методами оценки информационных параметров ST-сегмента электрокардиограммы. Данные результаты показывают повышение точности оценки параметров, полученных с помощью предложенного метода.

Ключевые слова: электрокардиосигнал, модель ЭКС, дрейф изолинии, фильтрация электрокардиосигнала, интерполяция.

Gorohov S.N.¹, Scherbakova T.F.², Galimzyanov E.R.³¹ORCID:0000-0001-6152-9483, PhD in Engineering, associate professor, ²PhD in Engineering, associate professor,³Senior Lecturer, Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev – KAI**METHOD OF ELECTROCARDIOSIGNAL PROCESSING FOR COMPENSATING DRIFT ISOLINES BASED ON THE REGULARIZATION METHOD****Abstract**

The article proposes method of processing medical diagnostic signals, which increases the accuracy of the analysis. The article compares the drift compensation techniques to identify the most effective. The developed signal processing method based on the method of regularization, which allows you to effectively suppress low-frequency noise is described. The article presents the results of the comparison with other known methods for calculating information parameters of ST-segment. These results indicate improved accuracy parameter estimates obtained using the proposed method.

Keywords: electrocardiosignal, ECS model, isoline drift, electrocardiosignal filtering, interpolation.

Сердечно-сосудистые (ССЗ) заболевания являются самой распространенной причиной смертности во всем мире. В связи с этим актуальна задача автоматического анализа электрокардиосигнала, в частности, для обнаружения ишемической болезни сердца человека (ИБС), являющаяся важным аспектом своевременной диагностики состояния ССЗ.

Для диагностики ССЗ на раннем этапе, необходимо иметь точные кардиологические данные по пациенту. В настоящее время основной проблемой получения точных данных о параметрах электрокардиосигнала (ЭКС) является наличие помех. Несомненно, самая трудноустраняемая помеха – это дрейф изолинии (ДИ) ЭКС. Связано это с тем доказанным фактом, что частотный спектр ДИ полностью перекрывается с частотным спектром ЭКС.

К появлению ДИ на ЭКС может привести:

- движения пациента во время съема ЭКС;
- нарушение контакта электрода и кожи пациента;
- значительное потоотделение.

При проведении велоэргометрических тестов ДИ приводит к усложнению автоматической обработки ЭКС. В этом случае повышается роль фильтрации верхних частот по сравнению с обычными измерениями электрокардиограммы (ЭКГ). Если при спокойном мониторингировании ЭКГ низкочастотный дрейф изолинии невелик по амплитуде и сосредоточен на частотах 0.01-0.2 Гц, то в велоэргометрии ситуация меняется. Амплитуда низкочастотной помехи может превышать величину R-зубца, а ее рабочий интервал частот увеличивается до 10 Гц.

Стандартными методами проектирования цифровых фильтров подавить ДИ без искажения формы ЭКС не представляется возможным, поэтому на практике чаще применяют методы компенсации ДИ во временной области.

Методы компенсации во временной области основаны на выделении сигнала низкочастотной помехи из смеси ЭКС и помехи с помощью интерполяционных методов. К таким методам можно отнести: кусочно-линейную интерполяцию, глобальную сплайн-интерполяцию, полиномиальную интерполяцию и др.

Однако интерполяции присущи существенные недостатки, а именно:

- 1) значительная чувствительность к высокочастотным помехам (шумы квантования, импульсные помехи).
- 2) ограниченность частотного диапазона устраняемой помехи.

При этом погрешность аппроксимации является методической и не устраняется. Выделение опорных точек, расположенных на изолинии, чаще всего затруднено из-за сильного уровня помех. При увеличении частоты изменения сигнала ДИ ухудшается и точность его восстановления. Восстановление сигнала становится невозможным уже при достижении половины частоты следования опорных точек, равной ЧСС.

Для выделения сигнала ДИ предлагается фильтрационный метод, основанный на использовании метода регуляризации, причем в качестве минимизирующего функционала предлагается использовать суммарное квадратичное отклонение сигнала, после вычета ДИ, выделенного с помощью метода регуляризации, от модельного сигнала, с оцененными параметрами.

В качестве модели элементов ЭКС используется экспоненциальная модель кардиосигнала [1,2]:

$$f(t) = A \cdot e^{-\frac{(t-\mu)^2}{\sigma_2^2}} \begin{cases} \sigma_1, & t \leq \mu \\ \sigma_2, & t > \mu \end{cases}, \quad (1)$$

где A — амплитуда зубца, μ — временное положение зубца, σ_1, σ_2 — коэффициенты масштаба левого и правого «плеч» зубца соответственно.

При использовании данной модели для каждого элемента (зубца) кардиосигнала необходимо определить четыре параметра: $A, \mu, \sigma_1, \sigma_2$. Методика расчета данных параметров на примере зубца R описана в работе [4].

Аналогично производится оценка параметров T зубца и формируется вектор параметров T зубца $\hat{\mu}^T, \hat{\sigma}_1^T, \hat{\sigma}_2^T, A^T$.

Если рассмотреть разность реального ЭКС и модели с оцененными параметрами, то суммарная спектральная мощность такой разности будет составлять 5-7% от мощности исходного ЭКС. При динамической нагрузке в велоэргометрии к ЭКС добавляется низкочастотный шум и суммарная мощность разности сигналов может увеличиться до 30%.

Таким образом, задача сводится к минимизации функционала:

$$V = \int_0^{T_k} [f(t) - f^*(t)]^2 dt, \quad (2)$$

где $f(t)$ — исходный сигнал, после вычета ДИ, выделенного на основе метода регуляризации при конкретном $\lambda \approx \lambda_0$, $f^*(t)$ — модель сигнала с оцененными параметрами. T_k — длительность кардиоцикла.

Задача минимизации функционала (2) сводится к поиску безусловного экстремума функционала:

$$\Phi_n^h(\lambda, g) = h \sum_{g=0}^{N-1} (g_g - f_g)^2 + \lambda^{2n} h \sum_{g=0}^{N-1} \left(\frac{\Delta^n g_g^2}{h^n} \right), \lambda > 0, \quad (3)$$

где λ — постоянный неопределенный множитель,

g_i — выделенный ДИ.

При больших λ в функционале $\Phi_n^h(\lambda, g)$ определяющим является второе слагаемое, нижняя граница которого достигается на гладкой функции. Тогда, есть основания ожидать, что при некотором значении $\lambda \approx \lambda_0$ функция g_g будет

обеспечивать минимизацию функционала $V = \int_0^{T_k} [f(t) - f^*(t)]^2 dt$.

Имеем систему уравнений относительно значений g_g в точке экстремума:

$$\frac{1}{2h} \frac{\partial \Phi_n^h}{\partial g_g} = (g_g - f_g) - \frac{\lambda^2}{h^2} (g_{g+1} - 2g_g + g_{g-1}) = 0.$$

Пусть

$$f_g = \sum_{-N/2 < j \leq N/2} A_j \exp\{2\pi i j x_g\}.$$

Будем искать g_g^λ в виде

$$g_g^\lambda = \sum_{-N/2 < j \leq N/2} A_j^\lambda \exp\{2\pi i j x_g\}.$$

Вычислим оператор второй разности от функции $\exp(2\pi i j x_g)$:

$$\begin{aligned} \delta^2 \exp\{2\pi i j x_g\} &= \exp\{2\pi i j x_{g+1}\} - 2\exp\{2\pi i j x_g\} + \exp\{2\pi i j x_{g-1}\} = \\ &= [\exp\{2\pi i j h\} - 2 + \exp\{2\pi i j h\}] \exp\{2\pi i j x_g\} = \\ &= (2\cos(2\pi j h) - 2) \exp\{2\pi i j x_g\}; \end{aligned}$$

тогда

$$\delta^2 \exp\{2\pi i j x_g\} = -4\sin^2(\pi j h) \exp\{2\pi i j x_g\}.$$

Подставим f_g и g_g после преобразования в виде суммы Фурье, а затем, преобразуем вторую разность $\delta^2 g_g$, приведем подобные члены и получим

$$-\sum_{-N/2 < j \leq N/2} \left(A_j^\lambda - A_j + 4\lambda^2 \left(\frac{\sin(\pi j h)}{h} \right)^2 A_j^\lambda \right) \exp\{2\pi i j x_g\} = 0.$$

Это равенство удовлетворяется при

$$A_j^\lambda = A_j \left[1 + 4\lambda^2 \left(\frac{\sin(\pi j h)}{h} \right)^2 \right]^{-1}.$$

Следовательно,

$$g_g^\lambda = \sum_{-N/2 < j \leq N/2} \frac{A_j}{1 + 4\lambda^2 \left(\frac{\sin^2 \pi j h}{h} \right)^2} \exp\{2\pi i j x_g\}.$$

При каждом фиксированном λ величина $\Phi_n^h(\lambda, g)$ определяется с помощью решения системы линейных уравнений. При некотором значении $\lambda \approx \lambda_0$ функция $g^{\lambda_0}(P)$ будет обеспечивать минимизацию функционала

$$V = \int_0^{T_h} \left[f(t) - f^*(t) \right]^2 dt.$$

Для подтверждения правильности теоретических выводов проводились экспериментальные проверки теоретических положений с использованием реальных электрокардиосигналов из стандартной базы ЭКГ-данных ресурса PhysioNet (США).

С помощью предложенного метода был проведен анализ ST-сегмента у 115 пациентов. Смещение сегмента ST отмечено у 25% пациентов.

Реализация алгоритма дала значительное уменьшение погрешности определения смещения ST-сегмента – $4,66 \pm 0,40$ мкВ для предложенного метода при доверительной вероятности $P=0,95$, против $10,05 \pm 0,48$ мкВ для метода глобальной сплайн-аппроксимации при доверительной вероятности $P=0,75$.

В результате применения предлагаемого алгоритма доверительный интервал оценки смещения ST-сегмента уменьшился в среднем на 17% по сравнению со стандартным алгоритмом при доверительном интервале вероятности данного события $[0,87 \dots 0,97]$.

При этом для предлагаемого метода достоверность диагностики состояния сердца о наличии или отсутствии ИБС составила не менее 0,95, в отличие от метода глобальной сплайн-аппроксимации – 0,75.

Предложенный метод коррекции ДИ обеспечивает более высокую точность определения информативных параметров ST-сегмента, чем существующие и имеет при этом надежную реализацию в системах применяющих автоматическую обработку ЭКС. Метод может быть использован в автоматических системах обработки ЭКС, для более точного измерения информационных параметров кардиоциклов ЭКС [3].

Список литературы / References

1. Абрамов М.В. Аппроксимации экспонентами временного кардиологического ряда на основе ЭКГ // Вестник кибернетики. – 2010. – №9. – С. 85-91.
2. Галимзянов Э.Р. Оптимизация метода выделения низкоамплитудных потенциалов с использованием модели электрической активности сердца // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – № 11. – С. 49-54.
3. Классификация Р-зубца и QRS-комплекса электрокардиосигнала в рамках корреляционной теории для задач обнаружения аритмий сердца / Галимзянов Э.Р., Козлов С.В., Хомяков А.В. и др. // Инфокоммуникационные технологии. – 2012. – Т.10. – №2. – С. 59-64.
4. Горохов С.Н., Галимзянов Э.Р. Корреляционный метод обработки электрокардиосигнала для построения устройства анализа аритмий // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Часть 3. – №8. – С. 36-38.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Abramov M.V. Approximacii jeksponentami vremennogo kardiologicheskogo rjada na osnove EKG [Approximations using exponents of time cardiologicheskogo rjada basing on ecg] // Vestnik kibernetiki [Cybernetics Bulletin]. – 2010. – №9. – P. 85-91. [in Russian]
2. Galimzyanov E.R. Optimizacija metoda vydelenija nizkoamplitudnyh potencialov s ispol'zovaniem modeli jelektricheskoy aktivnosti serdca [Optimization of the method for allocation of low-amplitude potentials using heart electrical activities models] // Biomedicinskaja radiojelektronika [Biomedical electronics]. – 2012. – № 11. – P. 49-54. [in Russian]
3. Klassifikacija P-zubca i QRS-kompleksa jelektrokardiosignala v ramkah korreljacionnoj teorii dlja zadach obnaruzhenija aritmij serdca [The classification of p-wave and qrs-complex on electrocardiosignal within the correlation theory for heart arrhythmias detection] / Galimzyanov E.R., Kozlov S.V., Khomyakov A.V. et al. // Infokommunikacionnye tehnologii [Infocommunication technologies]. – 2012. – V.10. – №2. – P. 59-64. [in Russian]
4. Gorohov S.N., Galimzyanov E.R. Korreljacionnyj metod obrabotki jelektrokardiosignala dlja postroenija ustrojstva analiza aritmij [Correlation method of electrocardiosignal processing for building a arrhythmia analyzer] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. – 2016. – Part 3. – №8. – P. 36-38. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.154

Горячкин Б.С.

ORCID: 0000-0002-0852-4162, кандидат технических наук, доцент,

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

ОЦЕНКА ВЫХОДНЫХ ЭКРАННЫХ ФОРМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ**Аннотация**

В статье проводится анализ и оценка характеристик выходных экранных форм автоматизированной системы обработки информации и управления, оказывающих критичное влияние на скорость и точность процесса восприятия, с целью получения эргономичных информационных моделей, которые отвечают требованиям системно-деятельностного подхода к проектированию человеко-машинных систем. Анализ строится на интегральных характеристиках информационных моделей таких, как информативность, насыщенность, цветовая гамма изображения. В качестве критерия оценки берется максимальная эффективность восприятия представленной информации, а, следовательно, и эффективность взаимодействия в целом человека-оператора с техническими средствами.

Ключевые слова: информационная модель, экранная форма, средство отображения, эргономичность, зрительная система, цветовая гамма

Goryachkin B.S.

ORCID: 0000-0002-0852-4162, PhD in Engineering, assistant professor,

Moscow State Technical University names Bauman

EVALUATION OUTPUT SCREEN FORMS OF AUTOMATED INFORMATION PROCESSING AND MANAGEMENT**Abstract**

The article provides the analysis and evaluation of the characteristics of the output display forms of automated information processing systems and management that have a critical impact on the speed and accuracy of the process of perception, for the purpose of receiving ergonomic information models that meet the requirements of system-activity approach to the design of human-machine systems. The analysis is based on the integral characteristics of information models such as the information content, saturation, color gamut of the image. As criterion takes the maximum efficiency of perception of information provided, and, consequently, the efficiency of the overall interaction of the human operator with technical means.

Keywords: Information model, a display form, the display means, ergonomics, visual system, color

Введение

В настоящее время проблемам систем «человек-машина» (СЧМ), эффективности работы этих систем, распределению функций между компонентами системы придается очень большое значение. Часто критичной оказывается и рабочая операционная среда, которая должна отвечать целому ряду параметров, таких как освещенность, шум, электромагнитное излучение и пр. Поэтому к системам такого класса, к их проектированию предъявляются очень высокие требования.

Для создания автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ), максимально отвечающих всем требованиям, применяется системно-деятельностный подход [5]. Целью данного подхода является проектирование деятельности человека-оператора и разработка идущих от человека требований к его внешним средствам.

Вопросы достижения эргономичности АСОИУ рассматриваются в данной статье. Оценка эргономичности это комплексная процедура, которая должна безусловно затрагивать все три коммуниканты СЧМ, но при этом учитывать доминирующее влияние зрительного канала приема информации.

Постановка задачи

Разработанная автоматизированная система обработки информации и управления в качестве выходных данных, как правило, имеет множество визуальных картин и форм, которые могут быть представлены как на видеотерминальном устройстве системы – тогда можно говорить о выходных экранных формах АСОИУ, так и на твердом бумажном носителе. Работа человека-оператора (будь то разработчик системы или ее эксплуатационщик) в контуре управления требует концентрации внимания, умелых управленческих действий, возможно предварительной подготовки и обучения. Но даже выполнение всех вышеперечисленных факторов может быть недостаточно для эффективного выполнения поставленной задачи [2].

Техническое средство, представляющее собой систему обработки и отображения информации, должно позволять в отведенное время (возможно и реальное) формировать и представлять информационную модель. В вопросах формирования ключевыми являются задачи времени и степени детализации и точности получаемого изображения. В вопросах представления на первый план выходят характеристики средства отображения.

Но должным образом сформированная ИМ не гарантия ее эффективного восприятия оператором. Здесь тоже уместно говорить о времени и скорости восприятия, а также об адекватности информационной модели. Поэтому для «должного», можно сказать для производительного восприятия необходимо сформировать «хорошую» модель, то есть сформированные экранные формы должны быть эргономичны, а это требует углубленного анализа и оценки характеристик конкретных (частных) выходных экранных форм, получаемых на выходе разработанной системы, особенно учитывая сложноструктурированные графические и как вариант картографические ИМ с высокой степенью детализации и крайне насыщенные.

Анализ характеристик экранных форм

Оценка любой частной информационной модели может быть основана и на методе экспертных оценок, который весьма распространен. Или используя юзабилити, имея ввиду, что юзабилити можно рассматривать как конечную суммарную степень удобства, меру интеллектуального усилия, необходимого для получения полезных качеств информационной модели, и скорость достижения положительного результата при управлении ею. Однако в этом случае не будут учтены нюансы системно-деятельностного подхода к проектированию человеко-машинных систем.

Если брать интегральный уровень анализа всей модели в целом, то безусловно целесообразно произвести оценку информативности, информационной насыщенности и цветовой гаммы изображений на основе нескольких аспектов [4].

Информативность ИМ можно вычислить следующим образом:

$$I = \sum_{k=1}^n \varepsilon_k, \quad (1)$$

где I – информативность модели, ε_k – частота воспроизведения k элемента алфавита A , n – количество элементов выбранного алфавита ИМ или длина алфавита. То есть

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_k, \dots, a_{n-1}, a_n\} \quad (2)$$

Информативность любой из множества частных ИМ, с одной стороны, не может быть больше информационной емкости экрана

$$I_m \leq IA, \quad (3)$$

где I_m – информативность m -ой информационной модели, IA – информационная емкость экрана. А с другой стороны, заполняемость экрана, абсолютное количество элементов на нем критично из-за ограниченной пропускной способности человека-оператора, особенно когда требуется произвести ответные действия в контуре управления.

$$IA = I / KS, \quad (4)$$

где KS – коэффициент заполнения экрана.

Таким образом, зная информативность модели и режим работы ЧО в контуре управления (зависит от возложенных на оператора функций во время работы с конкретной ИМ), можно выполнить аргументированную оценку этой характеристики.

Информационная насыщенность равна

$$\Psi = I / S, \quad (5)$$

где Ψ – насыщенность модели, S – площадь «полезной» поверхности экрана.

Наивысшая эффективность работы оператора с экранной формой при возможном дефиците времени может быть обеспечена в случае, если предельная нагрузка не превышает для графических обозначений 1000 – 1200 знаков/м²; для векторной информации 30 – 40 см/дм² [1]. Отметим, что при восприятии по мере продвижения к более высоким уровням приема информации пропускная способность уменьшается, составляя на корковом уровне несколько десятков двоичных единиц в секунду.

Известно, что наблюдатель может правильно воспроизвести в среднем 4,5 буквы на предъявление. Это соответствует приблизительно 20 двоичных единиц информации. При чтении текста человек воспринимает с учетом статистики языка 30—40 дв. ед /сек, удерживая в оперативной памяти больший объем информации, так как кратковременная память запасаает гораздо больше зрительной информации, чем поступает затем для длительного запоминания [6].

Теперь остановимся на цветовой гамме изображения.

В этой связи рассмотрим два аспекта:

1. Устойчивость различения цвета при различных условиях функционирования, в первую очередь, при различной внешней засветке экрана, - это определяет выбор цветовых характеристик изображения;

2. Пороговые размеры знаков при цветовом восприятии.

Изучение характера изменений устойчивости различения цвета в зависимости от изменения уровня внешней засветки экрана показало, что с увеличением уровня внешней освещенности ошибки в различении цветов возрастают. Проводимый анализ влияния внешних факторов на не критичных значениях освещенности, равных 50 лк и 130 лк, показал ряд цветовых приоритетов при создании ИМ [8]. На рисунке 1 приведена гистограмма устойчивости различения цвета при разной внешней засветке.

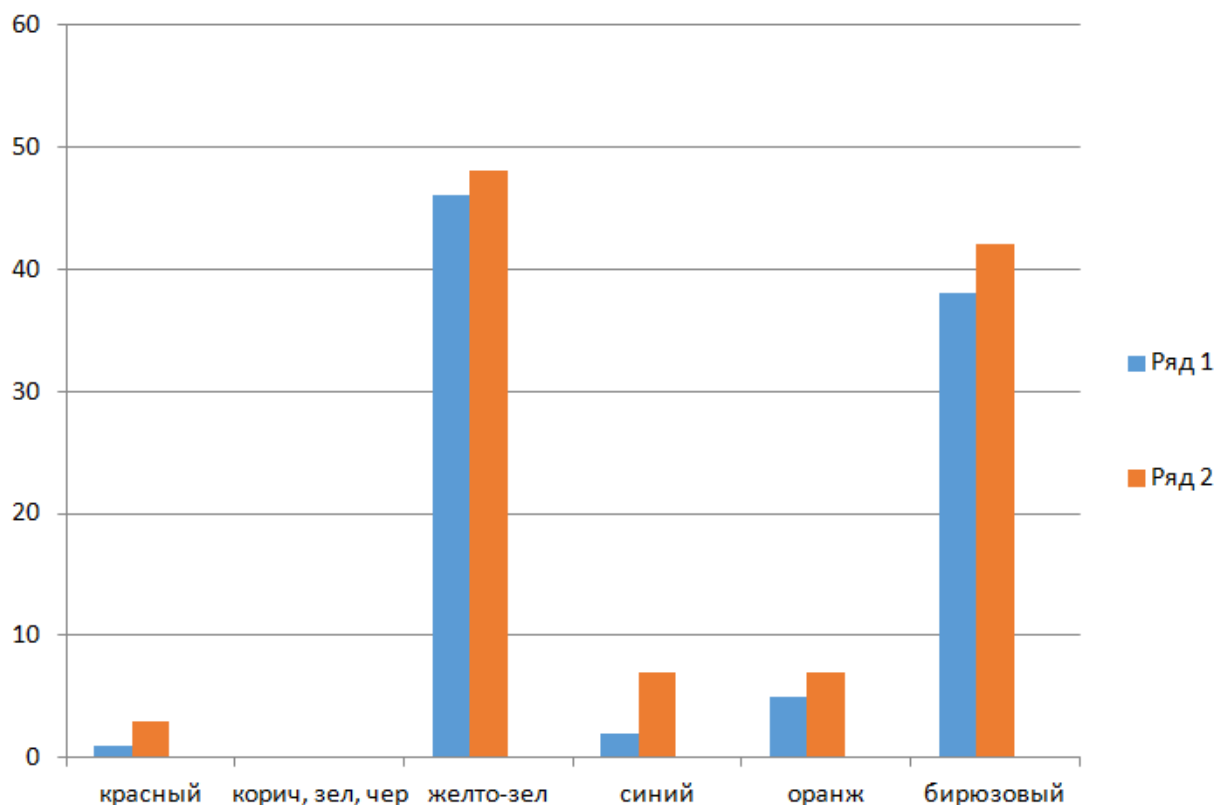


Рис. 1

На рисунке по оси ординат дан средний процент ошибки цветоразличения, по оси абсцисс – цвет; ряд 1 и ряд 2 показывают значения соответствующего параметра при уровнях посторонней засветки, приведенных выше.

Допустимый уровень внешней засветки считается не превышающий 350 лк. Значительное ухудшение различимости цветов наступает при уровне посторонней засветки 900 лк и выше.

Также известно, что ни цвет искомого объекта сам по себе, ни фон, ни любое взаимодействие, включающее эти переменные, не оказывают значимого влияния на зрительный поиск цветных элементов ИМ при условии, что уровень контраста между элементом и фоном превосходит некоторый оптимальный порог разборчивости.

Поэтому при допустимых уровнях внешней засветки смешанные (комбинированные) изображения обеспечивают хорошую цветопередачу и устойчивое цветоразличение следующих цветов: черного, красного, коричневого, зеленого, синего; бирюзовый и желто-зеленый цвета воспринимаются неудовлетворительно.

Второй аспект, касающийся остроты зрения при восприятии цветной информации, может быть оценен следующим образом. Острота зрения или степень зрительной чувствительности при восприятии знаков черного, красного, коричневого цветов выше, чем при восприятии знаков зеленого, желто-зеленого, бирюзового цветов.

Оперативными пороговыми размерами элементов информационной модели, при которых обеспечивается их надежное восприятие на экране при не критичных уровнях внешней освещенности, являются:

- для красного, коричневого и черного цветов 10 – 11 угл.мин.
- для оранжевого и синего цветов 13 – 14 угл.мин.
- для зеленого цвета 18 – 20 угл.мин.
- для желто-зеленого цвета 50 – 55 угл.мин.

Приведенный цветовой анализ дает четкое (возможно, и даже, скорее всего, неполное) представление о цветовом выборе при разработке выходных экранных форм. Однако в настоящей статье не затрагивается крайне важный и порой определяющий момент при формировании многоцветных ИМ – это цветовой контраст. Он заслуживает пристального внимания при создании сложных цветных моделей.

Заключение

Способы оценки конкретных выходных экранных форм, выбор для анализа тех или иных характеристик ИМ, представленные в этой статье могут быть использованы, с одной стороны, как этап эргономической экспертизы с последующим представлением полученных результатов в эргономическом сертификате, а, с другой, как составная часть проектирования эргономического обеспечения АСОИУ и получения эргономичной автоматизированной системы.

Список литературы / References

1. Анализ и оптимизация операторской деятельности: Метод. материалы/ ВНИИТЭ, КЦ СЭВ по проблеме РНОЭНТ. – М., 1986.
2. Баканов А.С. Проектирование пользовательского интерфейса: эргономический подход/ под ред. А.С. Баканов, А.А. Обознов. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – 185 с.

3. Борисюк А.А. Эргономика в приборостроении. – К.: Техника, 1985.
4. Гасов В.М., Горячкин Б.С. Методика оценки информационных моделей систем отображения и обработки информации // Современные проблемы автоматического управления. Сборник докладов. – М., 1987.
5. Гасов В.М., Горячкин Б.С. Системно-деятельностный подход проектирования АСУ реального времени // Сборник науч. трудов Ленингр. ин-т информатики и автоматизации АН СССР. – Л., 1989.
6. Горячкин Б. С., Яроц Е. В. Метод для определения эргономичности текстовых редакторов // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журнал, 2014. – № 12. – URL: <http://engsi.ru/doc/747487.html> (дата обращения 20.09.2016).
7. Салвенди Г. Человеческий фактор. В 6 томах. – М.: Мир, 1991.
8. Чайнова Л.Д., Горячкин Н.В., Белецкий М.Е. Некоторые вопросы цветового кодирования графического изображения на информационных индикаторах // Труды ВНИИТЭ. – 1972., № 2.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Analis i optimizatsiya operatorskoy deyatel'nosti: Metod. Materialy [Analysis and optimization of operator's activity] / VNIITE, KC SEV po probleme RNOENT – М., 1986. [in Russian]
2. Bakanov A. S. Proektirovanie polzovatel'skogo interfeisa: ergonomichesky podxod/ pod redaktsiey A. S. Bakanov, A. A. Obobnov [Designing the user interface: an ergonomic approach] – М.: Izdatel'stvo «Institute psychology RAN», 2009. – 185 p. [in Russian]
3. Borisjuk, A. A. Ergonomika v priborostroyeni [The ergonomics of the instrument]. – К.: Tekhnika, 1985. [in Russian]
4. Gusow V. M., Goryachkin S. B. Metodika otsenki informatsionnykh modeley system otobrazheniya i obrabotki informatsy [Methods of evaluation of information systems models displaying and processing of information] // Sovremennyye problemy avtomaticheskogo upravleniya/ Modern problems of automatic control. Sbornik dokladov. – М., 1987. [in Russian]
5. Gusow V. M., B. S. Goryachkin Sistemno-deyatelnostny podxod proektirovaniya ACY realnogo vremeni [System-activity approach of the design automation real time] // Sbornik nauchnykh trudov Leningradskogo instituta informatiki i avtomatiki Academy nauk SSSR. – L., 1989. [in Russian]
6. Goryachkin B. S., Aroc E. V. Metod dlya opredeleniya tekstovykh redaktorov [Method for determining the ergonomics of text editors] // Inzhenernyy vestnik. MG TU im. N. E. Bauman. Electron. zhurnal, 2014. – No. 12. – URL: <http://engsi.ru/doc/747487.html> (data obrascheniya 20.09.2016). [in Russian]
7. Salvendy G. Chelovecheskiy faktor [The Human factor]. V 6 tomax. – М.: Mir, 1991. [in Russian]
8. Chanova L. D., Goryachkin N. V., Beletsky E. M. Nekotorye voprosy tsvetovogo kodirovaniya graficheskogo izobrazheniya na informatsionnykh indikatorax [Some issues of color coding the graphical image in the information indicators] // Trydy VNIITE, 1972. № 2. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.055

Гурьев С.В.

ORCID: 0000-0002-8332-2915, Аспирант,

Нижевартовский государственный университет

ПОДХОДЫ В ИМИТАЦИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АСУ ТП

Аннотация

С каждым годом сложность технических процессов происходящих на предприятии возрастает, появляется все больше автоматизированных объектов со своим интерфейсом и подходом. В результате возникает необходимость обучения персонала новым подходам в управлении производством. Персонал обучается новому интерфейсу по инструкциям к нему, но не имеет возможности проверить, как ведёт себя система при взаимодействии с ней. В итоге персонал вынужден, обучаться новому интерфейсу методом проб и ошибок. Во избежание такого метода, необходимо предоставить персоналу тренажёр по новому интерфейсу.

Ключевые слова: АСУ ТП, тренажёр, модель, моделирование.

Guriev S.V.

ORCID: 0000-0002-8332-2915, Postgraduate,

Nizhnevartovsk State University

APPROACHES TO SIMULATE EMERGENCY SITUATIONS IN ASU TP

Abstract

Every year the difficulty of technical processes taking place in the enterprise grows, more and more automated facilities with its own interface and approach. As a result, there is a need for training new approaches in production management. The staff is trained on the new interface instructions to him, but is unable to see how the system behaves when interacting with it. As a result, staff forced to learn a new interface by trial and error. In order to avoid this method, you must provide the personal trainer for the new interface.

Keywords: ASU TP, simulator, model, modeling.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (сокращенно АСУ ТП) - термин, который имеет отношение к ЭВМ (электронно вычислительное устройство) и всевозможным их объединениям. Вычислительные устройства обеспечивают управление техническими процессами. Изначально системы АСУ ТП использовались исключительно на производстве, но с развитием технологий и из-за сходства технических процессов АСУ ТП вышло за рамки управления только производственными процессами и перешла в другие сферы деятельности, от управления транспортом до управления техническими процессами здания.

На производстве, системы уровня автоматизации строятся на трёх уровнях контроля производством.

Нижний уровень (уровень полевых датчиков, field) – который представляет собой подключаемые по промышленным каналам связи различные приборы, датчики и агрегаты.

Средний уровень (контролирующий уровень) – состоит из ПЛК (программно логический контроллер в англ. PLC), уровень который отвечает за взаимосвязь между нижним уровнем и верхним, на нём реализуются различные алгоритмы управления, ведется формирование, сортировка, шкалирование и подготовка данных для передачи их между уровнями.

Верхний уровень (SCADA уровень) – уровень графического представления данных, осуществляет диспетчеризацию и сбор подготовленных данных посредством HMI (Human-Machine Interface, человеко-машинного интерфейса).

SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition - термин что в переводе с английского означает диспетчерское управление и сбор данных.

Тренажер внедряется на верхний уровень, так как на нём осуществляется взаимодействие человека и машины.

Для эффективной организации процесса обучения тренажерный комплекс должен отвечать ряду требований[1]:

- Имитация реальных процессов в заданной точностью.
- Генерация аварийных событий по скриптам и с помощью инструктора.
- Содержать набор готовых упражнений.
- Иметь возможность конфигурировать аварийные события.

Для построения тренажера может использоваться один из подходов представленных ниже.

Модель – аналитическая или физическая система упрощенная по отношению к исследуемому объекту, но отражающая основные необходимые свойства объекта изучения[2].

Подход первый, создание стенда.

Стенд представляет собой материальную модель, которую еще принято называть физической моделью. При таком подходе в моделировании строится копия реального объекта в определенном отношении к нему, отражающая исследуемые стороны. Изученные свойства стенда переносятся на реальный объект основываясь на теории подобия. Примерами материального моделирования являются макеты, механические модели.

В таком подходе один из компрессоров будет выведен из ТП и будет работать в контрольном положении. На нём будет отрабатываться аварийные события и действия персонала в таких ситуациях.

Составляется план аварийных событий по которому отрабатываются совместные действия персонала.

Подход второй, создание аналитической модели

Аналитическая модель - моделирование основой которого является математическая модель, является методом количественного и качественного описания исследуемого объекта, в нём реальному объекту или процессу противопоставляется его упрощенная модель описываемая определенным уравнением. В ряде случаев искомый объект представляется уравнением регрессии, которое представляет собой геометрическое расположение точек на основе математического ожидания условных распределений исходного уравнения.

Основные шаги при аналитическом моделировании[3]:

Первый шаг это постановка задачи, который включает в себя: определение целей и установка исследуемого объекта, задание признаков изучения, поиск алгоритмов управления, анализ взаимодействия. Постановка заведомо невозможных или неполных целей повлечет за собой невозможность создания математической модели искомого объекта.

Шаг второй выбор наиболее подходящей математической модели[4], виды моделей изображены на рисунке 1:

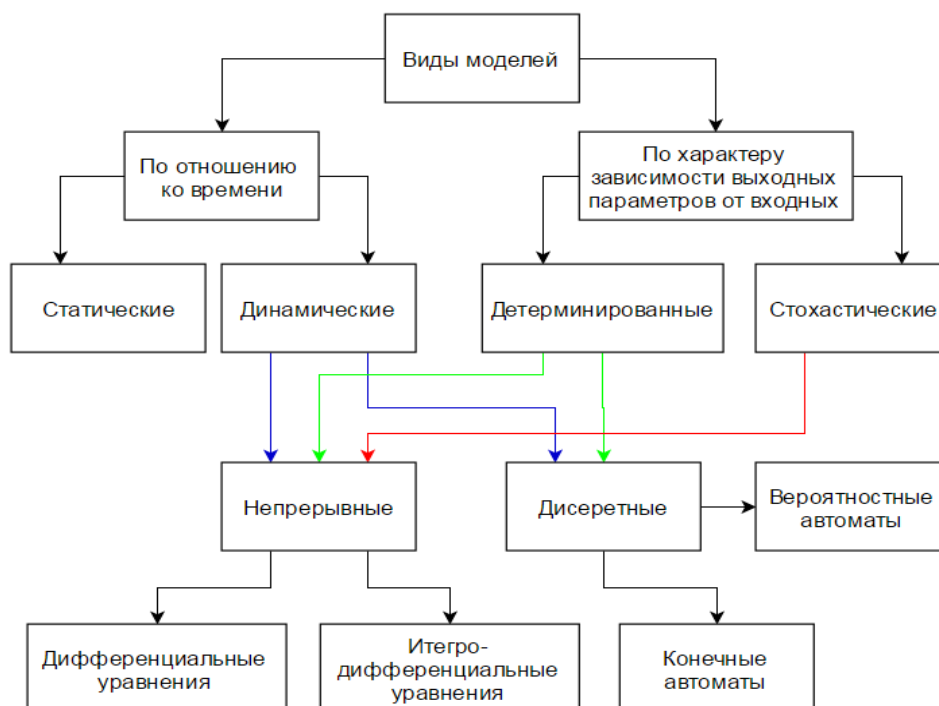


Рис. 1 – Виды математических моделей

Для более детальной имитации необходимо построить несколько аналитических моделей и уже на основе анализа данных этих моделей экспериментально устанавливаются свойства моделей: определяется их возможность быть стационарными или нестационарными, а также определяется степень детерминированности искомого объекта или процесса.

Поиск подходящей модели осуществляется посредством предварительного анализа, который является первым шагом на пути к исследованию модели. Для принятия модели необходимо чтобы она удовлетворяла требованиям:

- Контроль размерности, представляет собой анализ следования правилу. Согласно правилу значения значения которые имеют различные размерности не могут быть приравнены друг к другу, а также не могут складываться друг с другом.

- Оценка порядков величин, представляет собой алгоритм сортировки в котором определяются порядки складываемых величин, малозначительные переменных слагаемых отбрасываются.

- Оценка характера зависимостей, представляет собой рассмотрение влияния изменения одних величин на изменения других величин, рассматривается их изменение скорости и направления. Для согласованности аналитической модели необходимо чтобы выходные значения соответствовали физическому смыслу задачи.

- Оценка экстремальных ситуаций, представляет собой проверку решения наглядного смысла при условиях когда входные и выходные параметры стремятся к нулю или бесконечности.

- Контроль граничных условий, представляет собой проверку соответствия аналитической модели граничным условиям исходного объекта которые вытекают из поставленной задачи. Также проверяются действительность граничных условий, важно чтобы полученные условия удовлетворяли искомым граничным условиям.

- Оценка математической замкнутости, представляет собой проверку того, что полученная аналитическая модель дает только одно единственно правильное однозначное решение.

- Оценка физического смысла, представляет собой проверку физического содержания полученных промежуточных отношений, используемых при построении аналитической модели.

- Оценка устойчивости модели, представляет собой проверку того насколько вариация исходных данных влияет на достоверность полученных данных от аналитической модели, иначе говоря на сколько сильно изменения выходной величины относительно входной, ведёт ли изменение к существенному изменению решения.

Основным недостатком чисто аналитической модели является её не возможность описывать поведение исследуемого объекта во времени, для решения этого недостатка строится имитационная модель.

Имитационное моделирование[5] - процесс построения некоторого алгоритма который имитирует поведение исследуемого объекта и взаимодействие исходного объекта с учётом возможных случайных входных величин и воздействий из внешней среды.

Основное свойство имитационной модели - она способна быть объектом исследования, также эксперимент может проводиться с самой моделью, которая представляет собой некоторый алгоритм написанный на определенном языке программирования. Имитационная модель является видом стохастического процесса с дискретным состоянием системы. На этапе реализации имитационной модели на компьютере происходит сбор исходных данных исследуемого объекта, полученные данные являются предметом исследования. В завершающей стадии моделирования данные полученные на этапе сбора обрабатываются и результат обработки на выходе получается в виде распределений исследуемых величин на определенном отрезке. Имитационное моделирование строится на основах математической статистики с использованием теории вероятности для анализа данных.

При реализации имитационной модели на компьютере могут быть использованы языки высокого уровня такие как: Паскаль, Си, C++, Visual Basic. Являясь языками высокого уровня им доступны средства работы с базами данных и коммуникационными протоколами обмена, а также возможности отладки без использования дополнительных аппаратных средств. Но в результате использования языков высокого уровня на исследователя ложится дополнительная нагрузка так как ему необходимо знать помимо исследуемого процесса еще и высокоуровневый язык программирования с его тонкостями и особенностями. Для облегчения разработки имитационной модели были разработаны специализированные языки моделирования, цель которых упростить создание моделей и обработку результатов исследований, к таким языкам относятся: Симпас, Симула, Арена.

Список литературы / References

1. Разработка компьютерных тренажеров операторов АСУТП реального времени // pmasc.karelia.ru: Центр систем автоматизации URL: <http://pmasc.karelia.ru/rus/projects/modeling.html> (дата обращения: 29.09.2016).
2. Пономарев В.Б., Лошкарёв А.Б. Математическое моделирование технологических процессов: курс лекций. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. -126 с.
3. Васильев К. К., Служивый М. Н. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 2008. -170 с.
4. Математические модели // orenipk.ru: Оренбургский государственный педагогический университет URL: http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/inf/inf_mat_mod.html (дата обращения: 20.09.2016).
5. Общая характеристика метода имитационного моделирования // bourabai.ru: Частное Боровское исследовательское учреждение по внедрению новых технологий URL: <http://bourabai.ru/cm/general.htm> (дата обращения: 19.09.2016).

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Razrabotka komp'yuternyh trenazherov operatorov ASUTP real'nogo vremeni [The development of computer simulators operators real-time process control system] // pmasc.karelia.ru: Centr sistem avtomatizacii [Automation System Center] URL: <http://pmasc.karelia.ru/rus/projects/modeling.html> (data obrashhenija: 29.09.2016). [in Russian]
2. Ponomarev V.B., Loshkarev A.B. Matematicheskoe modelirovanie tehnologicheskikh processov: kurs lekcij [Mathematical modeling of communication systems: a tutorial]. -Ekaterinburg: GOU VPO UGTU-UPI, 2006. -126 P. [in Russian]

3. Vasil'ev K. K., Sluzhiviy M. N. Matematicheskoe modelirovanie sistem svjazi: uchebnoe posobie [Mathematical modeling of communication systems: a tutorial]. – Ul'janovsk : UIGTU, 2008. – 170 P. [in Russian]

4. Matematicheskie modeli [Mathematical models] // orenipk.ru: Orenburgskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet [Orenburg State Pedagogical University] URL: http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/inf/inf_mat_mod.html (data obrashhenija: 20.09.2016). [in Russian]

5. Obshhaja harakteristika metoda imitacionnogo modelirovanija [General characteristics of the method of simulation] // bourabai.ru: Chastnoe Borovskoe issledovatel'skoe uchrezhdenie po vnedreniju novyh tehnologij [Private Bourabai research institution to implement new technologies] URL: <http://bourabai.ru/cm/general.htm> (data obrashhenija: 19.09.2016). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.013

Двадцатов Р.В.

ORCID 0000-0003-2342-7624, Аспирант,
Санкт-Петербургский горный университет

АНАЛИЗ МЕТОДА ВЗВЕШИВАНИЯ ЦЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ НА АГРЕГАТАХ УКЛ-7

Аннотация

В данной работе рассматривается методика взвешивания целей на примере производства азотной кислоты. Необходимо из множества целей и подцелей выбрать наиболее важные цели. В первую очередь составляется древо целей. Для этого экспертом, на каждом уровне древа целей составляется матрица, где попарно сравниваются все цели и по приоритету выставляются баллы. Затем составляется линейное уравнение, и вычисляются веса целей. Это методика позволяет наглядно увидеть приоритеты целей исходя из множества похожих целей.

Ключевые слова: многокритериальная оценка, экспертная оценка, выбор множества альтернатив, взвешивание целей.

Dvadcatov R.V.

ORCID 0000-0003-2342-7624

Postgraduate student, Saint - Petersburg Mining University

ANALYSIS METHOD FOR EXAMPLE PURPOSES WEIGHING NITRIC ACID PRODUCTION AT UKL-7

Abstract

In this paper, the technique of weighing the objectives of the example of the production of nitric acid. It should be from the set of goals and sub-goals to choose the most important. The first step is to create a tree of goals. For this expert, in a matrix, which pairs are compared all the targets and score priority objectives at every level of the tree. Then the linear equation, and the calculated weight targets. This technique allows you to visually see the priorities of the objectives on the basis of a variety of similar purposes.

Keywords: multi-criteria evaluation, expert evaluation, selecting a set of alternatives, weighing purposes.

Введение

Необходимо провести анализ производства неконцентрированной азотной кислоты на агрегатах УКЛ-7. Произвести взвешивание целей и выявить наиболее приоритетные из множества целей производства. Известны две ключевые цели развития производства. Это увеличение надежности производства и снижение стоимости продукции.

Производство азотной кислоты по, так называемой, «энерготехнологической» схеме с использованием природного газа, примененной в агрегатах с годовой мощностью 120 тыс. т мнг HNO₃ (УКЛ-7) и в крупнотоннажных агрегатах с годовой мощностью 360-380 тыс.т/год (АК-72). Такая технологическая схема в настоящее время характерна для всех крупных производств неконцентрированной азотной кислоты в России. Однако включение в производство азотной кислоты водяного пара усложняет технологический процесс, снижает автономность работы агрегатов азотной кислоты, вследствие жестких связей с подачей природного газа, кроме того, остановка агрегата азотной кислоты может привести к резкому снижению поступления пара в заводские сети, все это может рассматриваться как недостатки технологической схемы.[6]

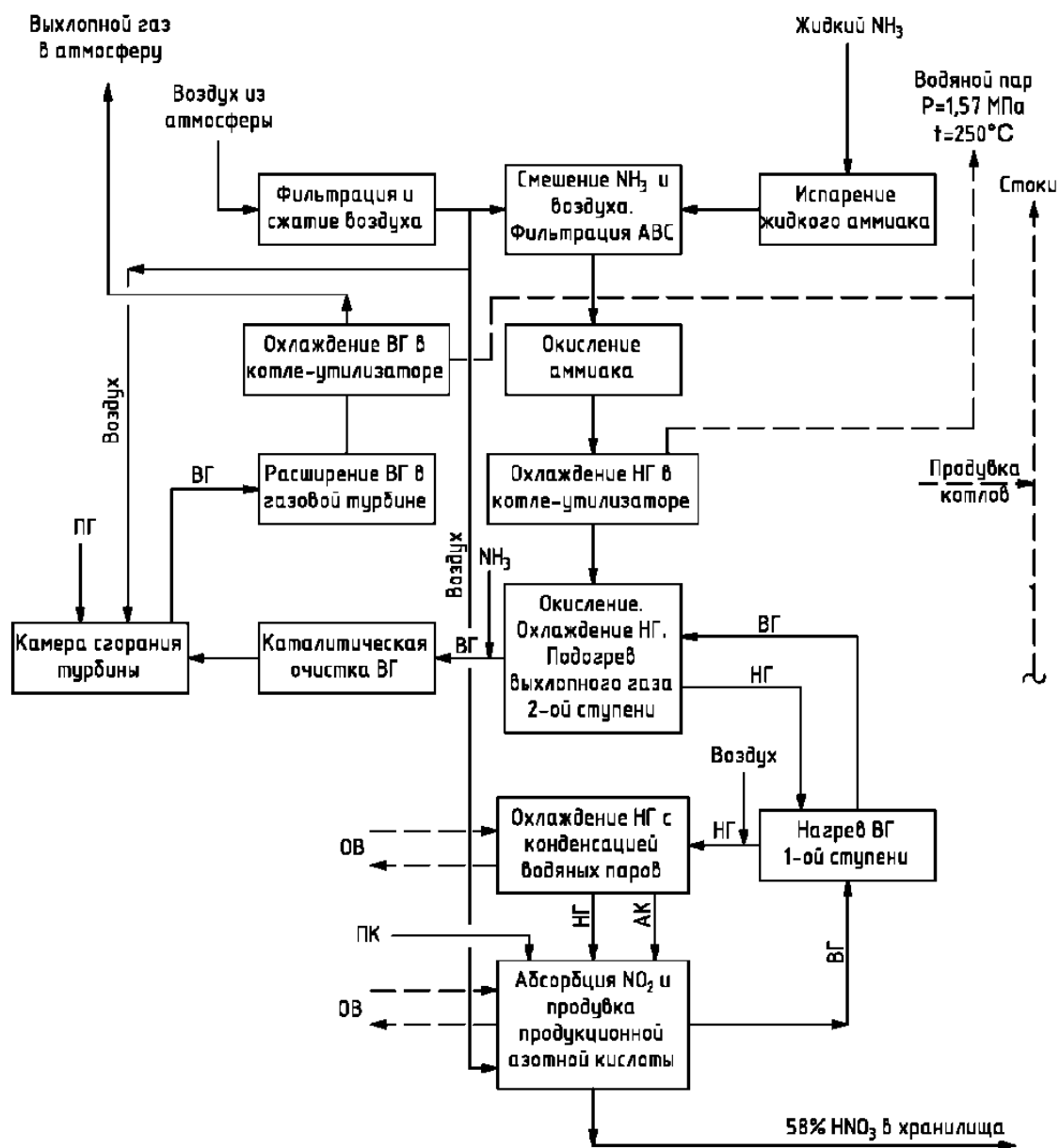


Рис. 1 – Описание схемы технологического процесса в агрегате УКЛ-7-76 с селективной каталитической очисткой выхлопного газа

Анализ типов отказов этих аппаратов по характеру их фактического существования показал, что 65% отказов относится к технологическим, а около 32% составляют механические отказы, обусловленные наличием высокоагрессивных сред.

Топологическая схема агрегата УКЛ-7

Топологическая схема агрегата УКЛ-7 производительностью 355 т/сут изображена на рис. 1. Данная топология не менялась с 1978 года, производилась только модернизация отдельных элементов.

В данном производстве актуальным является вопрос надежности, а так же себестоимости продукции.

Составление древа целей

Целеполагание, под которым понимается выбор целей, поставленных перед системой. В рамках целеполагания осуществляются поиск и изучение информации о системе и среде, в которой система функционирует, формируются основные (глобальные) цели и проводится их структурирование с выделением элементарных (локальных) целей. На основе экспертных оценок определяются рейтинги (сравнительная значимость) локальных целей и степень (уровень) их достижимости, зависящая от ограничений на потребляемые ресурсы. [1]

Произведем структурирование целей системы. Глобальной целью является производство неконцентрированной азотной кислоты. Далее можно выделить две цели, в противоречие которых необходимо найти баланс. Полный список целей представлен в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение	Содержание
C_0	Производство неконцентрированной азотной кислоты
C_1	Надежность ХТС
$C_{1.1}$	Уменьшить среднее время восстановления после отказа
$C_{1.2}$	Уменьшить интенсивность отказов
$C_{1.3}$	Резервирование элементов
$C_{1.4}$	Разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей
$C_{1.5}$	Применение высоконадежных элементов и оптимизация режимов их работы
$C_{1.6}$	Упрощение системы
C_2	Стоимость продукции
$C_{2.1}$	Снизить транспортные расходы
$C_{2.2}$	Внедрить новые технологии

В результате этого можем построить дерево целей.

За основу дерева берется нулевой уровень (Производство неконцентрированной азотной кислоты), следующий уровень это C_1 и C_2 и т.д.

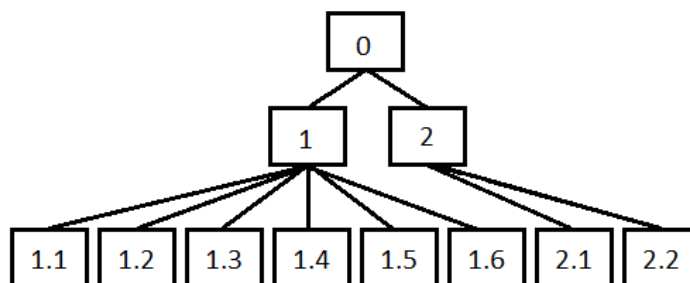


Рис. 2 – Дерево целей

Взвешивание целей

Пусть число локальных целей, определенных на этапе 1, равно N , а число уровней достижимости каждой цели равно k . При этом пространство возможных решений, называемых многоцелевыми альтернативами (наборы значений уровней достижимости локальных целей), составляет N_k . Лобовой выбор в пространстве такой громадной размерности оптимальной альтернативы вряд ли возможен. Поэтому для эффективного выполнения целеполагания, во-первых, ранжируют локальные цели и отбирают из них наиболее значимые, уменьшая тем самым величину N , и, во-вторых, снижают число уровней достижимости k до минимального разумного предела (например, $k < 3$).

Для ранжирования целей каждая из них оценивается числовой величиной - весом цели. Процедуру определения весов, выполняемую при участии экспертов в определенной области, будем называть «взвешиванием» целей. [1]

Произведем «взвешивания» вершин дерева целей на основе попарных сравнений. Сравнительная значимость целей оценивается числом баллов по шкале, согласованной с экспертами. Шкалу можно выбрать любую, в данном случае выбрана шкала от 1 до 7, где 1 – это одинаковая значимость целей, а 7 – существенное преобладание одной цели над другой.

Для каждого фрагмента дерева целей, начиная с нулевого ранга, строится квадратная матрица $R = \|r_{ij}\|$.

Строки матрицы R соответствуют вершинам – «потокам» фрагмента дерева. В верхней клетке крайнего левого столбца указывается заданный вес родительской вершины фрагмента (для корня дерева - глобальной цели C_0 вес $w_0 = 1$). На пересечении строки c_i и столбца c_j , указывается значение r_{ij} , равное:

1, если $c_i = c_j$;

числу баллов b_{ij} по шкале сравнительной значимости, если c_i более важна, чем c_j . [1]

$1/b_{ij}$, если менее важна, чем c_j .

Пусть строки (столбцы) матрицы R соответствуют целям c_1, \dots, c_p , оцениваемым искомыми весами W_1, \dots, W_p , а родительская вершина имеет заданный вес W_q . При этом справедливо условие

$$W_q = \sum_{i=1}^p W_i \quad (1)$$

Искомые веса W_i , $i=1, \dots, p$, являются решениями системы линейных уравнений.

Матрица попарных сравнений для фрагмента нулевого уровня

Таблица 2

$W_0=1$	C_1	C_2	Вес цели
C_1	1	3	0,75
C_2	1/3	1	0,25

Система линейных уравнений имеет вид

$$W_1 = \frac{1}{2}(W_1 + 3W_2)$$

$$W_2 = 1 - W_1 \quad (2)$$

И дает решения: $W_1=0,75; W_2=0,25$.

Далее составляем линейное уравнение для последующих уровней. Каждая подчиненная цель начального фрагмента дерева целей отождествляется с корневой вершиной нижестоящего фрагмента, и процедура повторяется вплоть до вычисления весов локальных целей системы. [1]

Матрица попарных сравнений для фрагмента первого уровня

Таблица 3

$W_1=0,75$	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	$C_{1,3}$	$C_{1,4}$	$C_{1,5}$	$C_{1,6}$	Все цели
$C_{1,1}$	1	3	1/3	5	3	1/3	0.049
$C_{1,2}$	1/3	1	1/3	1/3	3	1/3	0.082
$C_{1,3}$	3	3	1	5	3	1/3	0.043
$C_{1,4}$	1/5	3	1/5	1	3	1/3	0.246
$C_{1,5}$	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/3	0.082
$C_{1,6}$	3	3	3	3	3	1	0.246

Матрица попарных сравнений для фрагмента второго уровня

Таблица 4

$W_2=0.25$	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	Вес цели
$C_{2,1}$	1	3	0,19
$C_{2,2}$	1/3	1	0,06

В результате мы получаем веса всех целей и можем проанализировать результат.

Таблица 5

Обозначение	Содержание	Вес цели
C_0	Производство неконцентрированной азотной кислоты	1
C_1	Надежность ХТС	0,75
$C_{1,1}$	Уменьшить среднее время восстановления после отказа	0.049
$C_{1,2}$	Уменьшить интенсивность отказов	0.082
$C_{1,3}$	Резервирование элементов	0.043
$C_{1,4}$	Разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей	0.246
$C_{1,5}$	Применение высоконадежных элементов и оптимизация режимов их работы	0.082
$C_{1,6}$	Упрощение системы	0.246
C_2	Стоимость продукции	0,25
$C_{2,1}$	Снизить транспортные расходы	0,19
$C_{2,2}$	Внедрить новые технологии	0,06

Заключение

Из результата видно, что по первому уровню приоритетней будет направление на повышение надежности. Рейтинг целей по второму уровню представлен ниже.

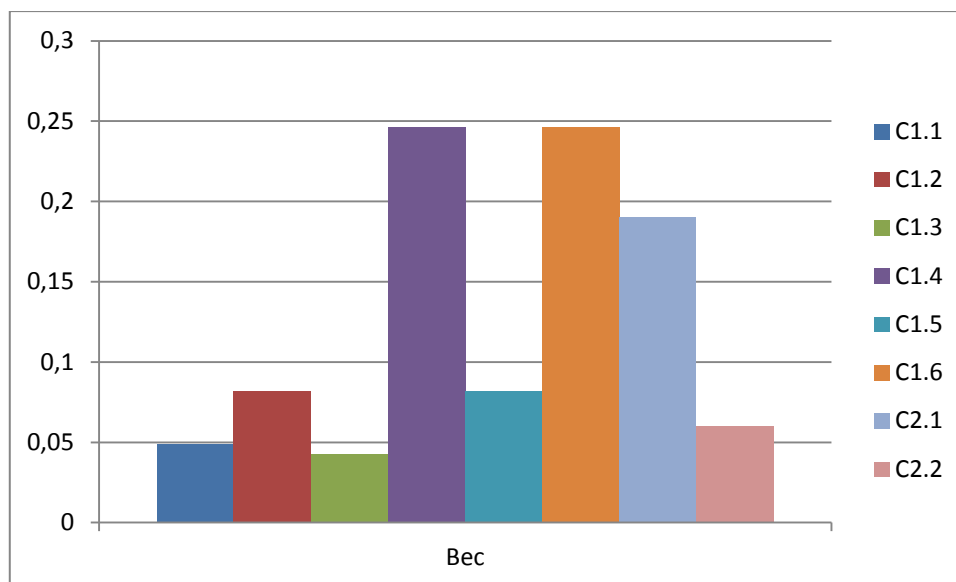


Рис. 3 – Диаграмма результата взвешивания целей

По второму уровню можно выделить три основных вектора дальнейшего развития:

$C_{1.4}$ – разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей;

$C_{1.6}$ – упрощение системы;

$C_{2.1}$ – снизить транспортные расходы;

Таким образом, данная методика взвешивания целей позволит выделить приоритет развития предприятия. В данном примере экспертная оценка не проводилась, необходимо было показать методику взвешивания целей.

Список литературы / References

1. Юдицкий С.А., Владислав П.Н. Основы предпроектного анализа организационных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 144 с.
2. Анкудинов Г.И., Анкудинов И.Г., Иванова И.В., Принятие решений в системном проектировании: Учебник. – СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013. – 176 с.
3. Ларичев О.Н. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
4. Лотов. А.В., Поспелова И.И., Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
5. Черноморов Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие. Новочеркасск: Ред. журн. «Иzv. vuzov. Jelektromexanika», 2002.– 276 с.
6. Научно-исследовательский и проектный институт азотной промышленности и продуктов органического синтеза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.giap-m.com/designs/> (дата обращения 10.09.2016).

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Judickij S.A., Vladislav P.N. Osnovy predproektnogo analiza organizacionnyh system [Basics of pre-analysis of organizational systems]: Textbook. – M.: Finansy i statistika, 2005. – P. 144. [in Russian]
2. Ankudinov G.I., Ankudinov I.G., Ivanova I.V., Prinjatje reshenij v sistemnom proektirovanii [Decision-making in the system design]: Textbook. – SPb: Nacional'nyj mineral'no-syr'evoj universitet «Gornyj», 2013. – P. 176. [in Russian]
3. Larichev O.N. Teorija i metody prinjatija reshenij, a takzhe Hronika sobytij v Volshebnyh stranah [Theory and methods of decision-making, as well as the chronicle of events in a magical land]: Textbook. – M.: Logos, 2000. – P. 296. [in Russian]
4. Lotov. A.V., Pospelova I.I., Mnogokriterial'nye zadachi prinjatija reshenij [Multicriteria decision making problems]: Textbook. – M.: MAKS Press, 2008. – P. 197. [in Russian]
5. Chernomorov G.A. Teorija prinjatija reshenij [Decision theory]: Textbook. Novoherkassk: Red. zhurn. «Izv. vuzov. Jelektromexanika», 2002.– P. 276. [in Russian]
6. Nauchno-issledovatel'skij i proektnyj institut azotnoj promyshlennosti i produktov organicheskogo sinteza [Research and Design Institute of Nitrogen Industry and Organic Synthesis Products] [Electronic resource] – Access mode: <http://www.giap-m.com/designs/> (data 10.09.2016). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.014

Двадцатов Р.В.

ORCID 0000-0003-2342-7624,

Аспирант, Санкт-Петербургский горный университет

МИНИМИЗАЦИЯ ЧИСЛА ЛОКАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ**Аннотация**

В данной работе рассматривается методика минимизации локальных целей. Для примера взято производство азотной кислоты. В качестве целей выбрано два направления увеличение надежности производства и снижение стоимости продукции. Составляется древо целей. Для расчетов необходимо знать вес целей, который в этом примере известен заранее. Составляется когнитивная карта, отображающая взаимовлияние локальных целей. Вычисляем степень достижимости локальных целей, по формуле, представленной в статье. Затем делаем минимизацию числа локальных целей по определенному алгоритму.

Ключевые слова: минимизация локальных целей, многокритериальная оптимизация, экспертная оценка, выбор множества альтернатив.

Dvadcatov R.V.

ORCID 0000-0003-2342-7624,

Postgraduate student, Saint-Petersburg Mining University

MINIMIZING THE NUMBER OF LOCAL OBJECTIVES SYSTEM**Abstract**

In this paper, the technique of minimizing local purposes. As an example, taken the production of nitric acid. In two directions increase the reliability of production and reducing the cost of production is chosen as targets. Tree component goals. For the calculations necessary to know the weight of the objectives, which in this example is known in advance. It constitutes a cognitive map that displays local mutual goals. We calculate the degree of accessibility local purposes, according to the formula presented in the article. Then we have to minimize the number of local objectives for a particular algorithm.

Keywords: minimizing local purposes, multicriteria optimization, expert evaluation, selecting a set of alternatives.

Введение

Возьмем некое множество цели, которое необходимо минимизировать. В качестве примера возьмем производство азотной кислоты. В качестве целей выбрано два направления увеличение надежности производства и снижение стоимости продукции. Также в эти цели входят множество подцелей, древо подцелей представлено ниже.

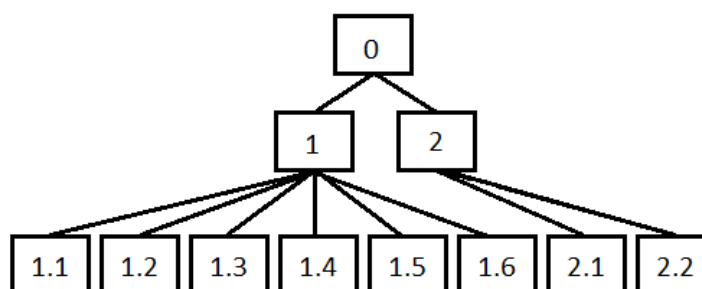


Рис. 1 – Древо целей

За основу дерева берется нулевой уровень (Производство неконцентрированной азотной кислоты), следующий уровень это C_1 и C_2 и т.д.

В рамках целеполагания осуществляются поиск и изучение информации о системе и среде, в которой система функционирует, формируются основные (глобальные) цели и проводится их структурирование с выделением элементарных (локальных) целей. На основе экспертных оценок определяются рейтинги (сравнительная значимость) локальных целей и степень (уровень) их достижимости, зависящая от ограничений на потребляемые ресурсы. Формальными методами осуществляется минимизация числа локальных целей. Исходя из заданной степени достижимости глобальной цели, формируется множество возможных альтернатив целевых решений. Таким образом, осуществляется на базе отобранных локальных целей с учетом уровня их достижимости, и из их числа выбирается оптимальная альтернатива.[1]

Необходимо уменьшить число локальных целей, полный список целей представлен в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение	Содержание	Вес цели
C ₀	Производство неконцентрированной азотной кислоты	1
C ₁	Надежность ХТС	0,75
C _{1.1}	Уменьшить среднее время восстановления после отказа	0.049
C _{1.2}	Уменьшить интенсивность отказов	0.082
C _{1.3}	Резервирование элементов	0.043
C _{1.4}	Разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей	0.246
C _{1.5}	Применение высоконадежных элементов и оптимизация режимов их работы	0.082
C _{1.6}	Упрощение системы	0.246
C ₂	Стоимость продукции	0,25
C _{2.1}	Снизить транспортные расходы	0,19
C _{2.2}	Внедрить новые технологии	0,06

Когнитивная карта

Для минимизации локальных целей необходимо рассчитать вес цели, в данном примере они нам известны. Составляем когнитивную карту взаимовлияния локальных целей (таблица 2). Данную таблицу должен составить эксперт по шкале от 0 до 1, где 1 – абсолютное влияние, 0,5 – среднее значение, 0 – отсутствие влияния. Так же допустимы промежуточные значения, такие как 0,1;0,2;0,3;0,4;0,6;0,7;0,8;0,9 в зависимости от степени влияния.

Пример когнитивной карты, отображающей взаимовлияние локальных целей.

Таблица 2

	C _{1.1}	C _{1.2}	C _{1.3}	C _{1.4}	C _{1.5}	C _{1.6}	C _{2.1}	C _{2.2}	Вес цели
C _{1.1}	+1	+0,7	-0,2	+0,3	+0,6	+0,7		+0,5	0.049
C _{1.2}	+0,7	+1	-0,5	+0,8	+0,7	+0,6		+0,5	0.082
C _{1.3}	-0,7	0,6	+1			-0,7			0.043
C _{1.4}	+0,5	+0,7		+1				+0,5	0.246
C _{1.5}	+0,8	+0,8			+1			+0,3	0.082
C _{1.6}			-0,5			+1			0.246
C _{2.1}							+1		0,19
C _{2.2}				+0,5	+0,5			+1	0,06

Строки и столбцы таблицы соответствуют локальным целям, слева от строки проставляется обозначение цели C_i, справа - ее вес W_i. На пересечении строки C_i и столбца C_j (i, j = 1, ..., N) записывается экспертная оценка +S_{ij}, если достижение цели C_i усиливает достижение цели C_j, и оценка -S_{ij}, если, наоборот, ослабляет. Коэффициент S_{ij}, где 0 < S_{ij} < 1, отражает силу воздействия цели C_i на цель C_j, например, так, как показано на шкале оценки взаимовлияния целей. Если цели не влияют друг на друга (S_{ij} = 0) либо характер их взаимодействия неизвестен, то клетку (C_i, C_j) таблицы оставляем пустой.[1]

Степень достижимости

Для определения степени достижимости глобальной цели J(C₀) следует к каждому j-м столбцу табл. 2 просуммировать произведения экспертной оценки в клетке (i, j) на вес строки W_i и затем сложить полученные величины по всем столбцам.

$$J(C_0) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N S_{i,j} \cdot W_i \quad (1)$$

$$J(C_j) = \frac{\sum_{i=1}^N S_{i,j} \cdot W_i}{J(C_0)} = \frac{\sum_{i=1}^N S_{i,j} \cdot W_i}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N S_{i,j} \cdot W_i} \quad (2)$$

Степень достижимости локальной цели $J(C_j)$ определена как отношение указанной суммы произведений для j -го столбца к величине $J(C_0)$.

Вычисление произведения веса цели S_{ij} можно представить в виде таблицы 3.

Таблица 3

	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	$C_{1.3}$	$C_{1.4}$	$C_{1.5}$	$C_{1.6}$	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$	Вес цели
$C_{1.1}$	0,049	0,034	-0,01	0,015	0,029	0,034	0	0,025	0.049
$C_{1.2}$	0,057	0,082	-0,04	0,066	0,057	0,049	0	0,041	0.082
$C_{1.3}$	-0,03	0,026	0,043	0	0	-0,03	0	0	0.043
$C_{1.4}$	0,123	0,172	0	0,246	0	0	0	0,123	0.246
$C_{1.5}$	0,066	0,066	0	0	0,082	0	0	0,025	0.082
$C_{1.6}$	0	0	-0,12	0	0	0,246	0	0	0.246
$C_{2.1}$	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0,19
$C_{2.2}$	0	0	0	0,03	0,03	0	0	0,06	0,06

Далее просуммируем столбцы и в итоге получим $J(C_0)$.

$$J(C_0)=0,2649+0,3799-0,1308+0,3563+0,1988+0,2994+0,19+0,2731=1,8316$$

В рассматриваемом примере (см. табл. 2) $J(C_0) = 1,8$, а значения $J(C_j)$ приведены в табл. 4.

Выбранные локальные цели

Таблица 4

C_j	$C_{1.1}$	$C_{1.2}$	$C_{1.3}$	$C_{1.4}$	$C_{1.5}$	$C_{1.6}$	$C_{2.1}$	$C_{2.2}$
$J(C_j)$	0,145	0,207	-0,07	0,195	0,109	0,163	0,104	0,149
e_j	e_1	e_2	—	e_3	—	e_4	—	e_5

Множество всех локальных целей обозначим через C , подмножество удаляемых целей - через C^* , а его мощность - через $|C^*|$.

Степень достижимости подмножества целей $C^* = \{C_{j1}, ..., C_{jk}\}$ с учетом их взаимовлияния определяется соотношением

$$J(C^*) = J(C_{j1}) + ... + J(C_{jk}) \quad (3)$$

Максимально допустимое значение $J(C^*)$ обозначим через D .

Минимизация числа локальных целей

Задачу минимизации сформулируем следующим образом:

найти $C^* \subset C$ такое, чтобы совместно выполнялись условия:

$$J(C^*) \leq D, \quad (4)$$

$$|C^*| = \max. \quad (5)$$

Выбор наиболее значимых локальных целей системы осуществляется путем удаления наименее значимых из множества локальных целей.

При минимизации числа локальных целей должно совместно выполняться несколько условий:

- необходимо учитывать взаимное влияние локальных целей, отображаемое матрицей - когнитивной картой;
- суммарная степень достижимости удаляемых целей, имеющая численное выражение и определяемая на основе когнитивной карты, не должна превышать допустимого порогового значения;
- число удаляемых локальных целей должно быть максимально.[1]

Минимизацию числа локальных целей будем проводить на основе следующего алгоритма.

1. В множестве C выбрать цель C_{j1} с минимальной степенью достижимости ($J(C_{j1}) = \min$). Если таких целей более одной, то из них выбрать любую. Включить выбранную цель в подмножество C^* и увеличить его степень достижимости $J(C^*) = J(C^*) + J(C_{j1})$.

2. Проверить условие (4). Если оно выполняется, то удалить C_{j1} из C и перейти к шагу 1. Если условие (4) не выполняется ни для одной цели с $J(C_{j1}) = \min$, т.е. к C^* нельзя присоединить ни одной цели, то закончить алгоритм.

Работа алгоритма наглядно иллюстрируется в виде цепочки членов, соединенных стрелками. В числителе члена указывается состояние (состав) подмножества C^* на данном шаге минимизации, в знаменателе – соответствующая степень достижимости $J(C^*)$. [1]

Заключение

В результате вычисления алгоритма отсеиваются незначительные локальные цели, после чего можно выделить оставшиеся цели. В данном примере принято, что $D = 0,25$ и цепочка имеет вид:

$$\frac{\{C_{1.3}\}}{-0,07} \rightarrow \frac{\{C_{1.3}, C_{2.1}\}}{0,034} \rightarrow \frac{\{C_{1.3}, C_{2.1}, C_{1.5}\}}{0,143}$$

Цели, вошедшие в состав подмножества C^* , отмечаем в нижней строке табл. 4 прочерками, оставшиеся цели обозначаем символами e_i , $i = 1, \dots, N^*$, где

$$N^* = N - |C^*|. \quad (6)$$

В нашем примере результатом минимизации числа локальных целей системы является множество $E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5\}$, где

- e_1 – уменьшить среднее время восстановления после отказа;
- e_2 – уменьшить интенсивность отказов;
- e_3 – разработка и внедрение способов прогнозирования неисправностей;
- e_4 – упрощение системы;
- e_5 – внедрить новые технологии;

Таким образом, данная методика минимизации локальных целей позволит выделить приоритет развития предприятия и уменьшить большое число локальных целей. В данном примере экспертная оценка не проводилась, необходимо было показать методику минимизации локальных целей.

Список литературы / References

1. Юдицкий С.А., Владислав П.Н. Основы предпроектного анализа организационных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 144 с.
2. Анкудинов Г.И., Анкудинов И.Г., Иванова И.В., Принятие решений в системном проектировании: Учебник. – СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013. – 176 с.
3. Ларичев О.Н. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
4. Лотов А.В., Поспелова И.И., Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
5. Черноморов Г.А. Теория принятия решений: Учебное пособие. Новочеркасск: Ред. журн. «Изв. вузов. Электромеханика», 2002. – 276 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Judickij S.A., Vladislav P.N. Osnovy predproektnogo analiza organizacionnyh system [Basics of pre-analysis of organizational systems]: Textbook. – M.: Finansy i statistika, 2005. – P. 144. [in Russian]
2. Ankudinov G.I., Ankudinov I.G., Ivanova I.V., Prinjatje reshenij v sistemnom proektirovanii [Decision-making in the system design]: Textbook. – SPb: Nacional'nyj mineral'no-syr'evoj universitet «Gornyj», 2013. – P. 176. [in Russian]
3. Larichev O.N. Teorija i metody prinjatija reshenij, a takzhe Hronika sobytij v Volshebnyh stranah [Theory and methods of decision-making, as well as the chronicle of events in a magical land]: Textbook. – M.: Logos, 2000. – P. 296. [in Russian]
4. Lotov. A.V., Pospelova I.I., Mnogokriterial'nye zadachi prinjatija reshenij [Multicriteria decision making problems]: Textbook. – M.: MAKS Press, 2008. – P. 197. [in Russian]
5. Chernomorov G.A. Teorija prinjatija reshenij [Decision theory]: Textbook. Novocherkassk: Red. zhurn. «Izv. vuzov. Jelektromehaniika», 2002. – P. 276. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.162

Журавлёв Д.Н.¹, Данюшевский И.А.²¹Инженер, ОАО «НПО ЦКТИ», г. Санкт-Петербург²кандидат технических наук, ОАО «НПО ЦКТИ», г. Санкт-Петербург

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ ОЦЕНКИ РАЗРУШЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА НА ОСНОВЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО J-ИНТЕГРАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ ДЕФЕКТОВ В ПРЯМЫХ ТРУБАХ

Аннотация

В данной статье приведён краткий обзор и сравнение различных критериев оценки величины разрушающего давления для прямых труб, содержащих трещиноподобные дефекты. Показано ощутимое различие расчетных значений величин разрушающего давления при низких значениях вязкости разрушения материала. Приведено сравнение величины разрушающего давления, полученной на основе численного вычисления упругопластического J интеграла, с результатами натурного эксперимента. Конечно-элементное моделирование вкупе с двухпараметрической диаграммой оценки разрушения, построенной на основе вычисления упругопластического J интеграла, позволяют определять значения разрушающих нагрузок для всевозможных элементов конструкций.

Ключевые слова: двухпараметрическая диаграмма оценки разрушения, J-интеграл, трещина, трубопровод, прямошовные трубы, дефекты.

Zhuravlyov D.N.¹, Danyushevsky I.A.²¹Engineer, JSC “NPO CKTI”, St.-Petersburg²PhD in Engineering, JSC “NPO CKTI”, St.-Petersburg

APPLICATION OF FAILURE ASSESSMENT DIAGRAM AND ENERGY APPROACH BASED ON ELASTIC-PLASTIC J-INTEGRAL FOR ESTIMATION OF CRACK-LIKE FLAWS IN STRAIGHT PIPES

Abstract

The short review and comparison of the different criteria of failure pressure estimation for straight pipes containing crack-like flaws are shown in this article. It demonstrated the perceptible difference in calculated values of failure pressure at low level of material fracture toughness. This article also contained the comparison of the numerically calculated value of the failure pressure with the experimental result. Finite element modeling coupled with a failure assessment diagram based on elastic-plastic J-integral allows to define values of the failure loads of various structural elements.

Keywords: failure assessment diagram, J-integral, crack, pipeline, straight-welded pipes, flaws.

Введение

За многолетнюю историю эксплуатации различных трубопроводов произошло большое количество аварий, вызванных разрушением труб из-за наличия в них дефектов. По природе своего возникновения дефекты можно разделить на две группы – технологические, появляющиеся непосредственно в процессе производства элемента конструкции (брак металла, дефекты в сварных швах, ...) и эксплуатационные, образующиеся вследствие воздействия внешних факторов (например, коррозии). Наличие дефекта в конструкции может привести как к небольшому (локальному), так и к глобальному разрушению. Последнее, являясь в случае трубопроводов разрушением трубы большой протяженности, может привести к катастрофическим последствиям, поэтому одной из основных задач, которая должна решаться при проектировании, является недопущение глобального разрушения.

Была сформулирована проблема необходимости определения предельно допустимого размера дефекта при заданных условиях эксплуатации, наличие которого не приведет к глобальному разрушению. В 60-х годах в качестве первого шага на пути к решению данной проблемы появилась концепция «Leak before break» (LBB, «Течь перед разрушением»), предусматривающая вязкое разрушение материала и образование сначала небольшого сквозного дефекта («свища»), который затем может привести к глобальному разрушению. Она позволяет определить критический размер дефекта при заданном уровне нагрузок (или же критический уровень нагрузок при заданном размере дефекта), выше которого дефект будет считаться небезопасным и возможно его развитие с последующим разрушением конструкции. Поскольку данная методика является приложением предельного анализа, её применение ограничивается классом пластичных сталей, эксплуатируемых при нормальных температурах, а так же фактически хорошо описывает только небольшие трещиноподобные дефекты в прямых трубах [1, 2].

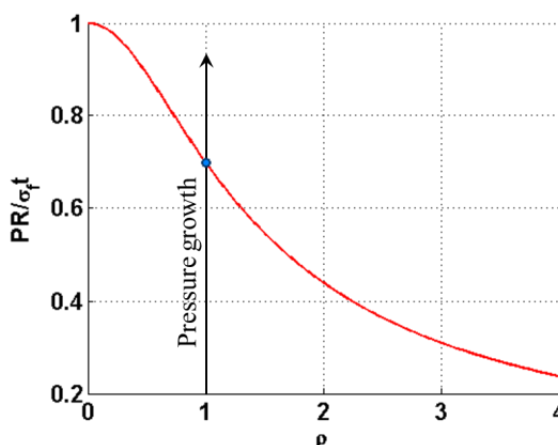


Рис. 1 – Область устойчивых дефектов (LBB)

В 80-х годах получила развитие методика оценки дефектов по двухпараметрической диаграмме разрушения («Failure assessment diagram», FAD), основанной на расширении области использования понятия раскрытия трещины в вершине (CTOD). Предложенный Даулингом и Таунли метод [3] был развит Харрисоном и Милном [4]. Они же, при сотрудничестве с другими авторами, по заказу Центрального совета по производству электроэнергии (Central Electricity Generating Board, CEGB), английской правительственной организации, выпустили отчет [5 – 8], который впоследствии стал часто именоваться «процедура R6». Данная концепция так же, как и критерий «Течь до разрушения», позволяет оценивать критический уровень нагрузок при заданном дефекте (или критический размер дефекта при заданном уровне нагрузок). Однако, учет хрупких свойств материала позволяет помимо оценки области устойчивости дефекта дать оценку возможного характера его развития (хрупкое или вязкое разрушение). Методика оценки дефектов, предложенная в отчете CEGB, стала применяться в основных нормативных документах [9 – 14]. В ней предусмотрена возможность расчета различных трещиноподобных дефектов в типичных элементах конструкций – прямых трубах, гиах, тройниках, с учетом хрупких свойств материала.

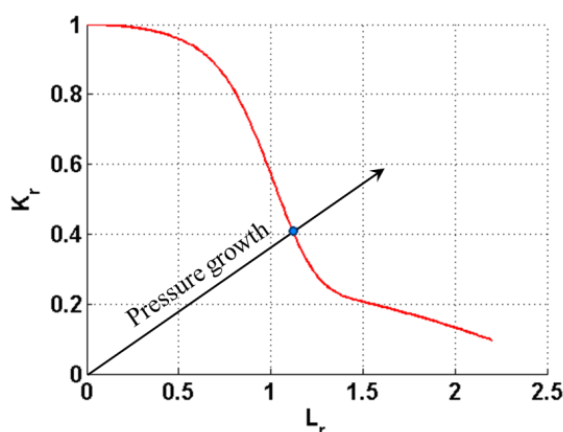


Рис. 2 – Область устойчивых дефектов (R6 FAD)

В настоящее время вычислительные методы в механике позволяют выполнять прямое моделирование с учетом диаграммы деформирования материала, реальной геометрии дефекта и конструкции, при наличии сложного напряженного состояния. Построение двухпараметрической диаграммы разрушения и последующая оценка дефекта производится на основе вычисления упругопластического J интеграла.

Сравнение подхода на основе J интеграла с критерием «Течь до разрушения» и нормативным критерием, использующим двухпараметрическую диаграмму оценки разрушения

Рассматривается цилиндр с геометрическими размерами, приведенными на рис. 3, содержащий поверхностную полуэллиптическую трещину. На внутреннюю поверхность цилиндра действует равномерно распределенное давление. Требуется определить такую его величину, при которой трещина начнет развиваться. При этом, подрост трещины от действия статической нагрузки не учитывается.

Проведем сравнение на примере цилиндра внешним диаметром 500 мм, с толщиной стенки 25 мм. Рассмотрим три различные трещины: длина 20 мм, глубина 8 мм; длина 50 мм, глубина 12 мм; длина 80 мм, глубина 16 мм; а так же проанализируем влияние диаграммы деформирования материала на величину предельного давления.

Свойства материала цилиндра: модуль Юнга $E = 210$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0.3$, предел текучести $\sigma_y = 400$ МПа; кроме того, рассмотрим два значения вязкости разрушения $K_{IC} = 200$ МПа $\sqrt{м}$ и $K_{IC} = 50$ МПа $\sqrt{м}$, соответствующих вязкому и хрупкому состоянию металла.

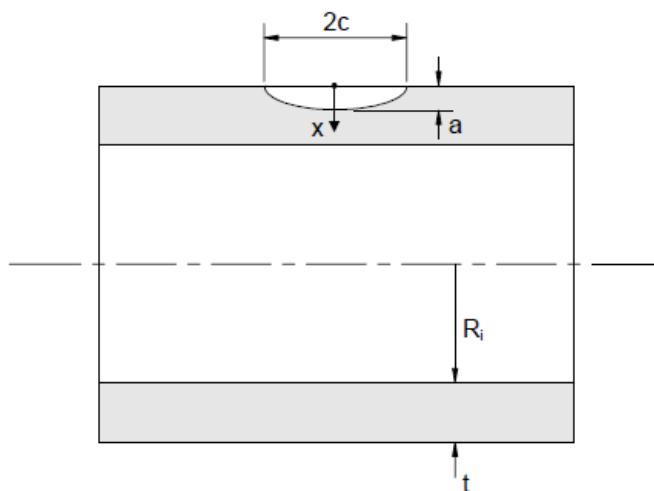
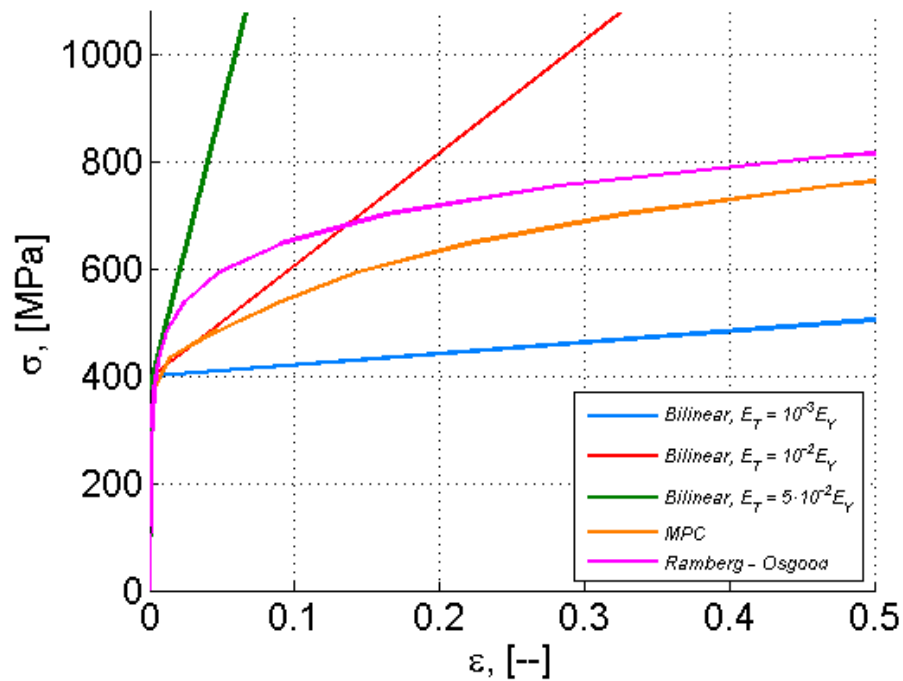


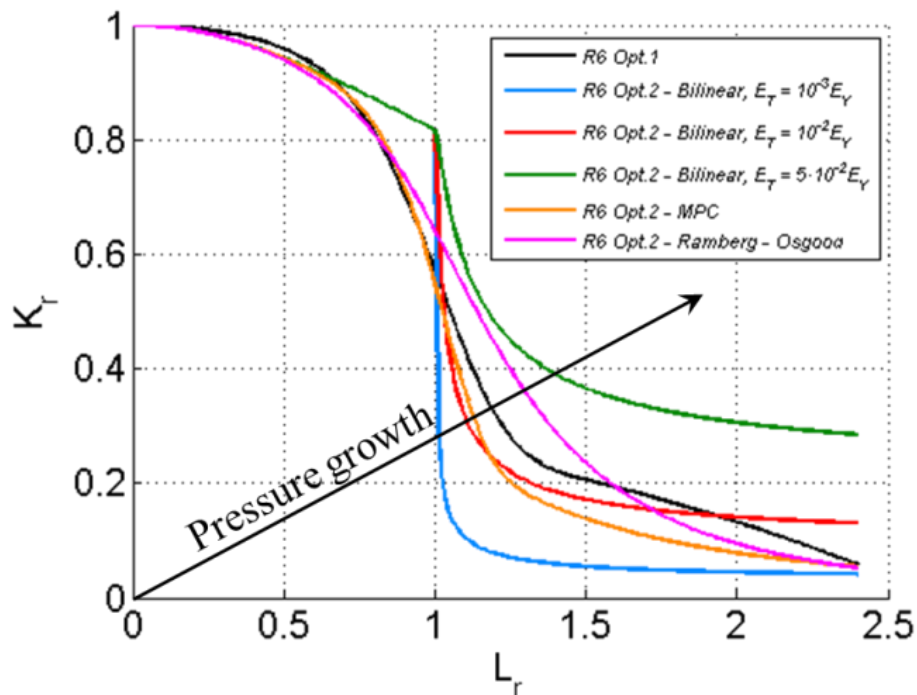
Рис. 3 – Геометрические характеристики рассматриваемой задачи

Рассмотрены следующие модели материалов:

- Билинейная с кинематическим упрочнением (3 различных модуля упрочнения: $E_t = 10^{-3}E_y$, $E_t = 10^{-2}E_y$, $E_t = 5 \cdot 10^{-2}E_y$)
- MPC (Model Predictive Control) [9]
- Модель Рамберга – Озгуда (Ramberg – Osgood) [9]



а) диаграммы деформирования материала



б) двухпараметрические диаграммы оценки разрушения

Рис. 4 – Зависимость двухпараметрической диаграммы оценки разрушения R6 от кривой деформирования материала

На рис. 5 – 6 и в таблице 1 приведены результаты проведенных расчетов величины предельного давления.

Безразмерная длина трещины, относительно которой построены графики на рис. 5 – 6, определяется из соотношения:

$$\rho = \frac{c}{\sqrt{R_{it}}}$$

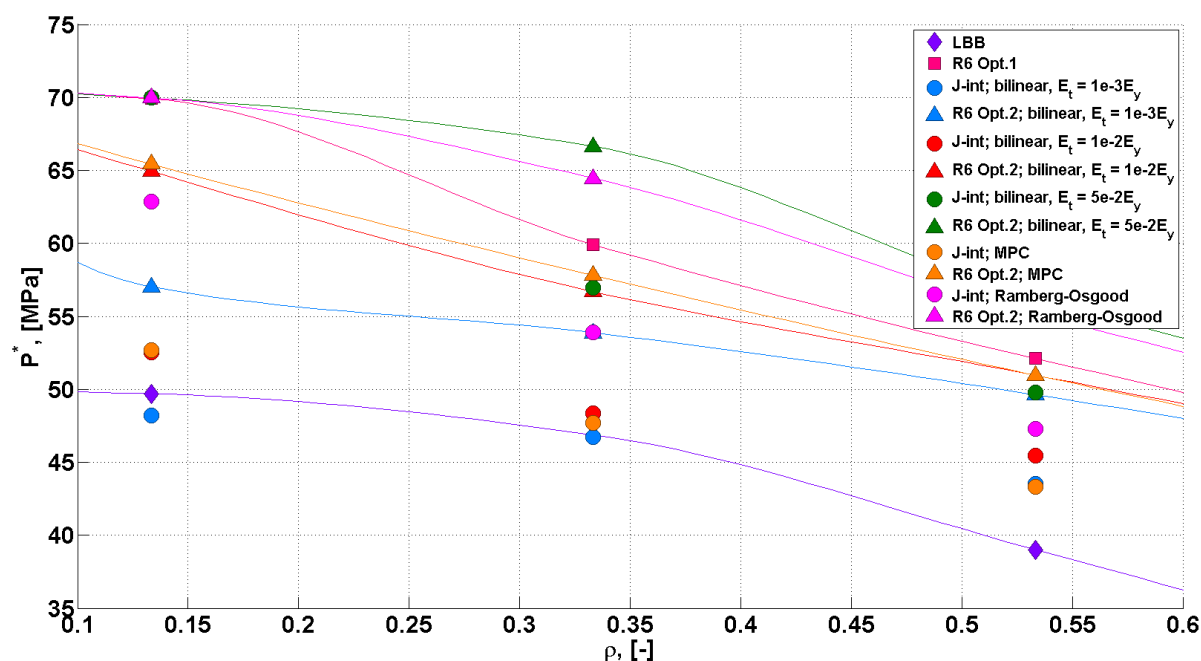


Рис. 5 – Зависимость величин предельного давления, вычисленных различными способами, от безразмерной длины трещины.
Значение вязкости разрушения $K_{IC} = 200 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$

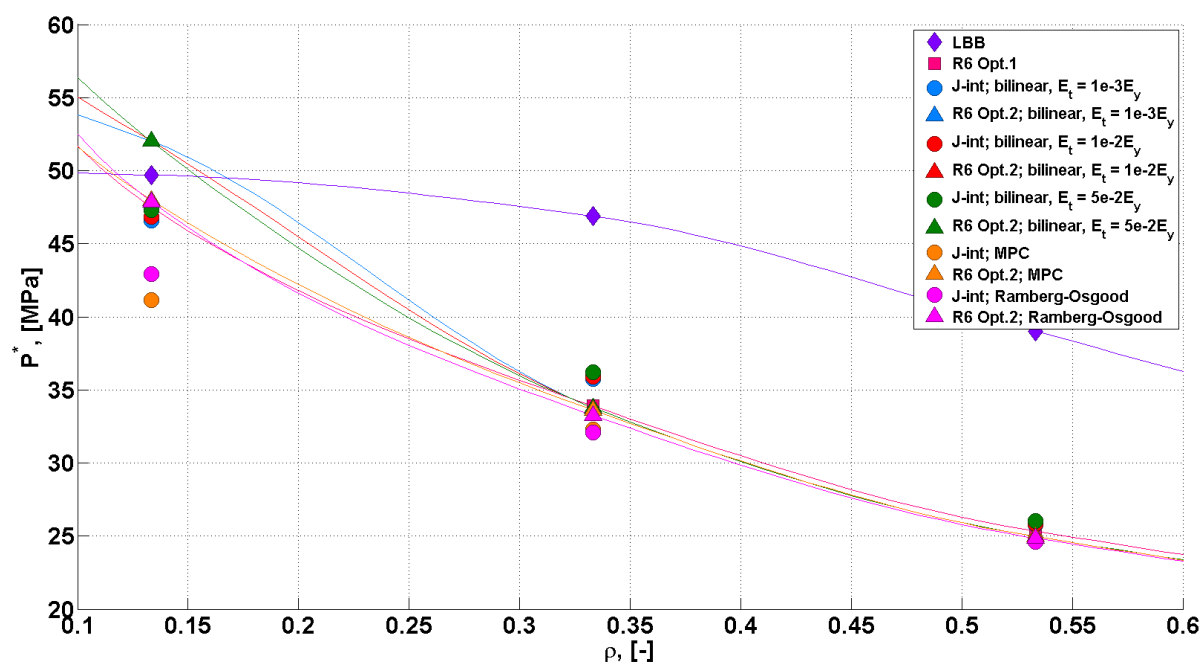


Рис. 6 – Зависимость величин предельного давления, вычисленных различными способами, от безразмерной длины трещины.
Значение вязкости разрушения $K_{IC} = 50 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$

Таблица 1 – Величины предельного давления, вычисленные различными способами

Критерий оценки предельного давления	Модель материала	Давление разрушения, МПа					
		Размеры трещины					
		2c = 20 мм a = 8 мм		2c = 50 мм a = 12 мм		2c = 80 мм a = 16 мм	
		K _{IC} =200 МПа√м	K _{IC} =50 МПа√м	K _{IC} =200 МПа√м	K _{IC} =50 МПа√м	K _{IC} =200 МПа√м	K _{IC} =50 МПа√м
Течь до разрушения (LBB)	—	49,70		46,89		39,01	
Двухпараметрическая диаграмма оценки разрушения (FAD) R6 Opt.1	—	69,91	47,51	59,92	33,90	52,11	25,33
Двухпараметрическая диаграмма оценки разрушения (FAD) R6 Opt.2	1. Билинейная, E _t =10 ⁻³ E _x	57,03	52,01	53,87	33,78	49,62	24,97
	2. Билинейная, E _t =10 ⁻² E _x	64,93	52,01	56,59	33,78	50,96	24,97
	3. Билинейная, E _t =5·10 ⁻² E _x	69,97	52,01	66,63	33,78	56,28	24,97
	4. MPC	65,43	47,98	57,80	33,61	50,97	24,96
	5. Ramberg – Osgood	69,97	47,98	64,46	33,25	55,17	24,85
Двухпараметрическая диаграмма оценки разрушения (FAD), вычисленная на основе J-интеграла (R6 Opt.3)	1. Билинейная, E _t =10 ⁻³ E _x	48,23	46,60	46,74	35,75	43,54	25,79
	2. Билинейная, E _t =10 ⁻² E _x	52,54	46,83	48,37	35,88	45,46	25,84
	3. Билинейная, E _t =5·10 ⁻² E _x	70,00	47,32	56,95	36,21	49,78	26,02
	4. MPC	52,69	41,16	47,72	32,27	43,34	24,78
	5. Ramberg – Osgood	62,85	42,91	53,90	32,08	47,31	24,61

Различие в определении величины разрушающего давления при низких значениях вязкости разрушения K_{IC} может оказать существенное влияние при расчете конструкций, работающих при значениях температур ниже переходной для конкретного материала (для некоторых сталей – 22K, 15X2MФА – значение переходной температуры хрупкого разрушения равно 40 °C), поэтому применение концепции «Leak before break» при выполнении расчетов такого рода может оказаться некорректным.

Экспериментальное подтверждение применимости подхода на основе J интеграла

В настоящей работе представлены результаты испытаний сварных прямошовных труб при наличии в них дефектов и областей коррозионного утонения.

Предпосылками к проведению такого рода испытаний послужили случаи глобального разрушения сварных прямошовных труб, а так же данные толщинометрии, показывающие наличие протяженных зон коррозионного утонения.

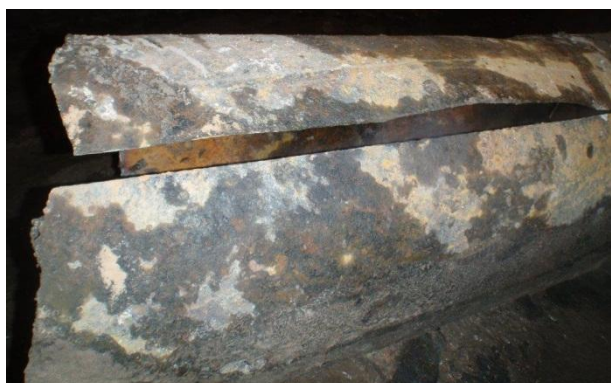


Рис. 7 – Разрушение трубы по сварному шву

Материал: 17Г1С
Труба 720х8 мм
 $p = 16$ атм.

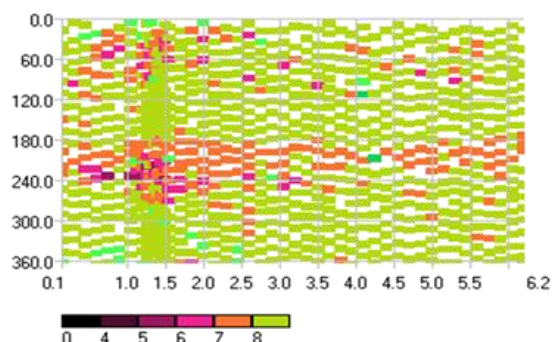
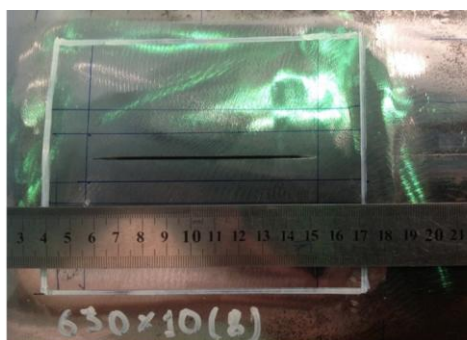


Рис. 8 – Карта толщинометрии трубы типоразмера 720×8 мм

В данной статье приведены результаты испытаний прямошовных сварных труб из стали 17Г1С типоразмера 630×10 мм, содержащую зону локального утонения глубиной 2 мм, имитирующую коррозионное утонение стенки, а так же дефект длиной 100 мм и глубиной 6,5 мм в этой зоне.



Прямошовная труба 630×10, установленная в испытательной камере и подготовленная к ГИ до разрушения



Надрез протяженностью 100 мм, нанесенный в зоне, имитирующей коррозионное утонение стенки на 20%

Рис. 9 – Проведение гидравлических испытаний до разрушения

Экспериментальным путём была уточнена кривая деформирования материала, примененная в последующем в расчетах.

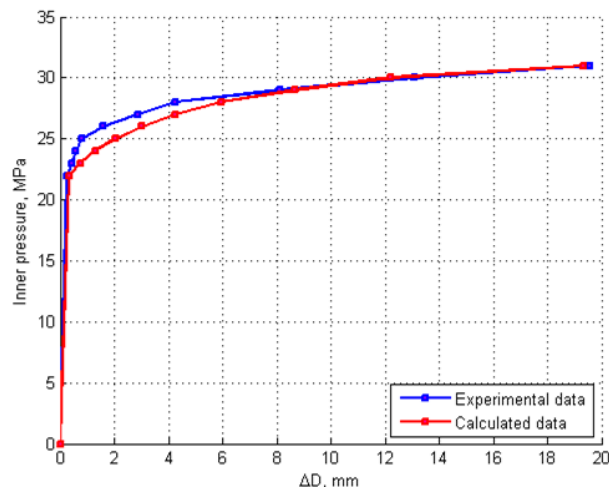
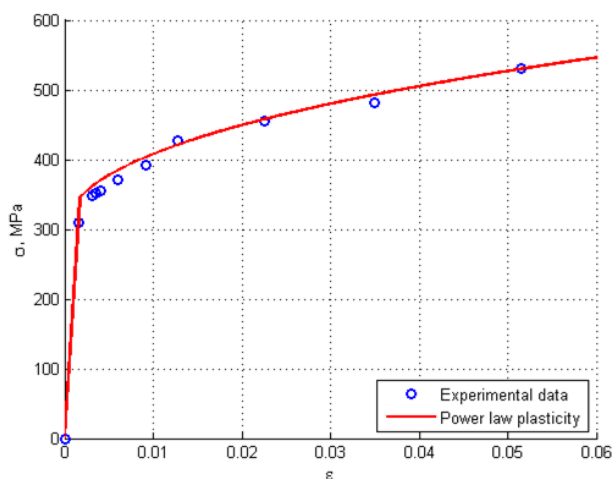


Рис. 10 – Экспериментальное определение кривой деформирования материала

В ходе проведения гидравлических испытаний, установлена величина давления разрушения, составившая 92 ± 2 атм.

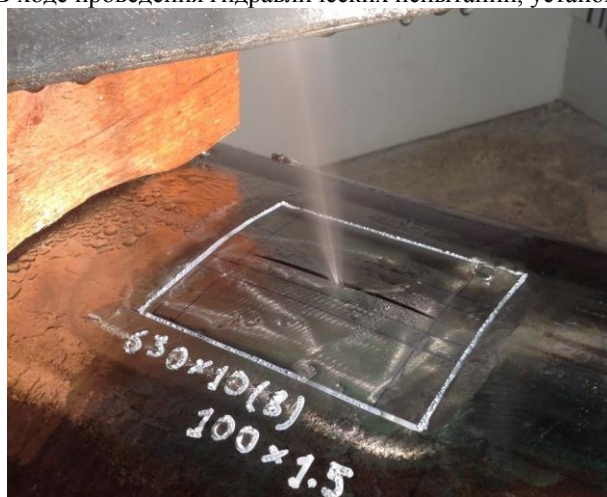


Рис. 11 – «Свищ» в трубе

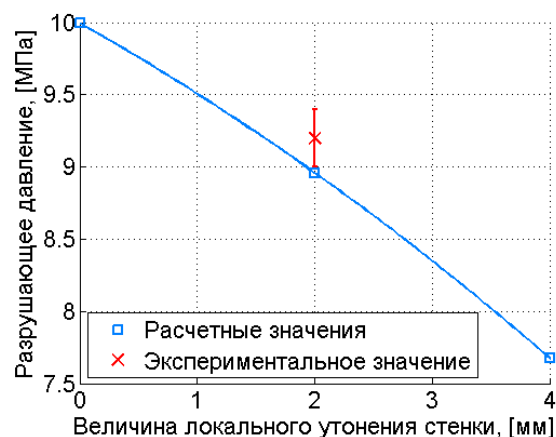


Рис. 12 – Зависимость давления разрушения от величины локального утонения стенки

Отклонение расчетного значения давления разрушения от величины, полученной в эксперименте, составило 3,5% (см. рис. 12).

Заключение

В данной работе на примере прямошовных сварных труб показана принципиальная возможность применения энергетического подхода, использующего двухпараметрическую диаграмму оценки разрушения, основанную на вычислении упругопластического J-интеграла.

Проведены оценки величины разрушающего давления для труб, содержащих дефекты.

Вычисления подтверждены натурными испытаниями.

Отклонение в определении величины разрушающего давления составило в указанном случае 3,5%, однако эта величина может колебаться. На неё влияют множество факторов, основными из которых являются:

- реальные размеры конструкции и дефекта
- разброс механических свойств основного металла и металла сварного соединения

Список литературы / References

1. Miller, A.G. "Review of limit loads of structures containing defects". The international Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol. 32, pp. 197 – 327. 1988
2. Milne, I., Ainsworth, R.A., Dowling, A.R., Stewart, A.T. "Assessment of the integrity of structures containing defects". The international Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol. 32, pp. 3 – 104. 1988
3. A.R.Dowling, C.H.A.Townley. – The effect of defects on structural failure: a two-criteria approach. International Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol.3, 1977, pp.77 – 137
4. R.P.Harrison, I.Milne. – Fracture mechanics in engineering practice. London, Applied science publishing Ltd., 1976, p.69
5. R.P.Harrison, K.Loosermore, I.Milne. Assessment of the integrity of structures containing defects. CEBG Report R/H/R6, 1976
6. R.P.Harrison, K.Loosermore, I.Milne. Assessment of the integrity of structures containing defects. CEBG Report R/H/R6 – Revision 1, 1977
7. R.P.Harrison, K.Loosermore, I.Milne, A.R.Dowling. Assessment of the integrity of structures containing defects. CEBG Report R/H/R6 – Revision 2, 1980
8. I.Milne, R.A.Ainsworth, A.R.Dowling, A.T.Stewart. Assessment of the integrity of structures containing defects. CEBG Report R/H/R6 – Revision 3, 1986. International Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol.32, 1988, pp.3 – 104
9. API 579-1/ASME FFS-1, 2007
10. Code ASME BPVC 2007. The American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990
11. RCC-MR Section 1 Subsection Z Appendix A16: Guide for leak before break analysis and defect assessment
12. EN 13445-3:2009. European committee of standardization, Avenue Marnix, B-1000, Bruxelles
13. EN 13445-3 Verification manual. Design by analysis. European committee of standardization, Avenue Marnix, B-1000, Bruxelles
14. Dillström, P., Bergman, M., Brickstad, B., Zang, W., Sattari-Far, I., Sund, G., Andersson, P., Dahlberg, L., Nilsson, F. "A combined deterministic and probabilistic procedure for safety assessment of components with cracks" (R6). 2004

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.197

Ильясов Б.Г.¹, Хуснутдинов Д.З.², Яруллин Ч.А.³¹Доктор технических наук, ²старший преподаватель, ³кандидат технических наук,
Уфимский государственный авиационный технический университет**СИНТЕЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ДВУХЗВЕННОГО
ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА «ВИТЯЗЬ» НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****Аннотация**

Разработана методика исследования, анализа и синтеза интеллектуальной системы автоматического управления движением двухзвеного гусеничного транспортера «Витязь», основанная на имитационной математической модели. Методика является эффективным средством проектирования систем управления с компенсацией возмущений, действующих на транспортер при движении. Так же в работе проведены некоторые результаты численных экспериментов, на основе, которых проверена адекватность и эффективность разработанной методики.

Ключевые слова: Транспортер «Витязь»; система автоматического управления движением; имитационное моделирование, методика исследования.

Pyasov B.G.¹, Khusnutdinov D.Z.², Yarullin C.A.²¹PhD in Engineering, ²senior lecturer, ³PhD in Engineering,
Ufa State Aviation Technical University**THE SYNTHESIS OF INTELLECTUAL SYSTEMS OF MOTION CONTROL OF TWO TRACK CRAWLER
TRANSPORTER "VITYAZ" ON THE BASIS OF SIMULATION MODELING****Abstract**

The developed methodology of research, analysis and synthesis of intellectual system of automatic control of the movement of the two crawler transporter "Vityaz" is based on imitation mathematical model. The technique is an effective means of designing control systems with compensation of disturbances acting on the conveyor when moving. Also the paper presents some results of numerical experiments on the basis of which tested the adequacy and effectiveness of the developed technique.

Keywords: Transporter «Vityaz», the system of automatic motion control, simulation, research methodology.

Двухзвенные гусеничные транспортеры (ДГТ) ОАО «МК «Витязь», предназначены для работы в особо тяжелых дорожно-климатических условиях Крайнего Севера, Заполярья и Антарктиды. Они используются для передвижения и перевозки грузов по заснеженной, болотистой, сильнопересеченной местности в экстремальных климатических условиях.[1]

Одним из направлений совершенствования ДГТ является разработка беспилотных машин. С данным направлением тесно связаны задачи исследования динамики и синтеза системы автоматического управления движением транспортера. Авторами ранее были опубликованы работы по исследованию вопросов управления транспортером. Разработаны методы исследования и синтеза гидрофицированного рулевого устройства, создана методика исследования динамики движения транспортера на плоскости [2,3,4]. Но движение реального объекта постоянно связано с возникновением возмущений, что обуславливает необходимость создания компенсационной системы. К тому же система управления должна быть многомерной и следящей.

Вопросы, касающиеся исследований проведенных в работе, хорошо отражены современными учеными [5,6]. Но имеющиеся разработки не подходят для рассматриваемого объекта.

Целью исследований является разработка нечеткой интеллектуальной системы управления движением транспортера как сложным объектом на основе математического имитационного моделирования и обоснование ее эффективности путем проведения численных экспериментов.

Структура исходной системы управления

Объект движения состоит из трех сепаратных подсистем и описывается тремя уравнениями (рис. 1). Два уравнения описывают возвратно-поступательное движение транспортера на плоскости, и одно уравнение описывает угловое положение транспортера. Таким образом, создание системы управления многомерным объектом можно свести к созданию двух следящих систем. Подсистема управления возвратно-поступательным движением транспортера – это, по сути, следящая система по скорости движения, так как при управлении величиной тяги гусениц, необходимо учитывать скорость движения машины.

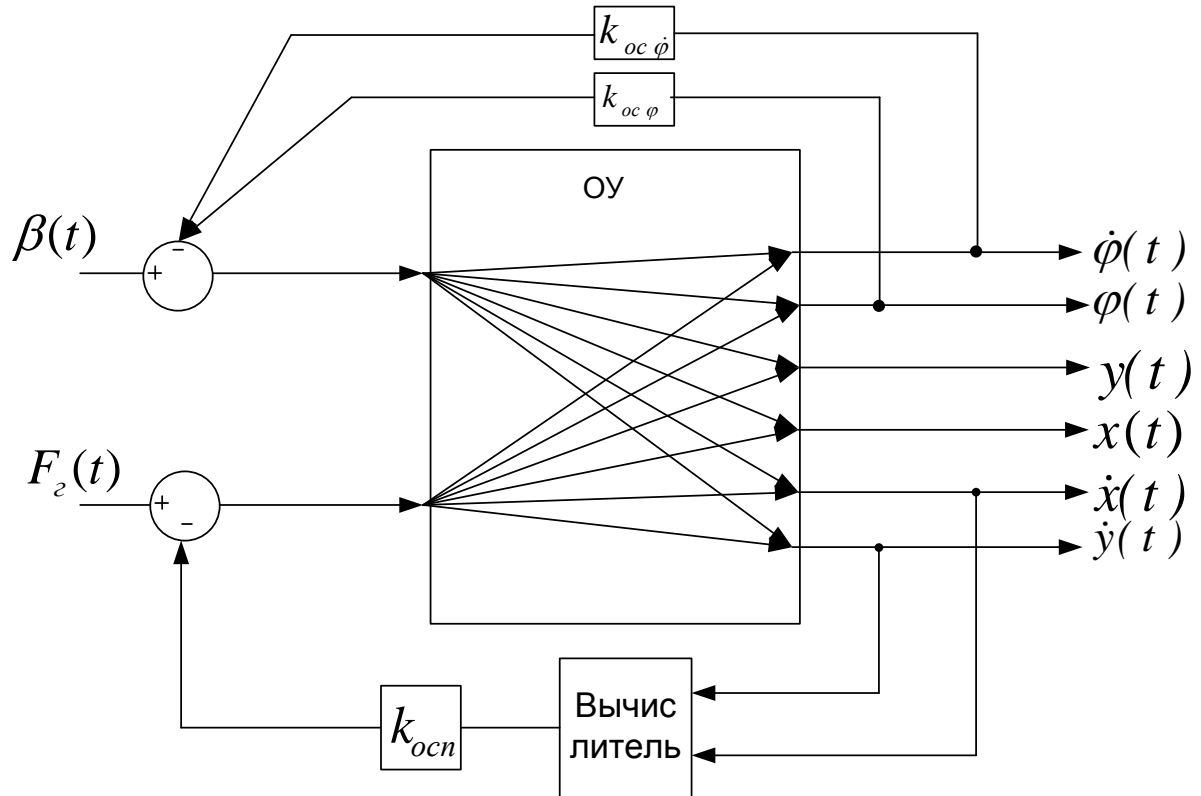


Рис. 1 – Структурная схема исходной системы управления

ОУ – объект управления, $\beta(t)$ – угловое положение рулевого колеса, $F_z(t)$ – сила тяги гусениц,

K_{ocn} – коэффициент обратной связи поступательного движения, $\varphi(t)$ – угловое положение транспортера относительно оси координат, $x(t)$ – выходная координата положения по оси x , $y(t)$ – выходная координата положения по оси y , K_{φ} – коэффициент обратной связи по угловому положению транспортера, $K_{\dot{\varphi}}$ – коэффициент обратной связи по скорости изменения углового положения транспортера

Вторая простая подсистема является системой управления по угловому положению транспортера, так как угол поворота транспортера должен быть пропорционален углу поворота рулевого колеса. Для обеспечения пропорциональности скорости поворота и скорости воздействия углового положения руля необходимо предусмотреть обратную связь по скорости. Таким образом, структура базовой системы управления представлена на рисунке (1).

Интеллектуальная система управления движением транспортера

Исходная система управления и ее адекватность обоснована авторами в работе [2].

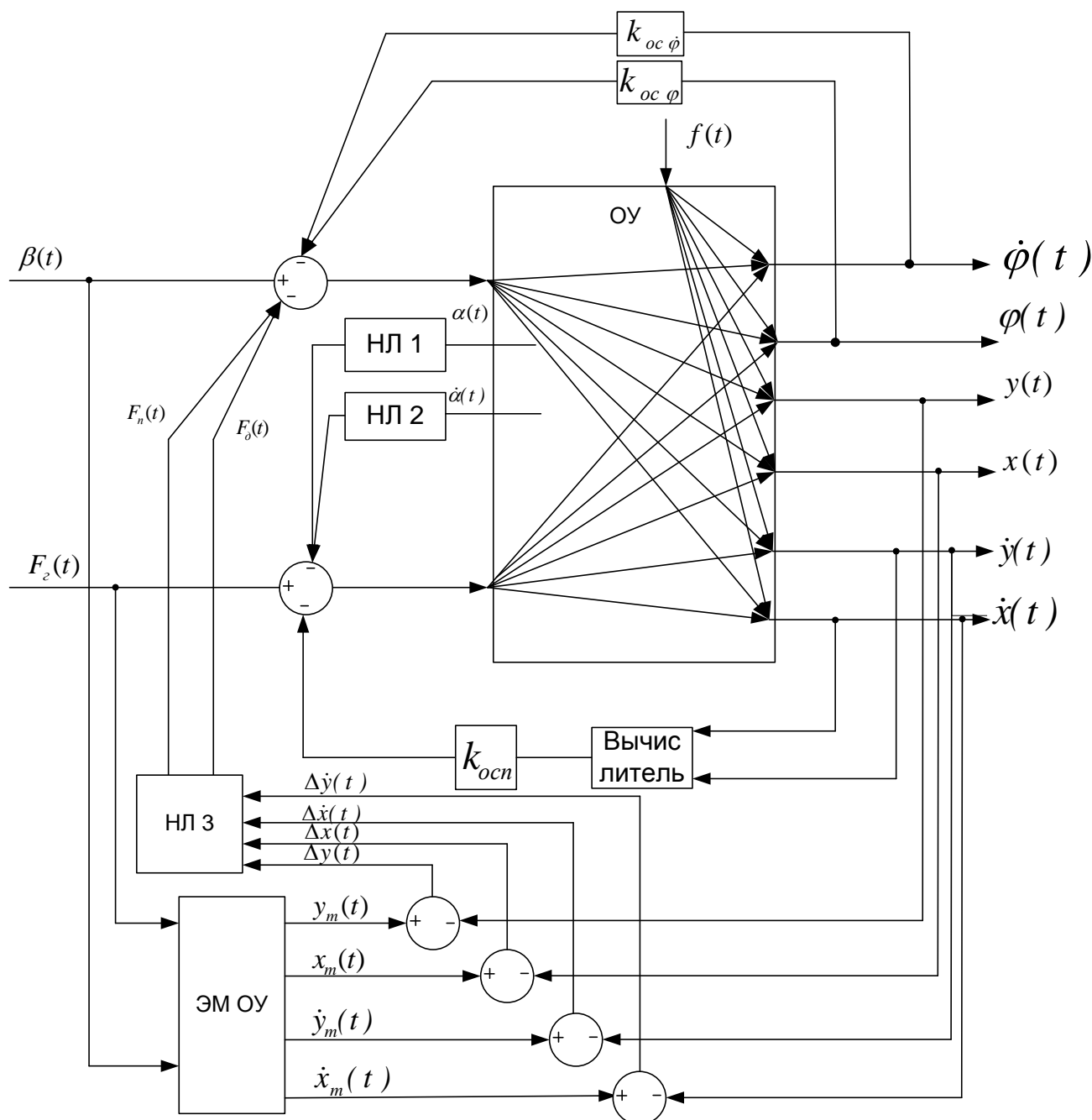


Рис. 2 – Система нечеткого управления

ЭМ ОУ – эталонная модель объекта управления, НЛ1, НЛ2 – блоки нечеткой логической связи между сепаратными подсистемами, НЛ3 – блок нечеткой логической системы компенсации возмущений, $\Delta x(t)$, $\Delta y(t)$ – координаты отклонения транспорта от заданной траектории, $y_m(t)$, $x_m(t)$ – координата транспорта, выдаваемые эталонной невозмущенной моделью

Из экспериментов с математической моделью следует, что для улучшения динамики транспорта в исходную систему управления требуется введение дополнительных перекрестных связей между тяговой силой гусениц транспортёра и углом между кинематическими звеньями транспорта при повороте. Такая связь создаст устойчивое движение машины в случаях ухудшения сцепления гусениц с грунтом при движении в болотистой местности, при преодолении водных преград. Схема системы управления представлена на рисунке 2.

При согласовании возвратно-поступательного и вращательного движения, водитель пользуется определенной логикой. При совершении поворотов водитель притормаживает, сбрасывая скорость. При этом данную логику можно легко смоделировать с помощью базы правил нечеткой логики.

На рисунке 2 блок НЛ1 является блоком, реализующим нечеткую логическую связь между углом поворота транспорта и силой обратной связи $F_{ocn}(t)$. Водитель – эксперт также при управлении руководствуется значением скорости поворота при управлении скоростью поступательного движения. Поэтому блок НЛ2 определяет силу обратной связи в зависимости от скорости поворота.

Логика компенсационного управления транспортом при действии на него внешних возмущающих сил заключается в компенсации отклонений транспорта за счет корректировки углового положения рулевого колеса.

При этом водитель при принятии решения исходит из информации о разнице заданной траектории и фактического местоположения транспортера. В качестве заданной траектории в работе выбрана траектория, выдаваемая эталонной невозмущенной моделью. Нечеткая логическая система НЛЗ на рисунке 2 сравнивает эталонные и реальные кривые и выполняет коррекцию углового положения рулевого задающего сигнала $\beta(t)$ в автоматическом режиме.

Анализ эффективности логической системы управления на основе численных экспериментов

Вид входного сигнала действующего на систему по каналу угла поворота руля $\beta(t)$ представлен на рис 3. В экспериментах имитируется случай с двумя циклами поворота руля. При этом цель рулевого воздействия заключается в перестройке на соседнюю полосу движения транспортера. В рамках данной статьи приводятся две серии экспериментов. Первая серия экспериментов касается обоснования необходимости обратной связи между сепаратными подсистемами (рис. 4-6). При увеличении силы тяги гусениц как следствие увеличивается скорость движения транспортера. При увеличении скорости транспортера появляется его боковой занос $y(t)$ рис.4. Факт заноса подтверждает увеличение радиуса поворота на кривой траектории. При включении обратной интеллектуальной связи между сепаратными подсистемами радиусы поворотов уменьшаются, т.е уменьшается занос $y(t)$. Но при этом снижается скорость движения транспортера, так как сбрасывается при поворотах. По семейству кривых видно, что коэффициент $K_{ил}$ интеллектуальной обратной связи позволяет управлять углом поворота и величиной бокового заноса при заданной силе тяги гусениц.

На рисунках 5-7 представлены результаты экспериментов для анализа эффективности интеллектуальной нечеткой системы на основе эталонной модели как системы компенсации возмущающих воздействий.

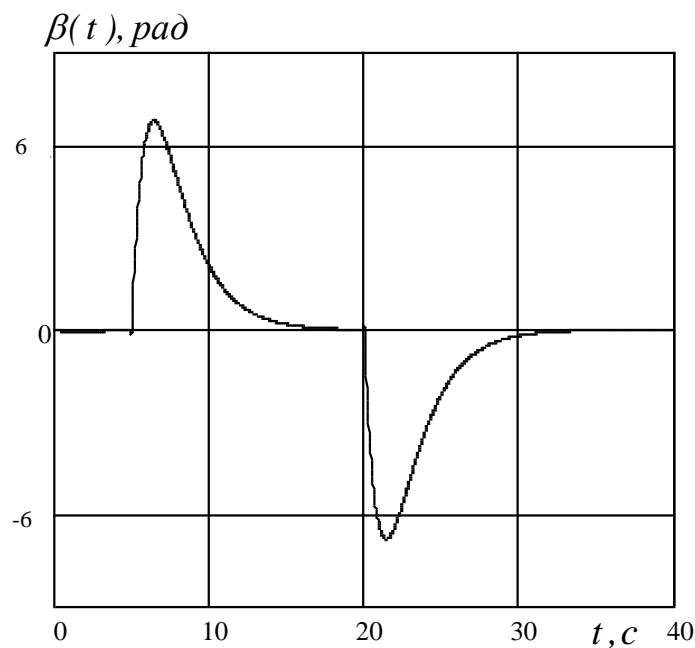


Рис. 3 – Вид входного сигнала

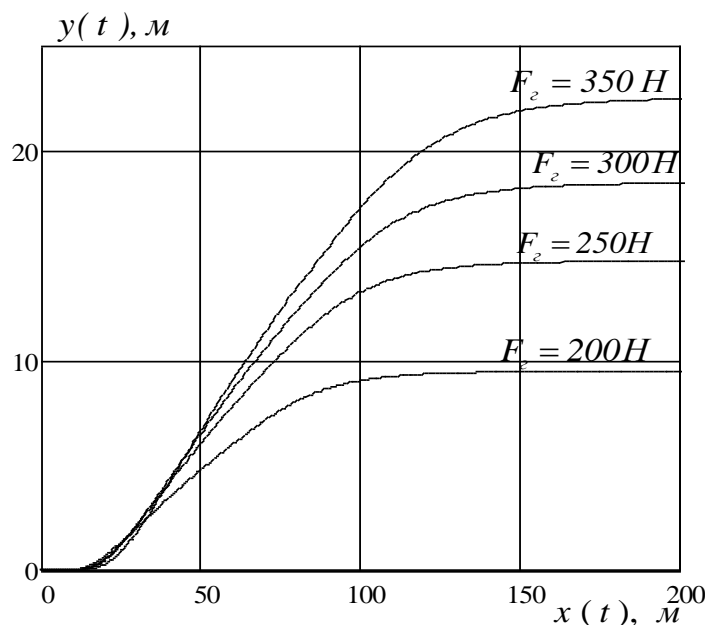


Рис. 4 – Траектория движения транспортера при выключенной обратной связи между сепаратными подсистемами

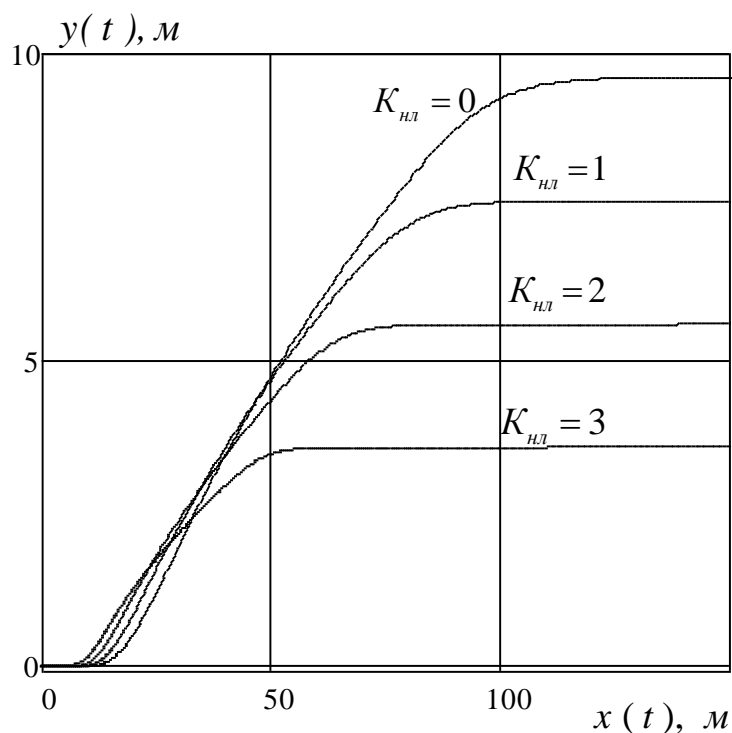


Рис. 5 – Траектория транспортера при $F_r = 200H$ и при различных коэффициентах обратной связи K_{nl}

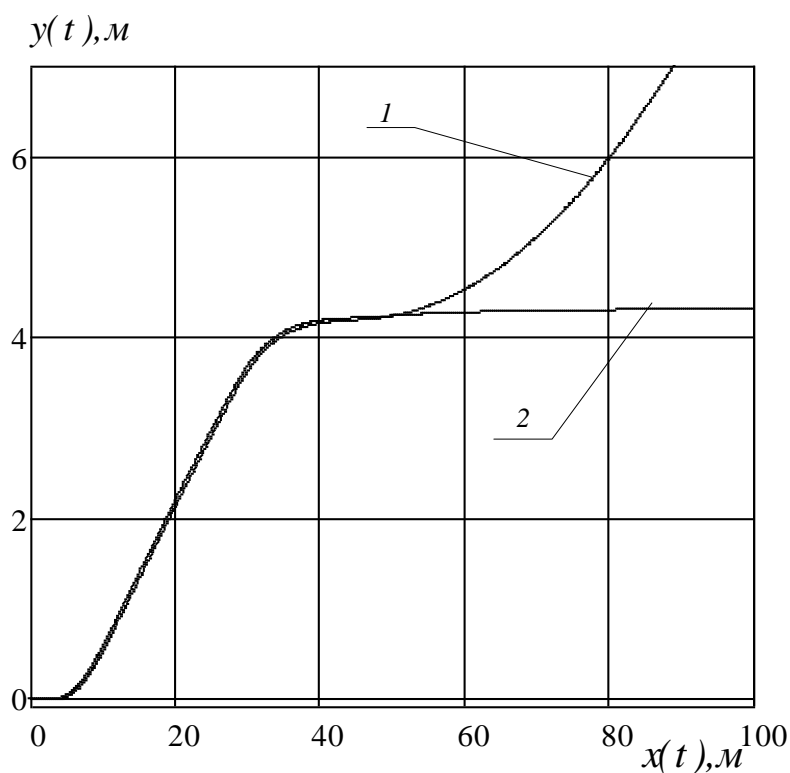


Рис. 6 – Траектория транспортера при воздействии возмущений

При этом возмущения в уравнениях выражены в виде ступенчатой функции. Ступенчатые функции имитируют, например, обрыв гусениц, пробуксовки и влияние силы течения при преодолении водных преград. Эти возмущения стремятся увести транспортер от заданной траектории. При имитационном моделировании ступенчатые возмущения во всех трех уравнениях движения транспортера включаются на тридцатой секунде.

Кривые (1) в рисунках 5-7 соответствуют возмущенной системе с выключенным контуром логического управления, а кривые (2) соответствуют возмущенной системе с включенным контуром интеллектуального логического управления.

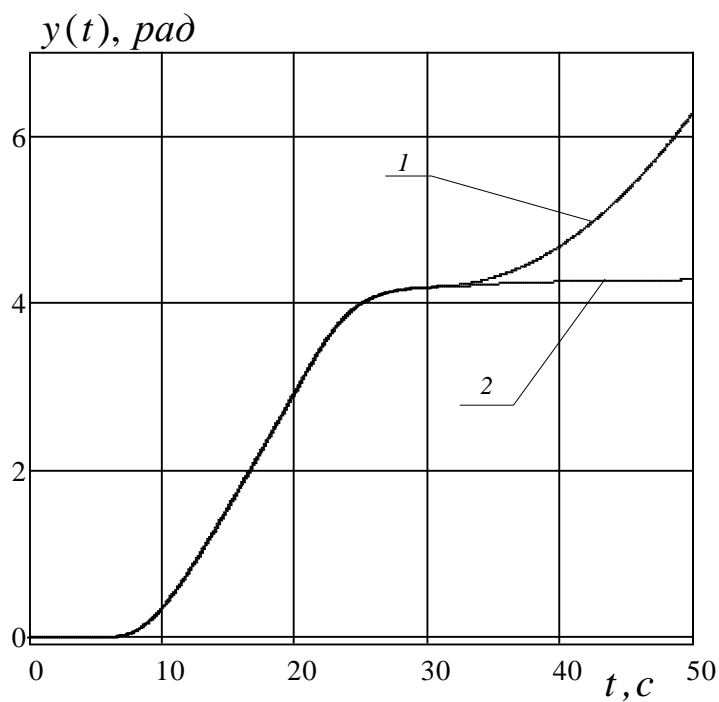


Рис. 7 – Перемещение транспортера по оси y

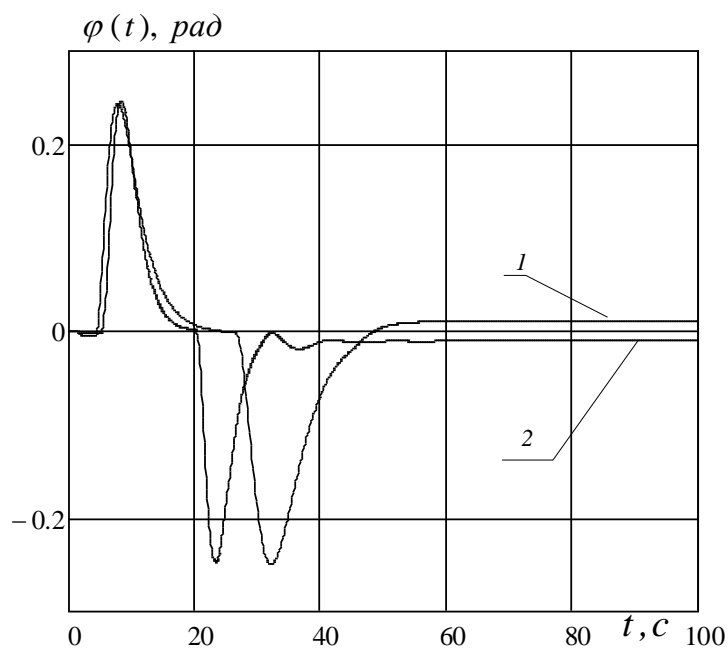


Рис. 8 – Угловое положение транспортера относительно осей координат

При воздействии описанных выше сил возмущения, водитель компенсирует данное возмущение некоторым углом складывания между звеньями, которая пропорциональна величине возмущения. Таким образом, интеллектуальная логическая система управления выполняет компенсацию возмущения дополнительным углом транспортера $\varphi(t)$ (рис. 8, кривая 2).

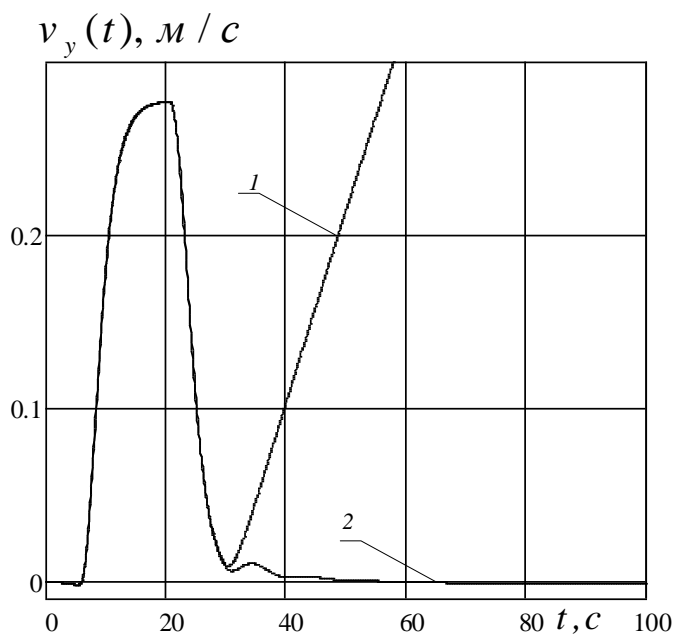


Рис. 9 – Скорость транспортера по оси y

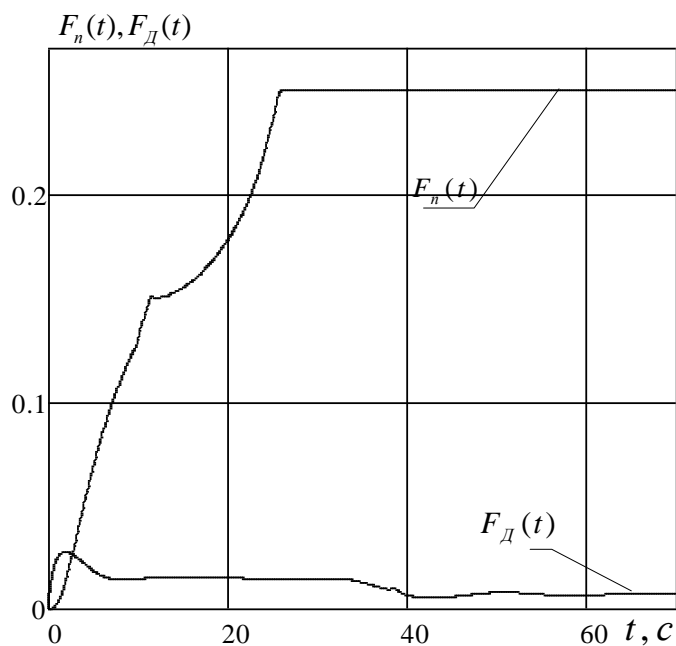


Рис. 10 – Корректирующие кривые пропорционального и дифференциального каналов управления

На рисунке 10 показаны изменения корректирующих сил $F_n(t)$ и $F_d(t)$ обратной связи сформированных на основе логической обработки НЛ 3 отклонений параметров движения возмущенного реального объекта от его эталонной невозмущенной модели.

Заключение

Применение интеллектуальной системы на основе нечеткой логики позволяет улучшить динамику движения двухзвенного гусеничного транспортера в условиях слабого сцепления гусениц с грунтом и ликвидировать статические ошибки при действии внешних возмущений.

Список литературы / References

1. Ильин А.И., Целищев В.А., Пугин А.М., Хуснутдинов Д.З., Яруллин Ч.А., Сайфеев Т.Р., Сравнительный анализ нелинейностей математической модели рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» с гидравлической обратной связью // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 4 (56). С. 167–176. 86-90.
2. Ильин А. И., Сайфеев Т. Р., Целищев В. А., Хуснутдинов Д. З., Яруллин Ч. А. Математическое моделирование рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» с гидравлической обратной связью // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, №1 (54). С. 73–78.
3. Ильясов Б. Г., Хуснутдинов Д. З., Яруллин Ч. А. Метод получения имитационных моделей движения двухзвенных гусеничных транспортеров «Витязь» // Вестник УГАТУ. 2016. Т. 20, №1 (71). С. 20–25.

4. Хуснутдинов Д.З., Султанов Р.Г., Яруллин Ч.А., Ильин А.И., Сайфеев Т.Р. Анализ эффективности автоматического демпфирующего устройства гидропривода рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» // Нефтегазовое дело. 2014. № 12-1. С. 149-153.
5. Яцун С.Ф., Чжо Пью Вей, Мальчиков А.В., Тарасова Е.С., Математическое моделирование мобильного гусеничного робота, Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – №1 (34). – С.10-17.
6. Шариков Н.В., Моделирование управляемого движения манипулятора, Известия ТулГУ. Технические науки, 2013, №9, часть 1,

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Il'in A.I., Celishhev V.A., Pugin A.M., Husnutdinov D.Z., Jarullin Ch.A., Sajfeev T.R., Sravnitel'nyj analiz nelinejnostej matematicheskoj modeli rulevogo mehanizma dvuhzvennogo transportera «Vityaz» s gidravlicheskoj obratnoj svyaz'ju [The comparative analysis of nonlinearities of a mathematical model of the steering mechanism of two track crawler transporter "Vityaz" with hydraulic feedback] // Vestnik UGATU [Ufa State Aviation Technical University Bulletin]. – 2013. – V. 17. – № 4 (56). – P. 167–176.
2. Il'in A.I., Sajfeev T.R., Celishhev V.A., Husnutdinov D.Z., Jarullin Ch.A. Matematicheskoe modelirovanie rulevogo mehanizma dvuhzvennogo transportera «Vityaz» s gidravlicheskoj obratnoj svyaz'ju [Mathematical modeling of the steering mechanism of two track crawler transporter "Vityaz" with hydraulic feedback] // Vestnik UGATU [Ufa State Aviation Technical University Bulletin]. – 2013. – V. 17. – №1 (54). – P. 73–78.
3. Il'jasov B.G., Husnutdinov D.Z., Jarullin Ch.A. Metod polucheniya imitacionnyh modelej dvizheniya dvuhzvennyh gusenichnyh transporterov «Vityaz» [Method of receiving simulation models of movement of two track crawler transporter "Vityaz"] // Vestnik UGATU [Ufa State Aviation Technical University Bulletin]. – 2016. – V. 20. – № 1 (71). – P. 20–25.
4. Husnutdinov D.Z., Sultanov R.G., Jarullin Ch.A., Il'in A.I., Sajfeev T.R. Analiz jeffektivnosti avtomaticheskogo dempfirujushhego ustrojstva gidroprivoda rulevogo mehanizma dvuhzvennogo transportera «Vityaz» [The analysis of efficiency of the automatic damping hydraulic actuator device of the steering mechanism of two track crawler transporter "Vityaz"] // Neftegazovoe delo [Oil and gas business]. – 2014. – № 12-1. – P. 149-153.
5. Jacun S.F., Chzho P'o Vej, Mal'chikov A.V., Tarasova E.S. Matematicheskoe modelirovanie mobil'nogo gusenichnogo robota [Mathematical modeling of the mobile caterpillar robot] // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of the Southwest State University]. – 2011. – № 1 (34). – P.10-17.
6. Sharikov N.V. Modelirovanie upravljajemogo dvizheniya manipuljatora [Modeling of controlled movement of the pointing device] // Izvestija TulGU. Tehniceskie nauki [Proceedings of Tula State University. Technical Sciences]. – 2013 – № 9. – P 1.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.116

Калимуллин А.Т.¹, Лесков И.А.², Темников Е.А.³, Грабовецкая К.А.⁴

¹Аспирант, ассистент кафедры Электроснабжение промышленных предприятий,

²студент, Энергетический факультет, ³студент, Энергетический факультет,

Омский Государственный Технический Университет

АНАЛИЗ СУТОЧНОГО ГРАФИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ЖИЛОГО ДОМА. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРА И КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Аннотация

В статье рассмотрены такие актуальные вопросы, как анализ суточного графика электрической нагрузки, расчет потерь электроэнергии трансформатора и питающей многоквартирный дом кабельной линии и экономическое обоснование замены, в случае необходимости, данного трансформатора и кабельной линии. Ведь неравномерность электропотребления, а так же недогруженность трансформатора приводит к большим потерям холостого хода, что в свою очередь вызывает излишние потери не только в самом трансформаторе, но и во всей системе питания и большие экономические убытки для электроснабжающей компании.

Ключевые слова: суточный график нагрузок, кабельная линия, потери электроэнергии, время окупаемости.

Kalimullin A.T.¹, Leskov I.A.², Temnikov E.A.³, Grabovetskaya K.A.⁴

¹Postgraduate, assistant of the department of power supply for industrial enterprises, ²student, Energy Department,

³student, Energy Department, Omsk State Technical University

ANALYSIS OF THE DAILY SCHEDULE OF ELECTRIC LOAD OF A HOUSE. CALCULATION OF ELECTRIC POWER LOSS FOR TRANSFORMER AND CABLE LINES

Abstract

The article deals with topical issues such as the analysis of the daily schedule of electric load, the calculation of the loss of the transformer and power supply house cabling and economic substantiation of the replacement, if necessary, of the transformer and the cable line. After all, the unevenness of power consumption, as well as the underloaded transformers leads to great losses of idling, which in turn causes excessive losses not only in the transformer, but in the whole power system and large economic losses for the power supply company.

Keywords: daily schedule loads, cable line, the loss of electricity, the payback time.

For three-phase electricity meter readings (Table. 1) mounted on the input block of flats, the daily schedule of an electrical load of the building depicted in Figure 1. From the resulting graph shows that power consumption is uneven, consequently, the transformer and the power supply cable line losses occur. The calculation of the loss of data, and economic rationale replacement, if necessary, the transformer and the cable line.

Table 1 – Electricity meter reading

Time measurement, h	0	4	8	12	16	20	24
Meter reading, kW·h	2210,3	2213,7	2218,2	2227,1	2233,8	2246,3	2255,1

Initial data for the transformer and cable lines are shown in Table 2.

Table 2 – Initial data transformer and the cable line

Transformer TM-630/10	$S_{\text{ном.тр}}, \text{kV}\cdot\text{A}$	$\cos\varphi$	$\Delta P_x, \text{kVt}$	$\Delta P_{\text{кз}}, \text{kVt}$	$U_k, \%$	$I_x, \%$
	630	0,9	1,56	7,6	5,5	2
Cable line АББГ-4х95	L, m			$R_0, \text{Om/km}$		
	60			0,32		

The daily schedule of an apartment house load is shown in Figure 1, six 4 - hour intervals averaging. The average power at each j-th interval based on the scale factor determined by the formula [1]

$$P_j = \frac{W_{j+1} - W_j}{\Delta t} \times k_{\Pi}. \quad (1)$$

Daily charts show the change in load during the day. They build on the meter readings of active and reactive power every hour or every half hour (to detect a half-hour peak load).

In the design using typical daily schedules are typical for this type of production, in which the daily maximum load is taken as unity or 100%, and the remaining load expressed as a decimal or a percentage. To build a specific daily schedule is necessary to know the maximum load, and have a typical daily schedule.

For daily schedules of active and reactive loads are characterized by the following values: maximum active (reactive) load per day P_m (Q_m) kW (kvar), the most active load in the most loaded changing P_m kW consumption of active (reactive) energy per day W_{cut} (V_{cut}), kWh (kvar-h), consumption of active (reactive) power for the most loaded shift W_{cm} (V_{cm}), kWh (kvar-h).

To determine the power consumption accounted transformer universal counter for any amount of time necessary difference in the readings taken at the beginning and end of this period, multiplied by a conversion factor.

Conversion k_{Π} factor determined by the formula [2]

$$k_{\Pi} = K_I \times K_U, \quad (2)$$

where K_I - transformation ratio of current transformers;

K_U - ratio voltage transformer.

According to the requirements of GOST removable shields these counters must be the inscription "current transformer", "voltage transformer", "K" next to that subscriber are put ratio and conversion factor.

Conversion factor equal to the counter 40 (including through current transformers with transformation ratio 200/5).

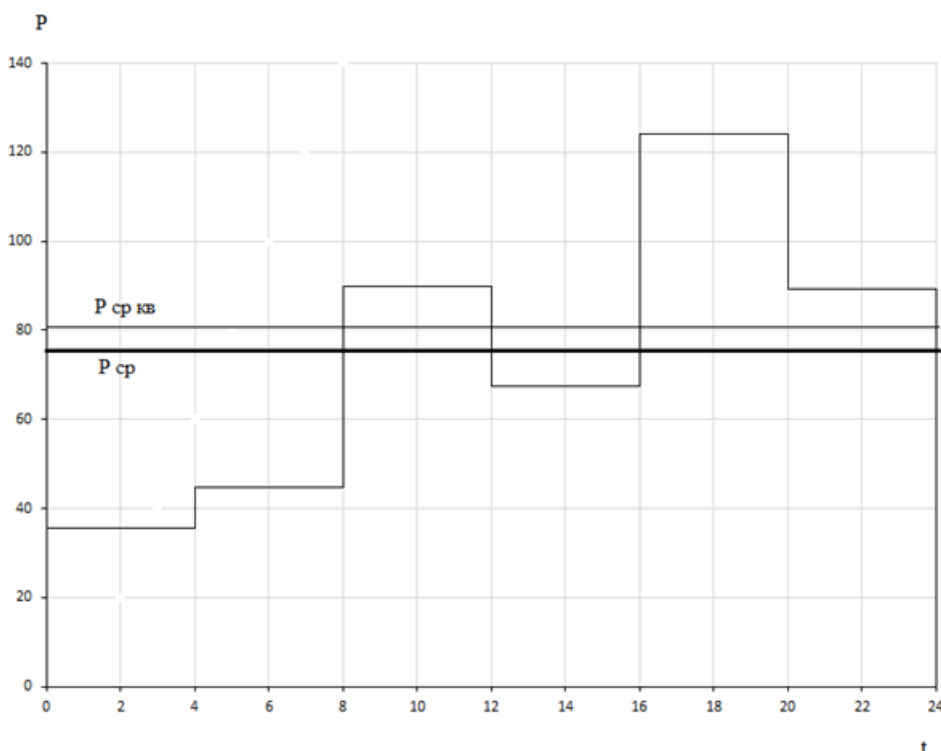


Fig. 1 – The daily schedule of the apartment building load

The electricity consumed by the house for the day, by the difference between the first and the last counter readings of EE given conversion factor (transformation ratio) [1]

$$W = (W_6 - W_1) \times k_{II} = (2255.1 - 2210.3) \times 40 = 1792 \text{ kVt} \cdot \text{h}, \quad (3)$$

or directly by summing the power schedule of electric load [1]

$$W = \Delta t \sum_{j=1}^6 P_j = 4 \times (34 + 45 + 89 + 67 + 125 + 88) = 1792 \text{ kVt} \cdot \text{h}. \quad (4)$$

We define indicators characterizing uneven electricity. Time use maximum [1]

$$T_{\max} = \frac{W}{P_{\max}} = \frac{1792}{125} = 14.34 \text{ h}. \quad (5)$$

The value of the average load [1]

$$P_{\text{cp}} = \frac{W}{T} = \frac{1792}{24} = 74.6 \text{ kVt}, \quad (6)$$

and RMS power [1]

$$P_{\text{cp.кв.}} = \sqrt{\frac{\Delta t}{T} \sum_{j=1}^6 P_j^2} = \sqrt{\frac{4}{24} (34^2 + 45^2 + 89^2 + 67^2 + 125^2 + 88^2)} = 80.58 \text{ kVt}, \quad (7)$$

allows you to define the schedule form factor [1]

$$k_{\phi} = \frac{P_{\text{cp.кв.}}}{P_{\text{cp}}} = \frac{80.58}{74.6} = 1.08, \quad (8)$$

and the duty ratio of the daily schedule [1]

$$k_3 = \frac{P_{\text{cp}}}{P_{\max}} = \frac{74.6}{125} = 0.597 \quad (9)$$

The value of the latter can also be determined by using the peak load time [1]

$$k_3 = \frac{T_{\max}}{T} = \frac{14.34}{24} = 0.597 \quad (10)$$

Irregularity ratio of electricity [1]

$$k_{\text{np}} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{34}{125} = 0.272 \quad (11)$$

These figures reflect a significant ripple and low power consumption density in the apartment building during the day. The calculated energy loss in the transformer brands TM-630/10 and CL ABBГ-4x95 are summarized in Table 3.

Table 3 – The calculated value of the transformer and the mains cable line

Transformer TM-630/10	RMS power load, kVA	89,5
	The load factor of the transformer	0,142
	The number of hours of use maximum, h	5247
	The greatest losses time, h	3696
	The losses of active energy in the transformer during the year, kVt·h	14269
CL ABBГ- 4x95	Total cable resistance, Om	0,0192
	Rated current per hour maximum power grid, A	136
	Losses of electricity in the year cable, kVt·h	3938

The calculation and feasibility study of the transformer replacement TM-630/10, installed on the substation ТП-1 transformer less power TM-160/10.

After analyzing the graph of electrical loads determined that the rms power of the transformer TM-630/10/0,4 on ТП-1 is 89,5 kV·A.

Consequently, the load factor of the transformer [3]

$$K_{3T} = \frac{S_{\text{cp.кв.}}}{S_{\text{T.HOM}}} = \frac{89.5}{630} = 0,142. \quad (12)$$

This shows that the transformer is actually underloaded, leading to large losses of idling.

The loss of electrical energy in the transformer 630 kV·A comprise

$$\Delta W_{\text{тп1}} = 14269 \text{ kVt}\cdot\text{h/year},$$

that in terms of money at the cost of 1 kW·h of electricity 3.32 RUB (for Omsk at the time of 06.25.16) will be [3]

$$Q_1 = C_T \times \Delta W_{\text{тп1}} = 3.32 \times 14269 = 47373.1 \text{ rub./year} \quad (13)$$

Energy losses in the transformer TM-160/10/0,4 are given in Table 4.

Table 4 – The calculated values for the energy loss in the transformer TM-160/10

Transformer TM-160/10	RMS power load, kVA	89,5
	The load factor of the transformer	0,56
	The greatest losses time, h	3696
	The losses of active energy in the transformer during the year, kVt·h	8035

Note: Value obtained losses in the transformer TM-160/10/0.4 of [3]

$$Q_2 = C_T \times \Delta W_{\text{тп2}} = 3.32 \times 8035 = 26674.5 \text{ rub./year} \quad (14)$$

It is necessary to determine the cost of installation work on the replacement of the transformer. Conventionally, we assume that it is an average of 30% of the cost of the transformer. The cost of the transformer TM-160/10 is 114.45 thousand. rub. Hence installation costs amount to

$3_1 = 0,3 \cdot 114,45 = 34,33$ thousand. rub. – the construction costs;

$3_2 = 114,45$ thousand. rub. – transformer cost;

The residual value of the replaced transformer (transformer cost of sales used adjusted for depreciation) of 30 % of the cost of new transformer of the same power.

$K = 0,3 \cdot 289,38 = 86,81$ thousand. rub. – liquidation value of the replaced transformer.

Payback time with the liquidation value of the replaced transformer

$$T_{\text{ок}} = \frac{3_1 + 3_2 - K}{Q_{\text{тп1}} - Q_{\text{тп2}}} = \frac{34,330 + 114,450 - 86,810}{47,373 - 26,675} = 3 \text{ year} \quad (15)$$

We manufacture replacement АББГ-4х95 cable on the cable of larger cross section АББГ-4х120.

Total cable resistance for a given length of 0.0152 ohms.

A loss in the cable for the year amounted to 3113 kW·h. loss cost

$$Q_{\text{кл1}} = C_T \times \Delta W_{\text{кл1}} = 3.32 \times 3938 = 13074 \text{ rub./year} \quad (16)$$

$$Q_{\text{кл2}} = C_T \times \Delta W_{\text{кл2}} = 3.32 \times 3113 = 10335 \text{ rub./year} \quad (17)$$

$3_1 = 300 \cdot 60 = 18$ thousand. rub. – installation costs (cost 250-300 rub./m. to Omsk);

$3_2 = 400 \cdot 60 = 24$ thousand. rub. – cable costs;

Time payback cable replacement

$$T_{\text{ок}} = \frac{3_1 + 3_2}{Q_{\text{кл1}} - Q_{\text{кл2}}} = \frac{18 + 24}{13 - 10} = 14 \text{ year} \quad (18)$$

Conclusion.

Payback time of up to 6 years old is considered to be acceptable for the implementation of measures for replacement of equipment [4]. Since the basis of the result of the calculation, the replacement of the transformer TM - 630/10 by the transformer less power, payback time was 3 years, therefore, the calculation is made correctly and the event of replacement of the transformer is acceptable for implementation. In addition, the increase in electricity tariffs to further reduce the payback period over the years.

It should also be noted that the operation of transformers at idle or close to it causes excessive loss not only in the transformer, and power throughout the system because of low power factor at idling transformer. However, the results obtained with respect to the replacement of the cable line is not suitable for implementation of activities, as Payback time was 14 years, which is very much.

Список литературы / References

1. Calculation of electrical loads, the choice of the main circuit equipment of objects of power supply systems: Proc. Benefit / V.C. Grunin, V.F. Nebuskin, V.K. Fedorov, A.D. Ernst; Under the total. Ed. V.C. Grunina. Ed. 2 - ie, Corr. and ext. Omsk: Publishing - in OmGTU. - 2005. P. 144.
2. Meter reading - service induction meters and metering in electrical circuits / [Electronic resource] - Access mode - URL: http://forca.ru/knigi/uchet/obslyuzhivanie-indukcionnyh-schetchikov-i-cepei-ucheta-v-elektroustanovkah_9.html (date of the application: 26.09.2016).
3. Electrical devices and electrical systems: Reference: 2 / V.L. Vyazigin, V.N. Goryunov, V.K. Grunin (Sec Ed.) And others Omsk Univ. OmGTU. - 2004.
4. Guide to the design of electrical networks / D.L. Faibisovich. - M.: - in NTs ENAS. - 2005.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.043

Козлов Д.Ю.

Национальный Исследовательский Технологический Университет «МИСиС»

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ КАК СПОСОБ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Аннотация

Работа по превентивному предотвращению происшествий и связанных с ними потерь, выявление ранних симптомов возможных аварий являются одним из основных направлений развития систем управления охраной труда и промышленной безопасностью. Для эффективной работы в данной области требуются современные системы, построенные на принципах интегрированного управления техническими рисками и человеческим фактором, учитывающие особенности быстрого развития технологий, усложнения способов взаимодействия человека с технологическим процессом. В данной работе представлено развернутое описание принципов, которыми следует руководствоваться при проведении анализа безопасности работ. Рассмотрены вопросы анализа безопасности работ, с точки зрения взаимодействия человека с технологическим процессом.

Ключевые слова: безопасность, взаимодействие, технологический процесс, матрица.

Kozlov D.Yu.

National Research Technological University "MISIS"

THE ANALYSIS OF WORK SAFETY AS A WAY OF HUMAN INTERACTION WITH TECHNOLOGICAL PROCESS

Abstract

Focus to prevent incidents and associated losses, identification of early symptoms of possible incidents is one of the main goals for safety and industrial safety management systems development. For effective work in this area companies are seeking for modern systems based on principles of integrated technical risk management and human factor management, especially considering the rapid development of technology, complexity of human interaction with the process. This paper presents a detailed description of the principles to be followed in the job safety analysis. The problems of job safety analysis from the point of view of human interaction with the process were considered.

Keywords: safety, behavior safety, technological process, risk matrix.

Вместо вступления

Работа по превентивному предотвращению происшествий и связанных с ними потерь, выявление ранних симптомов возможных аварий являются одним из основных направлений развития систем управления охраной труда и промышленной безопасностью. Для эффективной работы в данной области требуются современные системы, построенные на принципах интегрированного управления техническими рисками и человеческим фактором, учитывающие особенности быстрого развития технологий, усложнения способов взаимодействия человека с технологическим процессом [1].

Для более глубоко понимания представленной темы предлагаем познакомиться с Системой минимизации потерь (СМП) [2], а также с одним из элементов СМП – Анализом безопасности работ (АБР). В названных выше материалах дано обоснование и описание подходов в учете поведенческих факторов при выработке основных принципов, этапов и формы проведения АБР.

В этом материале мы представим развернутое описание принципов, которыми следует руководствоваться при проведении АБР, этапов и стандартизированную форму его составления.

Процедура АБР

АБР представляет собой простую процедуру, предусматривающую структурирование работ на конкретные этапы, выявление факторов риска по каждому из этапов работы, составление в письменном виде правил безопасного производства работ, дальнейшую оценку риска с разработкой организационных и технических мероприятий по минимизации риска.

Анализ безопасности работ состоит из следующих этапов:

1. Определение работ для составления анализа.
2. Выбор квалифицированного персонала.
3. Разработка АБР – составление перечня этапов работ, выявление факторов риска, разработка рекомендаций для их устранения и минимизации.
4. Проверка и подтверждение результатов.
5. Ознакомление с АБР всех сотрудников, занятых на выполнении указанных работ.
6. Ежедневное использование АБР при выполнении работ.
7. Регулярное внесение изменений и улучшений.

На любом крупном предприятии в соответствии с законодательством разрабатываются регламентирующие документы, включая инструкции по охране труда, планы производства работ, технологические карты. Их целью является проработка, документирование и доведение до работников правил и приемов выполнения работ, включая, безусловно, обеспечение безопасности. Однако такое нагромождение правил и инструкций скорее направлено на формальную защиту интересов работодателя в случае происшествия, т.к. работник своей подписью соглашается с условиями исполнения каждого такого документа. На практике же производственные задания выполняются на основе опыта и коллективного разума. Правила безопасности выполняются частично, а контроль непрозрачен – руководители, в силу своей человеческой природы, не могут помнить всех правил, описание которых занимает сотни страниц.

Суть применения АБР в краткости и простоте наставления на безопасное выполнение работы – на двух, максимум, трех страницах уместить основные риски.

Зачем в АБР нужны риски и описание работ, почему сразу не перечислить правила? Ответ очевиден: если мы не понимаем «зачем?» нам совершать то или иное действие, то и желание его исполнять сильно уменьшается. Поэтому в АБР включается логическая связь – описание риска (или другими словами «что может пойти не так во время работы»), а также действия для минимизации риска.

Почему АБР по объему занимает не более двух страниц? Потому как ожидать, что сотрудник будет ежедневно изучать больше двух-трех страниц текста скорее наивно. Практика подтверждает, что большие документы рабочими не изучаются.

Определение работ для составления АБР

АБР может проводиться в отношении любых видов работ, запланированных или незапланированных. Для установления приоритетности в составлении АБР необходимо:

- проанализировать историческую динамику происшествий. Если в ходе анализа выявляются закономерности, указывающие на ту или иную рабочую группу, категорию работ, вид травмы, травмированную часть тела или другой общий признак, необходимо составить АБР в отношении соответствующих работ в первую очередь. В качестве источников информации для составления АБР могут быть использованы рекомендации сотрудников и руководителей, отчеты и сообщения о выявленных опасностях и рисках;

- проанализировать степень риска, связанного с выполнением работ (так ведение буро-взрывных работ в условиях подземной добычи характеризуется наиболее высокой степенью риска);

- проанализировать условия и сложность выполнения работ;

АБР составляется для всех видов выполняемых работ, кроме работ с очевидно низкими уровнями риска (работа в офисе за компьютером).

Выбор персонала для составления АБР

Персонал, осуществляющий АБР, должен иметь достаточную квалификацию, а также четко представлять себе методику и цели проведения АБР. В ходе АБР важно обеспечить участие в этом процессе сотрудников, непосредственно занятых в выполнении соответствующего вида работ (рабочий персонал). Фактическое количество персонала для разработки зависит от сложности поставленной задачи; в целом, следует привлекать к проведению АБР не менее трех сотрудников. В процессе должны участвовать, по мере необходимости, исполнители работы, руководители, специалисты по охране труда, инженерные работники [3].

Разработка АБР

В ходе разработки документа основой служат результаты наблюдения за ходом выполняемых работ, инструкции по эксплуатации оборудования, технологические регламенты. Перед подготовкой АБР необходимо обсудить процедуру проведения с сотрудниками, занятыми в выполнении работ, и объяснить им цель осуществления АБР. Указанных сотрудников следует привлекать на всех стадиях - анализ этапов выполнения работ, обсуждение факторов риска и разработка рекомендаций по их устранению, проверка качества, внесение изменений.

Алгоритм АБР

При составлении АБР рекомендуется следующий алгоритм:

3.1. Составление перечня этапов работ.

В первую очередь необходимо составить перечень этапов выполнения анализируемых работ. Перечень составляется в процессе наблюдения за их выполнением. Перечень должен быть достаточно информативным, однако при этом следует избегать чрезмерной детализации.

Для составления перечня работ используются технологические регламенты, инструкции по эксплуатации оборудования, передовой опыт выполнения работ, мнение экспертов, типовые инструкции. Основной акцент необходимо сделать на важных для обеспечения безопасности работ аспектах. Перечень этапов работ составляется в левой колонке типового бланка АБР, приведенного на рисунке 1.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ			
НОМЕР (КОД), НАЗВАНИЕ АБР: Работа машиниста конвейера на конвейере № 9 Дробильного цеха ТОФ		ДАТА СОСТАВЛЕНИЯ: 27.07.2016 ДАТА СОГЛАСОВАНИЯ: 03.08.2016	
		<input checked="" type="checkbox"/> ПЕРИОДИЧЕСКИЙ <input type="checkbox"/> СПЕЦИАЛЬНО ЗАКАЗАННЫЙ	
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТ: Осмотр конвейера, контроль исправного технического состояния, контроль хода ленты. Очистка ленты, барабанов, роликов от налипающего материала. Уборка просыпи из-под приводных, отклоняющих, хвостовых барабанов и натяжных станций.			
СОСТАВИЛИ:		СОГЛАСОВАНО:	
ФИО	ДОЛЖНОСТЬ	ФИО	ДОЛЖНОСТЬ
Румянцев Д.П.	Эксперт	Козлов Д.Ю.	Генеральный директор
Ревегук Ю.А.	Руководитель проекта		
Шальнова Е.	Эксперт по коммуникациям		
МИНИМАЛЬНЫЙ НАБОР НЕОБХОДИМЫХ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ (СМ. МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ФАКТОРОВ РИСКА)			
<input checked="" type="checkbox"/> СВЕТООТРАЖАЮЩИЙ ЖИЛЕТ <input checked="" type="checkbox"/> ЗАЩИТНЫЙ ШЛЕМ (КАСКА) <input checked="" type="checkbox"/> СТРАХОВОЧНЫЙ КАНАТ/ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ПОЯС		<input checked="" type="checkbox"/> ЗАЩИТНЫЕ ОЧКИ/ОТРАЗОГЛАЗИТЕЛЬНЫЕ СТЕКЛА <input checked="" type="checkbox"/> ЗАЩИТНАЯ ОБУВЬ <input checked="" type="checkbox"/> ЗАЩИТНАЯ РУКАВИЦА <input checked="" type="checkbox"/> ПРОТИВОШУМНЫЕ СРЕДСТВА <input checked="" type="checkbox"/> БЕРУШКИ, НАУШНИКИ	
		<input checked="" type="checkbox"/> СПЕЦИАЛЬНАЯ ОДЕЖДА <input checked="" type="checkbox"/> РУКАВИЦЫ, УСТОЙЧИВЫЕ К ПОРЕЗАМ, ПРОКАЛЫВАНИЮ <input checked="" type="checkbox"/> ПРОЧИЕ	
Планируемый к применению для работ инструмент: лопата совковая, скребок, шланг гидросмыва.			
ПОЭТАПНОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТ	ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ И РИСКИ НА КАЖДОМ ЭТАПЕ (Что может пойти не так?)	РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ РИСКА ДЛЯ КАЖДОГО ЭТАПА	
Подготовка к выполнению работ	Попадание украшений в оборудование (затягивание)	Проводите ДОР на всех этапах работы.	
	Поврежденные или старые СИЗ – отсутствие защиты, недовольство руководства	Снимите все украшения (кольца, часы, цепочки)	
Осмотр конвейера перед началом работы	Спотыкание и падение на поверхности с перепадами высот, лестницах, скользкой поверхности, разливах воды	Проверьте наличие и исправность применяемых СИЗ, спецобуви и спецодежды. Проверьте, чтобы рабочая одежда была застегнута, подшита и заправлена.	
	Травмирование в результате падения предметов (инструмента, материалов) с высоты	Проверьте рабочую зону перед началом работы и держите ее организованной и свободной от препятствий (шлангов, коробок, инструментов). Примите меры по устранению несоответствий, а при невозможности сделать это - сообщите смены мастеру и не включайте конвейер до устранения всех неисправностей. При движении по лестнице всегда держитесь за поручень.	
	Поражение электрическим током (электроударом) при контакте с электрооборудованием	Следуйте указаниям предупредительных знаков и сигналов. Не заходите в зону работы грузополъемных механизмов и перемещения груза, а также в зону работ, проводимых на высоте, если таковые проводятся рядом с конвейером	
	Повышенная запыленность воздуха после запуска оборудования (заболевания легких).	Визуально проверьте оборудование перед запуском (завязывание, целостность изоляции и т.д.). Не прикасайтесь к открытой электропроводке. Сообщите мастеру, если имеются любые повреждения или неадекватная (провисшая) проводка.	
		Перед пуском конвейеров проверьте исправность систем аспирации и гидробезопасности – наличие потоков, скорость работы. Всегда применяйте во время работы конвейера СИЗ органов дыхания (респиратор).	

Рис. 1 – Типовой бланк АБР

Выявление факторов риска

После составления перечня необходимо проанализировать каждый из определенных этапов с целью выявления соответствующих реальных или потенциальных факторов риска, задав следующие вопросы: «Что может пойти не так?», «Каковы основные факторы риска?», «Какое происшествие может произойти?», «Каким образом могут пострадать люди, оборудование, окружающая среда?»

Каждый из выявленных факторов риска учитываются и заносятся в среднюю колонку типового бланка АБР напротив соответствующего этапа работ.

Условия внешней среды:

- могут ли внешние условия негативно повлиять на безопасность производства и персонала?

Возможность получения производственной травмы:

- существует ли вероятность удара о поверхность какого-либо объекта, попадания между объектами, втягивания внутрь объекта, либо иного опасного контакта с объектом?
- существует ли вероятность соприкосновения персонала или одежды с движущимися частями оборудования, удара или попадания между движущимися частями?

Возможность физического перенапряжения:

- Существует ли вероятность растяжения связок в связи с выполнением толкательных, тянущих или повторяющихся движений, подъемом тяжестей, наклоном или поворотом туловища?
- Нужно ли при выполнении работы совершать повторяющиеся движения?

Возможность падения, спотыкания, и подскользывания:

- Может ли на опорных поверхностях образовываться обледенение, скапливаться вода, масло или иные скользкие вещества?
- Существует ли вероятность падения, спотыкания и подскользывания?

Прочие важные аспекты безопасного поведения

- Имеются ли в наличии инструменты, необходимы для работы?
- Обеспечивается ли связь между сотрудниками, необходимая для безопасного выполнения работ?

Необходимо составить перечень опасностей, связанных с каждым шагом выполнения задания.

Разработка рекомендаций

После составления подробного перечня факторов риска и их совместного анализа с персоналом, выполняющим работы, следует определить:

1) наиболее безопасные методы выполнения работ, правила и действия работников для минимизации. Действия необходимо записать в правой колонке типового бланка АБР напротив соответствующих этапов работ и факторов риска. При этом следует подробно указывать, какие именно действия должны производиться персоналом с учетом рекомендуемого метода. Соответствующие рекомендации следует формулировать максимально конкретно. Необходимо избегать общих фраз типа «Соблюдайте осторожность», «Будьте внимательны». При этом следует ограничиваться существенными и наиболее важными аспектами, не углубляясь в излишние детали. Например, если для оборки кровли и бортов горных выработок высотой более 4 м применяются выдвижные подмости или самоходные агрегаты, обеспечивающие безопасное производство работ по оборке, то незачем усложнять это описание дополнениями о том, где хранится и как используется эта техника.

2) оптимальные безопасные возможности технологического процесса, используемого инструмента, оценить необходимость выполнения данной работы в принципе.


Такие решения и мероприятия следует разрабатывать, основываясь на оценке риска, проводимой по матрице оценки рисков (МОР) для факторов риска из колонки 2 АБР.

Матрица оценки риска (МОР).

Определенные в рамках АБР риски проходят оценку по матрице рисков (по осям последствий и вероятности). Последствия – это реальные ситуации (с учётом возможных вариантов развития), которые могли бы произойти.

При оценке последствий используются потенциальные (возможные) последствия, которые могли бы наступить в случае наступления происшествия. За последствия по конкретному сценарию принимают наиболее вероятные тяжкие последствия. Далее определяется историческая частота наступления указанных последствия. Для этого просматривается статистика происшествий на соответствующих организационных уровнях компании.

МОР (рисунок 2) как инструмент, используется широко, но, зачастую, применяется не системно. Матрица оценки рисков при проведении АБР не только позволяет точно рассмотреть риски, которые могут возникнуть при выполнении производственных заданий и операций, но помогает определить приоритеты, в том числе разработать соответствующие мероприятия по устранению, замещению, технической минимизации, административному контролю выявленных рисков.

<div>  <div>Матрица оценки рисков</div> </div>									
Тяжесть	Последствия				Вероятность				
	Люди	Объекты	Окружающая среда	Репутация	A	B	C	D	E
					Нет сведений о происшествиях в отрасли	Есть сведения о происшествиях в отрасли	Происшествия имели место в компании	Случается несколько раз в год в компании	Случается несколько раз в год в различных филиалах компании
0	Нет отрицательного влияния на здоровье / повреждения	Нет ущерба	Нет ущерба	Нет влияния			Постоянное усовершенствование контроля		
1	Небольшое ухудшение здоровья / повреждения	Небольшой ущерб	Небольшой ущерб	Небольшое влияние					
2	Умеренное ухудшение здоровья / повреждения	Умеренный ущерб	Умеренный ущерб	Умеренное влияние				Необходимо поддержание ПДРНУ*	
3	Значительное ухудшение здоровья / повреждения	Локальный ущерб	Локальный ущерб	Значительное влияние					
4	Постоянная полная потеря трудоспособности или от 1 до 3 смертельных исходов	Значительный ущерб	Значительный ущерб	Национальные масштабы					
5	Многочисл. случаи со смертельным исходом	Крупно-масштабный ущерб	Крупно-масштабный ущерб	Международные масштабы					Неприемлемый риск
* ПДРНУ - предельно допустимый разумно низкий уровень					Напечатано компанией Tactise www.tactise.com				

<div>  <div>Определения</div> </div>	
<p>УЩЕРБ ДЛЯ ЛЮДЕЙ</p> <p>Легкие повреждения или ухудшение здоровья, не влияющие на рабочую деятельность или повседневную жизнь.</p> <p>Умеренные повреждения или ухудшение здоровья, влияющие на рабочую деятельность (травма с ограничением трудоспособности или потеря трудоспособности на срок до 5 дней) либо обратимые последствия для здоровья (например, раздражение кожных покровов, пищевое отравление).</p> <p>Значительные повреждения или ущерб здоровью (потеря трудоспособности на срок более 5 дней) или необратимый ущерб здоровью (например, для слуха).</p> <p>Постоянная полная потеря трудоспособности или 1-3 смертельных случаев в результате травмы или профессионального заболевания.</p> <p>Многочисленные смертельные исходы, более 3 смертельных случаев в результате травмы или профессионального заболевания.</p>	<p>УЩЕРБ ДЛЯ ОБЪЕКТА</p> <p>Небольшой ущерб — без прекращения работ, затраты менее 10 000 долл. США.</p> <p>Умеренный ущерб — без прекращения работ, затраты менее 10 000 долл. США.</p> <p>Локальный ущерб — частичное прекращение работ, которые могут быть возобновлены, затраты более 1 000 000 долл. США.</p> <p>Значительный ущерб — частичное прекращение работ на срок до 2 недель, затраты до 10 000 000 долл. США.</p> <p>Крупномасштабный ущерб — значительное или полное прекращение работ, затраты более 10 000 000 долл. США.</p>
<p>УЩЕРБ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</p> <p>Небольшой ущерб — незначительный ущерб для окружающей среды, ограниченный территорией объекта.</p> <p>Умеренный ущерб — малый экологический ущерб без длительного воздействия, например, небольшой разлив за территорией объекта, загрязнение грунтовых вод на объекте, единичное превышение ограничений.</p> <p>Локальный ущерб — ограниченное воздействие на окружающую среду, устойчивое или требующее очистки, например, разлив, требующий удаления или утилизации большого количества грунта/песка, замеченная гибель рыбы или поврежденная растительность, частое превышение ограничений с потенциальным долгосрочным воздействием.</p> <p>Значительный ущерб — серьезное воздействие на окружающую среду, требующее активных мер по восстановлению выгодного использования окружающей среды, например, разлив на побережье, масштабное загрязнение грунтовых вод.</p> <p>Крупномасштабный ущерб — устойчивый серьезный ущерб для окружающей среды, который приведет к прекращению использования в коммерческих, рекреационных целях или к утрате природных ресурсов на большой площади.</p>	<p>ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РЕПУТАЦИЮ</p> <p>Небольшое влияние — ограниченное информирование общественности на местном уровне, но без явной обеспокоенности и без освещения в СМИ.</p> <p>Ограниченное влияние — обеспокоенность местной общественности и освещение в СМИ.</p> <p>Значительное влияние — высокая обеспокоенность местной общественности, распространяющаяся до уровня региона, освещение в региональных СМИ.</p> <p>Влияние в национальных масштабах — вероятность эскалации и воздействия на репутацию компании, акционеров и (или) кредиторов; внимание на национальном уровне, широкое освещение в СМИ на национальном уровне, некоторое освещение на международном уровне.</p> <p>Влияние в международных масштабах — серьезное воздействие на репутацию компании, акционеров и (или) кредиторов, внимание международной общественности/СМИ, высокий уровень обеспокоенности правительств.</p>
Напечатано компанией Tactise www.tactise.com	

Рис. 2 – Матрица оценки рисков

Если полностью устранить факторы риска не представляется возможным, следует рассмотреть вопрос об уменьшении времени выполнения данного вида работ, либо сокращении частоты их выполнения. При отсутствии иных методов технологического процесса рекомендуется оптимизация за счет модернизации оборудования, обновления инструментария, улучшения вентиляции, установки защитного ограждения на оборудование, либо использования средств индивидуальной защиты.

Черновики отчета о проведении АБР могут занять довольно много листов бумаги, однако окончательный документ должен быть представлен на двух-трех страницах. Краткость изложения информации повышает эффективность ее восприятия при обучении персонала и использовании отчета в качестве справочного средства на месте выполнения работ. Если описание технологического процесса слишком сложно, чтобы уместиться на двух страницах, необходимо разбить его на более мелкие этапы и провести АБР в отношении каждого из таких этапов.

Проверка и подтверждение результатов АБР

После составления АБР необходимо провести его проверку на месте выполнения работ. При этом следует учитывать все отклонения и неточности в описании этапов работ, рисков при выполнении работы, рекомендаций по минимизации риска. После проверки и внесения изменений АБР утверждается и используется в качестве стандарта для безопасного производства работ. АБР является «живым» документом и обновляется постоянно, чтобы отражать все аспекты работы, включая извлеченные уроки. АБР, в отличие от многих других документов, должен находиться непосредственно на месте выполнения работ постоянно, когда работа выполняется. Только такое применение позволит обеспечить прозрачность как для самих работников, так и для контроля безопасности выполнения работ.

Согласование и утверждение АБР

Уровень согласования АБР определяется каждой компанией, но оптимальным считается уровень главного инженера или начальника объекта (в зависимости от организационной структуры). Согласовывать АБР рекомендуется специалисту по безопасности компании или специалисту по АБР.

Обучение персонала

После составления или корректировки отчета о проведении АБР, весь задействованный в данной работе персонал должен пройти соответствующее обучение.

Кроме того, отчеты АБР могут оказаться весьма полезными для обучения персонала, временно привлекаемого к выполнению тех или иных задач. Прежде чем впервые допустить сотрудников к работе, руководитель должен изучить с ними отчет о проведении АБР и убедиться, что сотрудники понимают риски, связанные с работой, знают требования по ее безопасному выполнению. Обсуждение АБР проходит ежедневно, в рамках инструктажа перед началом работ. При этом следует помнить, что каждый сотрудник должен быть проинформирован о необходимости прекращения дальнейших действий при наличии сомнений в безопасности работы, обнаружении несоответствий в АБР, отсутствии у него необходимой квалификации или возможностей для безопасного производства работ.

Регулярное внесение изменений

АБР необходимо составлять / пересматривать для всех новых видов работ, при изменившихся условиях выполнения работ, вызвавших изменение или появление новых факторов риска.

АБР является процедурой оценки риска, проводимой рабочей группой с использованием стандартизированного формата, применяемого в дальнейшем в качестве средства для напоминания о рисках, связанных с работой. Результатом использования процедуры разработки АБР является тщательно продуманный стандарт безопасной работы.

АБР отведена функция постоянно используемого на местах справочного инструмента, а не подробной процедуры. Установление стандарта АБР обеспечивает постоянное улучшение уровня безопасности в организации.

Список литературы / References

1. Система минимизации потерь [Электронный ресурс]: <http://tactise.com/tactise-behavior-safety-program.html/>
2. Козлов Д. Система минимизации потерь // Успехи современной науки и образования. – 2016. - №9. – С. 34-37.
3. M. D. Cooper. Behavioral Safety Interventions Professional safety. [Электронный ресурс]: www.asse.org/

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Sistema minimizacii poter' [System of minimization of losses] // [Electronic resource]: <http://tactise.com/tactise-behavior-safety-program.html/> [in Russian]
2. Kozlov D. Sistema minimizacii poter' [System of minimization of losses] // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovanija [Success of modern science and education]. – 2016. - №9. – S. 34-37. [in Russian]
3. M. D. Cooper. Behavioral Safety Interventions Professional safety [Behavioral Safety Interventions Professional safety] // Jelektronnyj resurs [Electronic resource]: www.asse.org/ [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.191

Корнилова Н.В.¹, Трубаев П.А.²¹ORCID: 0000-0003-4240-8488,²ORCID: 0000-0003-1710-1599, Доктор технических наук,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНОГО ВИДА**Аннотация**

В работе приведены результаты промышленного эксперимента с целью анализа состава газов, образующихся при сжигании отходов. Результаты замеров показали, что по всем определяемым показателям расчетные приземные концентрации вредных веществ не превышают предельно допустимых концентраций. При сжигании отходов в пиролизных котлах вредных веществ образуется в 2–10 раз меньше, чем при слоевом сжигании. Содержание вредных выбросов в отходящих газах, кроме характеризующего полноту сгорания монооксида углерода, от режимных параметров котлов не зависит.

Ключевые слова: отходы, сжигание, выбросы.

Kornilova N.V.¹, Trubaev P.A.²¹ORCID: 0000-0003-4240-8488,

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

²ORCID: 0000-0003-1710-1599, PhD in Engineering,

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

DEFINITION OF POLLUTANTS EMISSIONS IN THE HOT-WATER BOILER AT BURNING OF THE DIFFERENT HARD WASTE**Abstract**

Results of industrial experiment for the purpose of the analysis of a compound of the gases formed at burning of a waste are in-process resulted. Results of indications have shown that on all defined parameter's settlement ground concentration of harmful substances do not exceed maximum permissible concentration. At burning of a waste in pyrolysis boiler of harmful substances time is formed at 2-10, than at burning in a layer less. The maintenance of harmful emissions in a waste-heat, except characterizing completeness of combustion CO, does not depend on operating conditions of boiler.

Keywords: waste, burning, emissions.

В настоящее время не существует экономически эффективного и одновременно экологически безопасного решения для утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) [1, 2]. Существующая система управления отходами в России ориентирована преимущественно на их захоронение на полигонах. Это приводит к выводу из использования больших земельных площадей, загрязнению атмосферы биогазом, а почвы и водоемов – вредными веществами, вымываемыми с полигонов атмосферными осадками [2].

Сжигание бытового мусора является наиболее привычным и широко распространенным способом его утилизации. По данным работы [2] в Европейских странах (без России) структура утилизации ТБО следующая:

- захоронение на полигонах 61%;
- сжигание 16%, в том числе с получением энергии 11%;
- вторичная переработка 13%;
- компостирование 8%;
- иное 2%.

В этой же работе приведены данные, что в США объем сжигаемых ТБО после 2000-х годов стал сопоставим с объемом отходов, размещаемых на полигонах.

Термическое обезвреживание отходов при температурах свыше 850-1000°C в современных установках обеспечивает практически полное разрушение органических вредных веществ. Технология сжигания ТБО на колосниковой решетке не требует предварительной подготовки мусора, отличается высокой надежностью, является экономичной [3]. Но эта технология на промышленном уровне реализована только в котлах большой производительности. Вместе с тем для нашей страны является актуальным утилизация небольшого количества отходов [3, 4], образующихся в небольших населенных пунктах, промышленных технологий для которой не существует. Одной из главных проблем при этом является наличие вредных выбросов.

В работе произведена оценка отдельных выбросов при сжигании отходов различного вида в двух водогрейных котлах небольшой производительности. Для этого проведен промышленный эксперимент, в котором проводились измерения содержания вредных веществ в дымоходе после котла, затем определялась расчетная приземная концентрация веществ, которая сравнивалась с нормами предельно допустимой концентрации (ПДК) выбросов в атмосферном воздухе населенных мест.

Испытания [5] проводились на базе двух котлов, эксплуатируемых ТК «Экотранс» (г. Белгород):

– пиролизный отопительный котел мощностью 100 кВт марки «КО-100» производства ООО «Боркотломаш» (Воронежская обл.);

– твердотопливный отопительный котел с колосниковой решеткой и дутьевым вентилятором мощностью 200 кВт производства ТК «Экотранс».

В ходе испытаний проводилось сжигание материалов, представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика сжигаемых отходов

Таблица 1. Характеристика сжигаемых отходов		
№	Состав	Форма
Пиролизный котел		
1	Железнодорожные шпалы	Крупные неизмельченные фрагменты
2	Древесина (сосна)	
3	Древесина (окна, двери, мебель)	
4	Древесные гранулы	Брикеты
5	Смесь древесных гранул и RDF-топлива	
6	RDF-топливо	
Котел со слоевым сжиганием		
7	Древесина 70%, пластик 30%	Брикеты
8	Древесина 50%, пластик 50%	

Топливо № 1–3 сжигалось в виде крупных фрагментов. Подготовка топлив № 4–8 велась в виде прессованных брикетов из предварительно измельченных отходов [6, 7] диаметром 50 мм и длиной до 400 мм (рис. 1).



Рис. 1 – Топливные брикеты

Для определения выбросов использовался измерительный комплекс – газоанализатор ГАНК-4. Характеристика вредных веществ, концентрация которых измерялась, приведена в табл. 2. Для каждого вещества в таблице приведены предельно допустимые концентрации, приведенные согласно ГН 2.1.6.1338-03 (с изменениями 2005–2009 г.). Содержание NH_3 и H_2S не определялось для топлив № 1–6, а бензола – для топлив 7 и 8.

Таблица 2 – Характеристика вредных веществ

Наименование вещества	Химическая формула	Предельно-допустимая концентрация в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³		Класс опасности
		максимально-разовая ПДК _{мр}	среднесуточная ПДК _{сс}	
Азота оксид	NO	0,4	0,06	3
Углерода оксид	CO	5	3	4
Фенол	C ₆ H ₆ O	0,01	0,003	2
Бензол	C ₆ H ₆	0,3	0,1	2
Аммиак	NH ₃	0,2	0,04	4
Сероводород	H ₂ S	0,008	–	2

Расчет значения приземной концентрации вредных веществ производился по методике ОДН-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». Соотношение расчетной приземной концентрации и ПДК приведены в табл. 3. Как видно из данных, концентрация всех веществ значительно ниже ПДК для всех видов топлив.

Таблица 3 – Отношение расчетной приземной концентрации выбросов вредных веществ к максимально разовой и среднесуточной ПДК

№	NO _x (в пересчете на NO)	CO	C ₆ H ₆ O	C ₆ H ₆	NH ₃	H ₂ S
1	0,06/0,35%	0,02/0,04%	0/0%	0,29/0,88%	–	– / –
2	0/0,02%	0,04/0,06%	0,07/0,23%	0,01/0,02%	–	–
3	0,15/0,93%	0,05/0,08%	1,07/3,57%	0,49/1,48%	–	–
4	0,06/0,37%	0,05/0,08%	0,07/0,23%	0,01/0,02%	–	–
5	0,16/0,97%	0,05/0,08%	0/0%	0,19/0,58%	–	–
6	0,01/0,11%	0,02/0,03%	0,01/0,02%	0,09/0,26%	–	–
7	0,42/2,12%	1,86/3,1%	1,25/4,16%	–	7,71/38,53%	1,49%/ –
8	1,26/6,31%	1,37/2,29%	0,06/0,2%	–	2,63/13,14%	2,12%/ –

Для интегральной оценки выбросов использовался показатель V :

$$V = 28 \text{ NO}_x / \text{ПДК}_{\text{сс NO}_x} + 36 \text{ CO} / \text{ПДК}_{\text{сс CO}} + 18 \text{ C}_6\text{H}_6\text{O} / \text{ПДК}_{\text{сс C}_6\text{H}_6\text{O}} + 18 \text{ C}_6\text{H}_6 / \text{ПДК}_{\text{сс C}_6\text{H}_6}, \%$$

где NO_x , CO , $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, C_6H_6 –приземная концентрация, мг/м^3 ; 28, 36, 18, 18 – весовые коэффициенты, пропорциональные классу опасности вещества.

Сравнение выбросов для различных топлив приведено на рис. 2. Полученные результаты не полностью характеризуют указанные топлива, так как кроме состава на содержание выбросов так же влияет режим сжигания (температура и избыток воздуха), но позволяют качественно сопоставить экологические характеристики котлов и топлив.

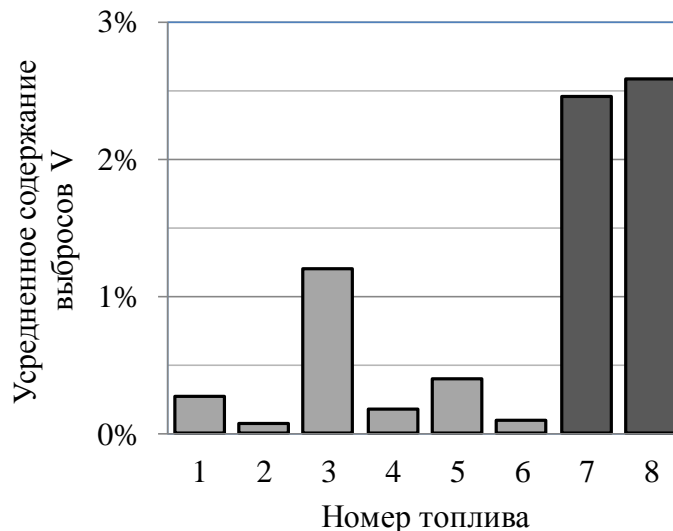


Рис. 2 – Сравнение выбросов при сжигании различных топлив

Одновременно с анализом отходящих газов на содержание вредных веществ проводились теплотехнические испытания котла с определением:

- температуры отходящих газов $t_{\text{ог}}$ и содержания в них кислорода в дымоходе за котлом для расчета коэффициента избытка воздуха α (показатели определялись с использованием газоанализатора дымовых газов Testo 330L, работающего в режиме автоматической регистрации параметров);
- температура горения t_r (периодически определялась по температуре топлива в топке с использованием инфракрасного пирометра Testo 845).

По результатам измерений между температурой отходящих газов и коэффициентом избытка воздуха в топке котла имеется линейная зависимость (рис. 3). Поэтому в дальнейшем содержание вредных выбросов

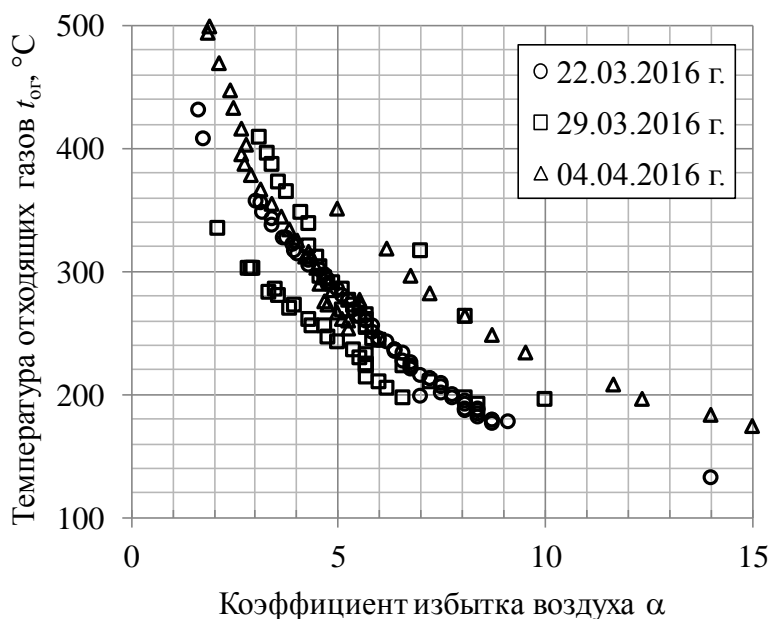


Рис. 3 – Данные регистрации параметров отходящих газов

Для анализа количества выбросов от режима сжигания топлива использовались данные серии измерений, приведенные в табл. 4, где значение содержания вредных выбросов являются результатом разовых измерений, а температуры и коэффициент избытка воздуха усреднены за промежуток время выполнения газового анализа.

Таблица 4 – Режимные параметры котла и содержание вредных выбросов

№ топлива	Температура, °С		α	Содержание в охлажденных отходящих газах, мг/м ³					
	$t_{ог}$	$t_{г}$		СО	NO ₂	Аммиак	Меркаптаны	H ₂ S	C ₆ H ₆ O
7	222	–	5,67	1085	14,1	105	19,4	0,71	0,462
7	273	670	5,00	725	15,0	142	13,9	1,44	1,98
7	284	–	3,50	440	11,04	0	15,7	0,66	0,711
7	302	650	6,65	920	7,04	163	9,1	1,17	1,21
7	340	760	3,72	445	12,5	190	12,5	2,22	2,44
Среднее	313	–	4,97	582	18,6	98	5,8	1,51	0,798
8	257	–	5,67	1235	57,2	60	3,48	1,53	0,052
8	298	–	4,69	475	37,3	53	0	2,36	0
8	380	–	3,53	207	15,2	37,1	0	1,08	0
Среднее	254	–	4,95	920	27,4	55	3,5	0,97	0,408

Зависимость содержания вредных выбросов от режимных параметров котла обнаружена только между содержанием СО и температурой отходящих газов (коэффициент корреляции –0,80) или коэффициентом избытка воздуха (–0,84). Между содержанием остальных выбросов и $t_{ог}$ или α зависимости нет (модуль коэффициента корреляции не превышает 0,39). Так же нет зависимости между содержанием различных выбросов. Таким образом кроме полноты сгорания, которую характеризует содержание СО, содержание выбросов в области рабочих диапазонов функционирования водогрейных котлов от режима их работы не зависит.

Выводы. Результаты замеров состава газов после котлов, сжигающих отходы различного вида, показали, что по всем определяемым показателям расчетные приземные концентрации вредных веществ не превышают ПДК. Таким образом сжигание древесных отходов и ТБО в котлах малой производительности не оказывает неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. При сжигании отходов в пиролизных котлах вредных веществ образуется в 2–10 раз меньше, чем при слоевом сжигании. Содержание выбросов в отходящих газах, кроме характеризующего полноту сгорания монооксида углерода, от режимных параметров котлов не зависит.

Список литературы / References

1. Левин Б.И. Использование твердых бытовых отходов в системах энергоснабжения. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
2. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – С.Пб.: НП РЭП, 2004. – 73 с.
3. Тугов А.Н., Москвичев В.Ф. Энергия из мусорного бака // Энергоэффективность и энергосбережение. 2012. № 4. С. 9-13.
4. Порожнюк Л. А., Василенко Т. А., Порожнюк Е. В. Роль экологического аудита в обращении с отходами в Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 4. – С. 177-180.
5. Кожевников В. П., Токач Ю. Е., Огнев М. Н. Современные решения по переработке твердых бытовых отходов в БГТУ им. В.Г. Шухова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С. 172-174.
6. Исследование процессов теплообмена в материалах и аппаратах цементной технологии / Трубаев П.А., Гришко Б.М., Украинский В.А., Сухорослова В.В. – Белгород: Изд-во БГТУ, БИЭИ, 2013. – 190 с.
7. Ресурсо-энергосберегающие модули для комплексной утилизации техногенных материалов / С.Н. Глаголев, В.С. Севостьянов, А.М. Гридич и др. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 6. – С. 102-106.
8. Севостьянов М.В. Ресурсосберегающее оборудование для комплексной переработки техногенных материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. № 4. С. 140-145.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Levin B. I. Ispolzovanie tverdykh bytovykh othodov v sistemakh energosnabzheniia [Use of a hard human refuse in power supply systems]. М.: Energoizdat. 1982. 224 p. [in Russian].
2. Evropejskaja praktika obrashhenija s othodami: problemy, reshenija, perspektivy [The European practice of the reference with a waste: problems, solutions, prospects]. – S.Pb.: NP REP, 2004. – 73 c. [in Russian]
3. Tugov A.N., Moskvichev V.F. Energiia iz musornogo baka [Energy from a garbage forecastle] // Energoeffektivnost` i energosberezenie. 2012. № 4. С. 9-13. [in Russian].
4. Porozhnjuk L. A., Vasilenko T. A., Porozhnjuk E. V. Rol' jekologicheskogo audita v obrashhenii s othodami v Belgorodskoj oblasti [Ecological audit role in circulation with a waste in the Belgorod region] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2012. # 4. P. 177-180. [in Russian].
5. Kozhevnikov V. P., Tokach Ju. E., Ognev M. N. Sovremennye reshenija po pererabotke tverdyh bytovykh othodov v BGTU im. V.G. Shukhova [Modern solutions on rehash of a household waste in BGTU after V.G. Shukhov] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2015. # 1. P. 172-174. [in Russian].
6. Trubaev P.A., Grishko B.M., Ukrainskij V.A., Suhoroslova V.V. Issledovanie processov teploobmena v materialah i apparatah cementnoj tehnologii [Research of processes of heat exchange in materials and apparatuses of cement production engineering] – Belgorod: Izd-vo BGTU, BIEI, 2013. – P.173. [in Russian].

7. Glagolev S.N., Sevost'janov V.S., Gridchin A.M., Ural'skij V. I., Sevost'janov M. V., Jadykina V. V. Resurso-jenergoberegajushhie moduli dlja kompleksnoj utilizacii tehnogennyh materialov [Resurso-power saving up modules for complex salvaging of technogenic materials] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2013. # 6. P. 102-106. [in Russian].

8. Sevost'janov M.V. Resursoberegajushhee oborudovanie dlja kompleksnoj pererabotki tehnogennyh materialov [The resursoberegajushchee equipment for complex rehash of technogenic materials] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. # 4. P. 140-1456. [in Russian].

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.127

Кукис В.С.¹, Шабалин Д.В.², Омельченко Е.А.³

¹ORCID: 000-0002-8234-2009, Доктор технических наук, профессор,

Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),

²Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных Сил Российской Федерации», ³кандидат технических наук, Омский автобронетанковый инженерный институт

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Аннотация

В статье рассмотрена методика решения аналитической задачи оптимизации вихревой трубы. Авторским коллективом предложен способ графического представления функции от нескольких переменных, позволяющий с помощью простых геометрических операций исследовать функциональные зависимости. Преимущество предлагаемого номографического способа перед расчетным состоит в простоте использования. Он позволяет с достаточной для большинства инженерных расчетов точностью, по расположению оптимальной области в факторном пространстве, производить предварительные исследования рациональных геометрических параметров вихревой трубы.

Ключевые слова: вихревая труба, температура, давление, геометрические параметры.

Kukis V.S.¹, Shabalin D.B.², Omelchenko E.A.³

¹ORCID: 000-0002-8234-2009, PhD in Engineering, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "South Ural state University" (national research University), ²PhD in Engineering, Military educational scientific center of Land forces «Combined arms Academy of the Armed Forces of the Russian Federation»,

³PhD in Engineering, Omsk tank-automotive engineering Institute

PARAMETER OPTIMIZATION OF VORTEX TUBE

Abstract

The article describes the method of analytic solutions of the optimization problem of the vortex tube. A group of authors proposed a method of graphic representation of functions of several variables, allowing to explore the functional dependencies using simple geometrical operations. The advantage of the proposed method over nomogrammic calculation is ease of use. He makes enough for most engineering calculations accuracy on the location of the optimal domain in the factor space, to make preliminary studies of rational geometric parameters of the vortex tube.

Keywords: vortex tube, temperature, pressure, geometric parameters.

Газотурбинный наддув, как средство повышения мощности и экономичности силовых установок автомобильного транспорта при всех имеющихся преимуществах имеет и ряд недостатков. Прежде всего, это широкий диапазон изменения температуры свежего заряда воздуха, связанный как с режимом работы двигателя, так и с параметрами окружающей среды. Современные исследователи сходятся во мнении о необходимости стабилизации температуры свежего заряда воздуха на определенном уровне [1]. Широко применяемое в настоящее время охлаждение наддувочного воздуха, которое было предложено еще Рудольфом Дизелем, не является достаточно эффективным решением проблемы обеспечения стабильности показателей температурных параметров систем воздухообеспечения современных силовых установок мобильных машин.

Для решения задачи регулирования температуры наддувочного воздуха авторами предлагается использовать вихревой эффект (эффект Ранка-Хилша) – эффект разделения газа или жидкости в закрученном потоке. Устройства на основе вихревого эффекта – вихревые трубы – позволяют получать как охлажденный, так и нагретый воздух на основе одного и того же физического эффекта [2].

На рис. 1 показана возможная схема системы, позволяющей обеспечивать дифференцированное регулирование, вплоть до полной стабилизации температуры, наддувочного воздуха с использованием вихревой трубы [3].

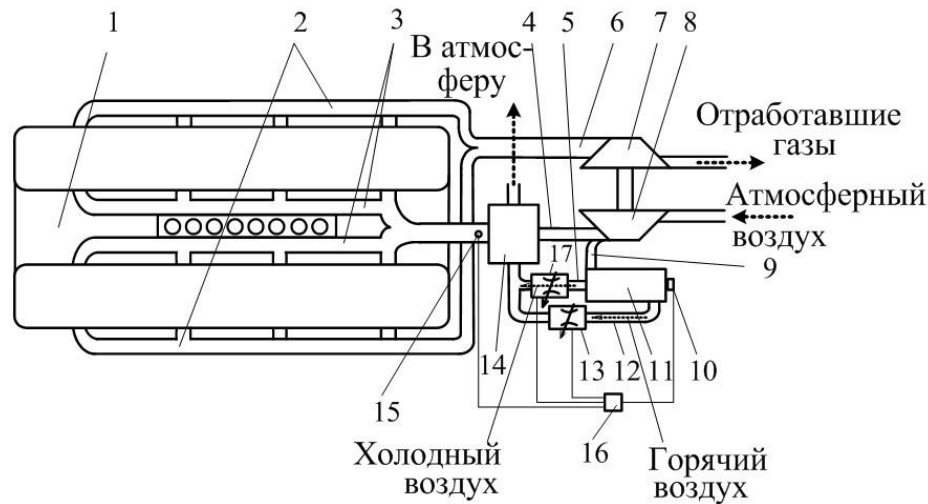


Рис. 1 – Схема системы стабилизации температуры наддувочного воздуха при работе двигателя на различных режимах с использованием вихревой трубы:

- 1 – поршневой ДВС; 2 – выпускные коллекторы; 3 – впускные коллекторы;
 4 – трубопровод; 5 – трубопровод холодного воздуха; 6 – выхлопная труба;
 7 – газовая турбина; 8 – компрессор; 9 – патрубок; 10 – дроссельный вентиль; 11 – вихревая труба;
 12 – трубопровод теплого воздуха; 13 – клапан регулирования количества теплого воздуха;
 14 – воздухо-воздушный охладитель наддувочного воздуха; 15 – датчик температуры; 16 – блок регулирования;
 17 – клапан регулирования количества холодного воздуха

В качестве источника охлажденного воздуха можно использовать как отдельную вихревую трубу, так и модуль, состоящий из нескольких вихревых труб.

Преимущества вихревых труб заключаются в высокой температурной эффективности (однако при сравнительно низком общем КПД), надежности, простоте изготовления, малой стоимости, устойчивости к высокоэнергетическим внешним воздействиям. Эти качества вихревых труб, а так же возможность их применения в силовых установках любой мощности, вызывают определенный интерес у производителей мобильных машин военного и двойного назначения.

Вихревой эффект является чрезвычайно сложным объектом для моделирования. До появления высокопроизводительной вычислительной техники аналитические методы (в частности, механики сплошной среды) не давали возможности достаточно адекватно представить вихревой эффект. Поэтому ранее проектирование вихревых труб вели на основе эмпирических правил и закономерностей.

в работе [4] была рассмотрена физико-математическая модель вихревых труб, предназначенных для регулирования температуры наддувочного воздуха. В зависимости от задания входных характеристик потока эта модель может быть использована для определения оптимальных геометрических параметров вихревой трубы, а также давления на входе в нее и для любых газовых потоков.

Для моделирования вихревой трубы в данной работе используется метод динамики частиц, в полной мере использующий возможности современной вычислительной техники. Этот метод позволяет с высокой степенью адекватности перенести в модель физические свойства воздушной среды, с высокой степенью детализации представить геометрию вихревой трубы, а также получить исчерпывающую информацию о распределениях температуры и скорости в рабочей области устройства.

На рис. 2 представлены результаты моделирования параметров газа в вихревой трубе, полученные методом динамики частиц.

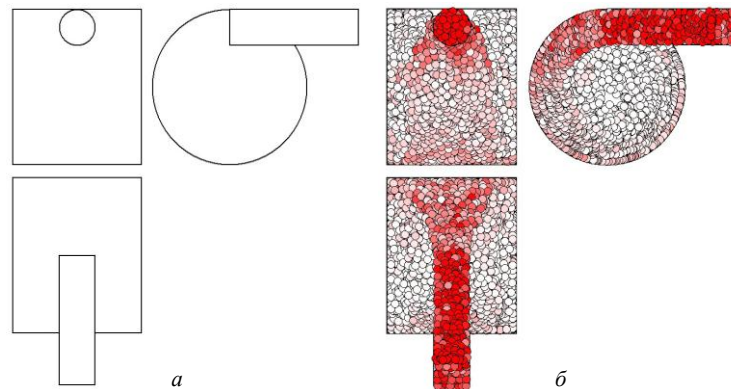


Рис 2 – Вихревая труба в модели (три проекции):

представление фрагмента вихревой трубы в модели в виде двух цилиндров (а); результат моделирования – движение элементов воздуха в вихревой трубе (б), уровень красного цвета элемента пропорционален давлению воздуха

В настоящей статье модель и программа [5] использованы для определения оптимальных геометрических параметров вихревой трубы, а также давления воздуха на входе в нее.

Аналитически задачу оптимизации можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} T_{\min}(D_{BT}, L_{BT}, P_{BX}, T_{BX}) - T_0 \rightarrow \min; \\ \Phi(D_{BT}, L_{BT}, P_{BX}, T_{BX}) \rightarrow \max; \end{cases} \Rightarrow D_{BT}^{OPT}(P_{BX}, T_{BX}), L_{BT}^{OPT}(P_{BX}, T_{BX}), \quad (1)$$

где T_{\min} – минимальная температура воздуха; D_{BT} – диаметр вихревой трубы; L_{BT} – длина вихревой трубы; P_{BX} – давление воздуха на входе в вихревую трубу; T_{BX} – температура воздуха на входе в вихревую трубу; T – температура окружающего воздуха; D_{BT}^{OPT} – оптимальный диаметр вихревой трубы; L_{BT}^{OPT} – оптимальная длина вихревой трубы; Φ – холодопроизводительность.

На рис. 3 показана картограмма распределения температуры в вихревой трубе с различными геометрическими параметрами L_{BT} и D_{BT} .

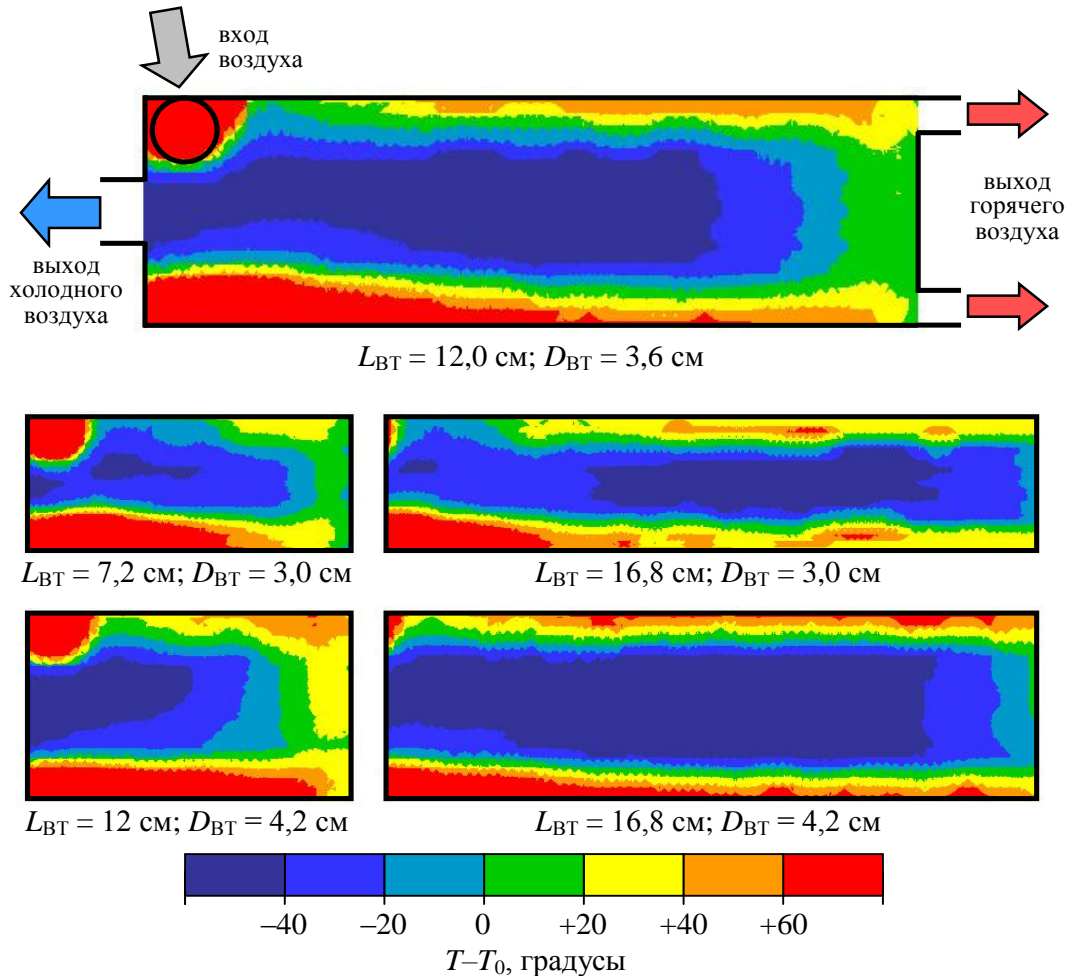


Рис. 3 – Картограмма распределения температуры в вихревых трубах с различными геометрическими параметрами L_{BT} и D_{BT}

Для получения аналитического вида функций $[T_{\min}(D_{BT}, L_{BT}) - T_0]$ и $\Phi(D_{BT}, L_{BT})$ произведена их аппроксимация полиномами второго порядка следующего вида:

$$K(D_{BT}, L_{BT}) = a_1 D_{BT}^2 + a_2 L_{BT}^2 + a_3 D_{BT} \cdot L_{BT} + a_4 D_{BT} + a_5 L_{BT} + a_6, \quad (2)$$

где K – критерий оптимизации ($T_{\min} - T_0$) или Φ ; $a_1 \dots a_6$ – коэффициенты полинома.

Коэффициенты полиномов определены методом наименьших квадратов (МНК) [6, 7], который заключался в минимизации суммы квадратов отклонений аналитической зависимости от результатов расчетов:

$$\sum_{i=1}^{N_{KЭ}} (K_{\text{аналит.}}(D_{BT}^i, L_{BT}^i) - K_{KЭ}^i(D_{BT}^i, L_{BT}^i))^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

где i и $N_{KЭ}$ – порядковый номер и общее количество компьютерных экспериментов; $K_{\text{аналит}}$ – искомая аналитическая (полиномиальная) зависимость критерия K от факторов; $K_{KЭ}^i$ – значения критерия K , определенные в i -м расчете с параметрами D_{BT} и L_{BT} .

Аппроксимация методом МНК реализована с помощью математической программы MathCAD 14 [8]. В результате для критериев получены следующие аналитические формулы:

$$T_{\min}(D_{\text{ВТ}}, L_{\text{ВТ}}) - T_0 = 9,72 D_{\text{ВТ}}^2 + 0,043 L_{\text{ВТ}}^2 - 1,04 D_{\text{ВТ}} \cdot L_{\text{ВТ}} - 68,9 D_{\text{ВТ}} + 3,65 L_{\text{ВТ}} + 79,0; \quad (4)$$

$$\Phi(D_{\text{ВТ}}, L_{\text{ВТ}}) = -0,556 D_{\text{ВТ}}^2 - 1,09 \cdot 10^{-3} L_{\text{ВТ}}^2 + 8,69 \cdot 10^{-3} D_{\text{ВТ}} \cdot L_{\text{ВТ}} + 4,70 D_{\text{ВТ}} + 0,021 L_{\text{ВТ}} - 8,59, \quad (5)$$

где $(T_{\min} - T_0)$ измеряется в градусах, Φ – в кВт.

Полученные формулы могут использоваться для быстрой оценки (без выполнения реальных или компьютерных экспериментов) показателей эффективности вихревой трубы.

На рис. 4 показано влияние геометрических параметров вихревой трубы на показатели ее эффективности $(T_{\min} - T_0)$ и Φ , а на рис. 5 – номограммы для оптимизации геометрических параметров вихревой трубы (затемнены благоприятные области факторного пространства).

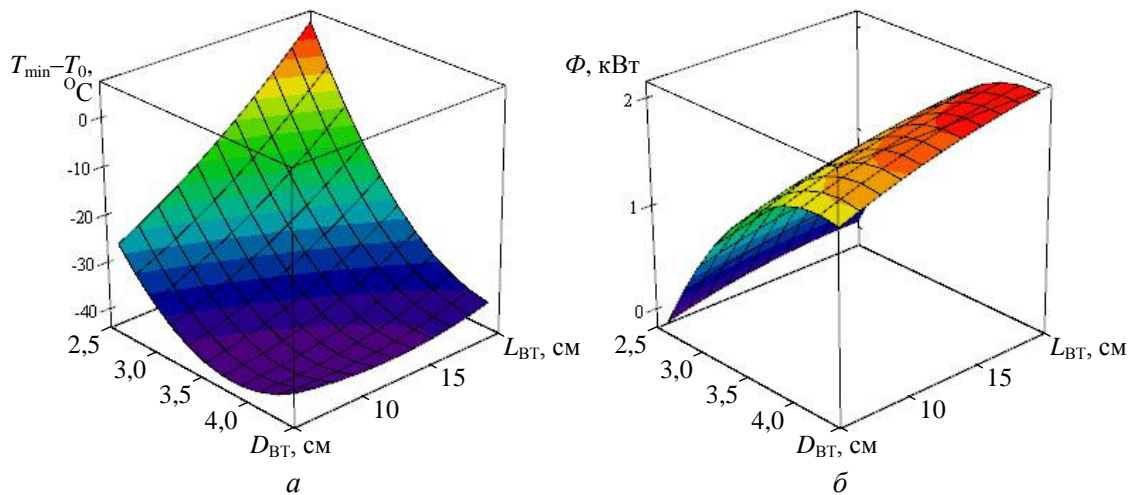


Рис. 4 – Графики влияния диаметра и длины вихревой трубы на показатели ее эффективности

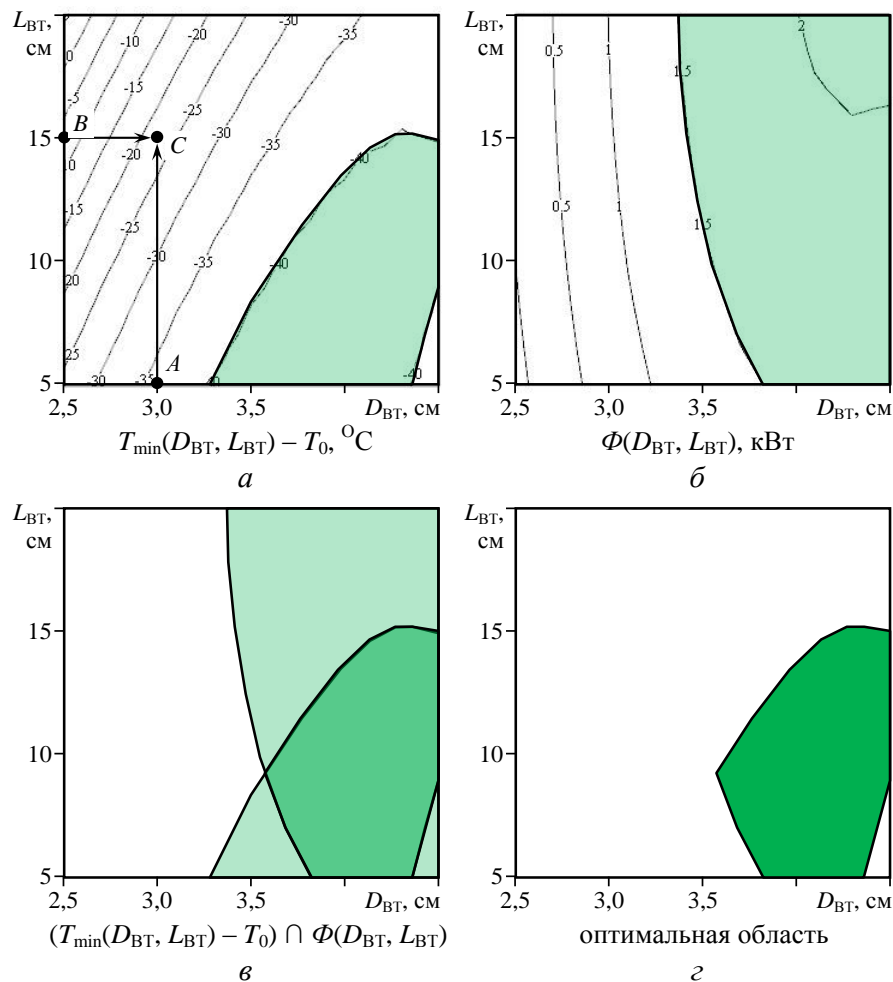


Рис. 5 – Номограммы для оптимизации геометрических параметров вихревой трубы $D_{\text{ВТ}}$ и $L_{\text{ВТ}}$

Преимущество предлагаемого номографического способа перед расчетным состоит в простоте использования. Он позволяет с достаточной для большинства инженерных расчетов точностью, по расположению оптимальной области в факторном пространстве, производить предварительные исследования рациональных геометрических параметров вихревой трубы.

Оптимальные геометрические параметры вихревой трубы, определенные по предлагаемым номограммам, следующие: диаметр вихревой трубы от 3,7 до 4,5 см; длина вихревой трубы от 5 до 14 см. При таких параметрах вихревая труба обеспечивает охлаждение поступающего воздуха более чем на 40 °С, и имеет холодопроизводительность более 1,5 кВт.

Таким образом, полученные номограммы позволяют без сложных математических вычислений производить предварительные исследования по определению оптимальных геометрических параметров вихревых труб и параметров газа на ее ходе.

Список литературы / References

1. Кукис В.С., Берестнев Г.А. Повышение эффективности наддува за счет стабилизации температуры воздуха, поступающего в цилиндры дизеля, работающего на переменных режимах // Тр. Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о земле, 2005. – С. 111–113.
2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. – Самара: Оптима, 1997. – 184 с.
3. Кукис В.С., Романов В.А., Шабалин Д.В. Использование вихревых труб в поршневых двигателях внутреннего сгорания. – СПб.: Изд-во ВА МТО. 2015. – 215 с.
4. Кукис В.С., Шабалин Д.В. Физико-математическая модель вихревых труб для регулирования температуры наддувочного воздуха // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. №1. – С. 129–133.
5. Шабалин Д.В., Кукис В.С., Посметьев В.В. Программа моделирования вихревого охладителя наддувочного воздуха (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ) № 2015618150. Выдано 31.07.2015.
6. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1958. – 336 с.
7. Лоусон Ч. Численное решение задач метода наименьших квадратов. – М.: Наука, 1986. – 232 с.
8. Тарасевич Ю. Ю. Численные методы на Mathcad'e: учебное пособие – Астрахань: Изд-во АГУ, 2000. – 70 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Kukis V.S., Berestnev G.A. Povyshenie jeffektivnosti nadduva za schet stabilizacii temperatury vozduha, postupajushhego v cilindry dizelja, rabotajushhego na peremennyh rezhimah [Increase in efficiency of the pressurization due to stabilization of air temperature arriving in cylinders of the diesel working at the variable modes] // Tr. Mezhdunarodnogo Foruma po problemam nauki, tehniki i obrazovanija [The international Forum on problems of science, the equipment and education]. – М.: Akademija nauk o zemle, 2005. – S. 111–113. [in Russian]
2. Merkulov A.P. Vihrevoj jeffekt i ego primenenie v tehnike [Vortex effect and its application in the equipment]. – Samara: Optima, 1997. – 184 s. [in Russian]
3. Kukis V.S., Romanov V.A., Shabalin D.V. Ispol'zovanie vihrevykh trub v porshnevnykh dvigateljah vnutrennego sgoranija [Use of vortex pipes in piston internal combustion engines]. – SPb.: Izd-vo VA MTO. 2015. – 215 s. [in Russian]
4. Kukis V.S., Shabalin D.V. Fiziko-matematicheskaja model' vihrevykh trub dlja regulirovanija temperatury nadduvochnogo vozduha [Physical and mathematical model of vortex pipes for regulation of temperature of nadduvochny air] // Nauchnye problemy transporta Sibiri i Dal'nego Vostoka [Scientific problems of transport of Siberia and the Far East]. – 2015. №1. – S. 129–133. [in Russian]
5. Shabalin D.V., Kukis V.S., Posmet'ev V.V. Programma modelirovanija vihrevogo ohladitelja nadduvochnogo vozduha (Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM) [Program of modeling of a vortex cooling agent of nadduvochny air (Certificate on the state registration of the computer program)] № 2015618150. Vydano 31.07.2015. [in Russian]
6. Linnik Ju.V. Metod naimen'shih kvadratov i osnovy matematiko-statisticheskoi teorii obrabotki nabljudenij [Method of the smallest squares and basis of the mathematico-statistical theory of handling of observations]. – М.: FIZMATLIT, 1958. – 336 s. [in Russian]
7. Louson Ch. Chislennoe reshenie zadach metoda naimen'shih kvadratov [Numerical solution of tasks of a method of the smallest squares]. – М.: Nauka, 1986. – 232 s. [in Russian]
8. Tarasevich Ju. Ju. Chislennye metody na Mathcad'e: uchebnoe posobie [Numerical methods on Mathcad'e: the education guidance] – Astrahan': Izd-vo AGU, 2000. – 70 s. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.081

Куликов М.А.

ORCID: 0000-0001-8944-9522, кандидат химических наук,

Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета

ОСВЕТЛЕНИЕ РЕЧНОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ**Аннотация**

Статья посвящена вопросам водоподготовки в части осветления речной воды. Актуальность работы продиктована повышением требований к качеству промышленной воды для химического производства. Представлены результаты исследований по определению оптимальных доз реагентов по осветлению речной воды в период паводка, на основании которых высказаны соответствующие рекомендации. Также приведены сравнительные испытания флокулянтов «Праестол 2510» и AN901 для осветления воды. По результатам исследований сделан вывод о возможности замены флокулянта «Праестол 2510» на AN901.

Ключевые слова: водоподготовка, доза реагента, флокулянт, «Праестол 2510», AN901

Kulikov M.A.

ORCID: 0000-0001-8944-9522, PhD in Chemistry,

State National Research Politechnical University of Perm, Berezniki branch

CLARIFICATION OF RIVER WATER IN WATER TREATMENT PROCESS**Abstract**

The article is devoted to water treatment issues regarding clarification of river water. Relevance of the work dictated by the increasing quality requirements of industrial water for the chemical industry. The results of studies to determine the optimal dose of reagents for clarification of river water during floods, on the basis of which made appropriate recommendations. comparative tests of flocculants "Praestol 2510" and AN901 for water clarification is also given. According to the research concluded that the possibility of replacing flocculant "Praestol 2510" on the AN901.

Keywords: water treatment, reagent dosage, flocculant, «Praestol 2510», AN901

С каждым годом промышленные предприятия потребляют все большее количество воды. Это связано как с увеличением объемов действующих производств, так и с внедрением новых технологических процессов. При этом к промышленной воде предъявляются все более жесткие требования по качеству. Для решения этой проблемы разрабатываются и внедряются новые методы подготовки воды [1-5].

Современная водоподготовка включает в себя целый комплекс различных процессов, одной из стадий подготовки природной воды является ее осветление. Цель этого процесса заключается в удалении из воды механических примесей. Грубодисперсные примеси удаляются достаточно легко под действием гравитационных сил. Сложнее всего удалить коллоидные частицы, которые имеют одноименный отрицательный заряд и вследствие взаимного отталкивания сохраняют свою устойчивость. Для разрушения коллоидных систем используются различные реагенты [6-9].

Одним из методов осветления воды является метод известкования совместно с коагуляцией и последующим вводом флокулянта. В качестве коагулянта используется сульфат железа (II). Наиболее оптимальной считается доза коагулянта 0,25-0,75 ммоль/дм³ FeSO₄. Оптимальная доза известкового молока подбирается в зависимости от дозы коагулянта таким образом, чтобы в осветленной воде всегда присутствовала гидратная щелочность в пределах 0,05-0,20 ммоль/дм³. В паводковый период в исходной воде повышается щелочность за счет увеличения содержания силикатов, органических и взвешенных веществ. При осветлении воды в паводковый период рекомендуется увеличение дозы сульфата железа (II) и уменьшение дозы известкового молока. Повышение дозы коагулянта способствует удалению органических веществ, являющихся стабилизирующими коллоидами по отношению к продуктам известкования.

Целью представленной работы является изучение процесса осветления речной воды в различных условиях. Исследование включало два этапа. На первом этапе изучено осветление речной воды в паводковый период. Второй этап посвящен поиску альтернативных флокулянтов для обеспечения потребностей процесса химводоподготовки в действующем производстве азотных удобрений. В настоящее время на предприятии используется «Праестол 2510». Необходимость поиска альтернативных вариантов обусловлена обеспечением бесперебойной работы производства в случае прекращения поставок «Праестола 2510». Для испытаний выбран флокулянт AN910 производства фирмы SNF FLOERGER, как наиболее близкий флокулянту «Праестол 2510». Флокулянты этой фирмы хорошо зарекомендовали себя при очистке воды [10].

Для определения оптимальных доз реагентов в паводковый период были проведены исследования, результаты которых отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные данные

Результаты испытаний от 27 апреля					
	1*	2*	3*	4*	Исходная вода
FeSO ₄ , ммоль/дм ³	1,65	1,65	1,41	1,41	
CaO, ммоль/дм ³	3,22	3,36	3,22	3,36	
Праестол, мг/дм ³	0,11				
Результаты испытаний через 30 минут					
	Вода во всех цилиндрах прозрачная				Исходная вода
pH	10,70	10,80	10,86	10,98	
Мутность, мг/дм ³	2,18	1,26	1,92	2,07	
Щелочность, ммоль/дм ³	1,20	1,33	1,46	1,79	
ОН ⁻ , ммоль/дм ³	0,47	0,49	0,48	0,71	
CO ₃ ²⁻ , ммоль/дм ³	0,73	0,84	0,98	1,79	
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,28	0,22	0,22	0,21	
Жесткость, ммоль/дм ³	3,20	3,41	3,36	3,56	
Результаты испытаний от 28 апреля					
	1*	2*	3*	4*	Исходная вода
FeSO ₄ , ммоль/дм ³	1,41	1,41	1,41	1,34	
CaO, ммоль/дм ³	2,80	2,94	2,80	2,94	
Праестол, мг/дм ³	0,11				
Результаты испытаний через 30 минут					
	Вода во всех цилиндрах прозрачная, но в 1 и 3 зависают мелкие хлопья				Исходная вода
pH	10,75	10,95	10,85	11,07	
Мутность, мг/дм ³	2,07	1,87	2,12	2,02	
Щелочность, ммоль/дм ³	1,02	1,45	1,20	1,42	
ОН ⁻ , ммоль/дм ³	0,17	0,45	0,35	0,57	
CO ₃ ²⁻ , ммоль/дм ³	0,85	1,00	0,85	0,85	
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,20	0,18	0,19	0,15	
Жесткость, ммоль/дм ³	3,16	3,41	3,26	3,61	
Результаты испытаний от 02 мая					
	1*	2*	3*	4*	Исходная вода
FeSO ₄ , ммоль/дм ³	1,41	1,41	1,41	1,41	
CaO, ммоль/дм ³	2,66	2,52	2,38	2,24	
Праестол, мг/дм ³	0,11				
Результаты испытаний через 30 минут					
	Во всех цилиндрах немного зависших мелких хлопьев				Исходная вода
pH	10,65	10,40	10,33	10,21	
Мутность, мг/дм ³	3,54	2,02	3,04	3,24	
Щелочность, ммоль/дм ³	1,02	1,00	0,90	0,90	
ОН ⁻ , ммоль/дм ³	0,22	0,10	0,10	0	
CO ₃ ²⁻ , ммоль/дм ³	0,80	0,90	0,80	0,90	
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,24	0,26	0,26	0,30	
Жесткость, ммоль/дм ³	3,16	3,41	3,26	3,61	
Результаты испытаний от 03 мая					
	1*	2*	3*	4*	Исходная вода
FeSO ₄ , ммоль/дм ³	1,41	1,34	1,38	1,31	
CaO, ммоль/дм ³	2,52	2,52	2,52	2,52	
Праестол, мг/дм ³	0,11				
Результаты испытаний через 30 минут					
	Незначительное количество зависших мелких хлопьев				Исходная вода
pH	10,32	10,49	10,41	10,50	
Мутность, мг/дм ³	2,38	2,12	2,89	3,49	
Щелочность, ммоль/дм ³	0,95	1,10	0,98	1,02	
ОН ⁻ , ммоль/дм ³	0,15	0,20	0,13	0,22	
CO ₃ ²⁻ , ммоль/дм ³	0,80	0,90	0,85	0,80	
Fe _{общ.} , мг/дм ³	0,24	0,27	0,24	0,24	
Жесткость, ммоль/дм ³	2,66	2,71	2,61	2,64	

Примечание: * – номер цилиндра с пробой

Согласно технологическим требованиям цеха химводоподготовки, качество известково-коагулированной воды должно соответствовать следующим нормам:

- жесткость общая, ммоль/дм³ – не более 4,0;
- щелочность общая, ммоль/дм³ – не более 1,0;
- щелочность гидратная, ммоль/дм³ – 0,05-0,20;
- железо общее, мг/дм³ – не более 0,3;
- мутность, мг/дм³ – не более 10,0;
- pH – 8,5-10,5.

Данные таблицы 1 показывают, что нормам соответствует осветленная вода, полученная в условиях опытов, проведенных 2 и 3 мая. Таким образом, для получения воды с требуемыми показателями качества необходимо работать со следующими дозами реагентов: сульфат железа (II) – 1,31-1,41 ммоль/дм³, известковое молоко – 2,38-2,52 ммоль/дм³. Эти дозы определены в лабораторных условиях при температуре осветления воды 22 °С, именно при этой температуре проходит осветление в цехе химводоподготовки предприятия.

На втором этапе исследования проведены сравнительные испытания флокулянтов «Праестол 2510» и AN910.

В производственных условиях приготовление раствора Праестола с концентрацией 0,1 % проводится путем загрузки порошкообразного флокулянта в заполненный водой бак и дальнейшего перемешивания раствора технологическим воздухом. Затем полученный однородный раствор с помощью центробежного насоса подается в бак приготовления рабочего раствора с концентрацией 0,01 %. Раствор этой концентрации подается в осветлители насосами-дозаторами.

Первоначально провели испытания по определению растворимости флокулянтов в воде, для чего приготовили растворы с концентрацией 0,5 % и 0,1 %.

Приготовление растворов полимеров с концентрацией 0,5 % проводили в стаканах вместимостью 1000 см³. В стаканы наливали дистиллированную воду. При интенсивном перемешивании с помощью магнитной мешалки всыпали навески полимеров таким образом, чтобы частицы падали в воду по отдельности одна за другой. Общее время растворения составило один час. По мере набухания растворы становились вязкими, и интенсивность перемешивания уменьшалась сама собой. При внесении флокулянтов в воду было замечено, что частицы порошкообразного AN910 хуже смачиваются водой и имеют тенденцию слипаться при снижении интенсивности перемешивания. Полученный раствор флокулянта AN910 более вязкий, чем раствор Праестола той же концентрации, и слегка мутный. При перемешивании магнитной мешалкой не представляется возможным установить одинаковую скорость перемешивания обоих растворов. Кроме того, по мере растворения флокулянтов увеличивается вязкость растворов и мешалкой перемешиваются только нижние слои, в то время как верхние слои остаются неподвижными.

При приготовлении растворов с концентрацией 0,1 % воду в стаканах, а затем и растворы, перемешивали стеклянной Z-образной мешалкой с регулируемой интенсивностью перемешивания. Растворение флокулянтов проводили с одной и той же интенсивностью перемешивания в течение часа. За это время оба флокулянта полностью растворились, несмотря на то, что частицы AN910 хуже смачивались водой и после погружения их в воду вначале образовались небольшие слипшиеся комочки. Раствор AN910 с концентрацией 0,1 % также более вязкий и слегка мутный.

Измерение кинематической вязкости полученных 0,1 %-ных растворов проводили с использованием вискозиметра ВПЖ-2 с внутренним диаметром капилляра 0,99 мм. Вязкость раствора Праестола составила 8,6 мм²/с, а раствора AN910 – 11,8 мм²/с (время истечения измеряли при t = 25 °С).

Для сравнения флокулирующих свойств Праестола и AN910 были проведены пробные коагуляции. Из растворов флокулянтов с концентрацией 0,1 % разбавлением были приготовлены 0,01 %-ные растворы. Растворы сульфата железа (II) и известкового молока были получены в действующем цехе химводоподготовки.

Пробные коагуляции проводили с дозами, соответствующими цеховым, а также с дозами, подобранными ранее для осветления речной воды в паводковый период, в этой связи качество осветленной воды не соответствует регламентированным нормам. Дозы реагентов и показатели осветленной воды приведены в таблице 2. Исходная речная вода имела следующие показатели:

- pH – 7,5;
- мутность, мг/дм³ – 6,38;
- щелочность, ммоль/дм³ – 0,6;
- общее железо, мг/дм³ – 1,9.

Таблица 2 – Сравнительные результаты пробных коагуляций

Температура воды 30 °С				
	1*	2**	3*	4**
FeSO ₄ , ммоль/дм ³	0,89	0,89	1,27	1,27
CaO, ммоль/дм ³	5,50	5,50	2,64	2,64
Праестол 2510, мг/дм ³	0,08	-	0,08	-
AN910, мг/дм ³	-	0,08	-	0,08
Результаты испытаний осветленной воды через 30 минут				
	Вода прозрачная в обоих цилиндрах		Мелкая взвесь зависает в обоих цилиндрах	
pH	11,3	11,4	10,7	10,7
Мутность, мг/дм ³	1,40	1,56	2,43	1,82
Щелочность, ммоль/дм ³	4,1	4,0	1,35	1,4
ОН ⁻ , ммоль/дм ³	3,1	3,3	0,45	0,5
СО ₃ ²⁻ , ммоль/дм ³	1,0	0,7	0,9	0,9
Fe _{общ.} , мг/дм ³	-	-	0,36	0,32

Примечание: * - коагуляция с добавлением Праестола 2510; ** - коагуляция с добавлением AN910

Пробные коагуляции проводились в цилиндрах вместимостью 1000 см³ при перемешивании воды вручную стеклянными палочками. После введения реагентов и окончания перемешивания осуществлялось визуальное наблюдение за образованием и осаждением хлопьев. Осветление речной воды с добавлением Праестола и AN910 происходило одинаково без существенных различий.

На основании проведенных сравнительных испытаний были сделаны следующие выводы.

1. Продолжительность растворения флокулянтов «Праестол 2510» и AN910 при приготовлении растворов с концентрацией 0,1% является одинаковой.

2. При визуальном наблюдении за процессом осветления речной воды в цилиндрах с добавлением Праестола 2510 и AN910 не выявлено различий в образовании и осаждении хлопьев.

3. Частицы порошкообразного полимера AN910 хуже смачиваются водой и имеют тенденцию слипаться при недостаточном перемешивании. Для растворения таких полимеров в производственных условиях рекомендуется использовать растворные баки с высокоскоростными мешалками. В связи с этим при приготовлении растворов этого флокулянта в действующем цехе химводоподготовки возможно образование комков из-за несовершенства конструкции мешалки, а также низкого давления технологического воздуха, используемого для перемешивания. Образовавшиеся комки повлекут залипание распределительной решетки технологического воздуха.

4. Полученные растворы флокулянта AN910 концентраций 0,1 % и 0,01 % более вязкие, чем растворы Праестола тех же концентраций. В цехе водоподготовки при перекачивании более вязких растворов усложнится работа всего оборудования и, прежде всего, насосов-дозаторов.

Список литературы / References

1. Лаптев А.Г., Сергеева Е.С. Водоподготовка и водоочистка в энергетике. Часть 1 // Вода: химия и экология. 2011. №3. С.33-40.
2. Касимова Ф.И., Стефаненко В.К. К вопросу об энергосбережении при водоподготовке // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 1 (102). С. 236-241.
3. Gray N.F. Water Technology. – Elsevier Science. 2010. 768 p.
4. Кофман В.Я. Напорная флотация в водоподготовке (обзор зарубежных изданий) // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №. 5. С. 44-48.
5. Носырев М.А., Комляшев Р.Б., Вешняков А.В., Ильина С.И., Терпугов Г.В. Водоподготовка на химическом предприятии с использованием мембранных модулей неэквивалентного переноса // Успехи в химии и химической технологии. 2012. Т.26. № 1(130). С. 105-108.
6. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 1. С. 9-15.
7. Музыченко О.В., Мандрик Т.С. Современные коагулянты // Вологдинские чтения. 2009. № 76. С. 82-84.
8. Гречанков А.В., Платонов А.П., Ковчур С.Г., Ковчур А.С. Новые коагулянты и флокулянты в процессах водоподготовки // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2012. № 2 (23). С. 102-107.
9. Даминев Р.Р., Асфандияров Р.Н., Фаткуллин Р.Н., Асфандиярова Л.Р., Юнусова Г.В. Синтетические полиэлектролиты отечественного производства – области применения, перспективы использования // Нефтегазовое дело. 2015. № 6. С. 431-442.
10. Реагенты для питьевой воды – URL <http://snf-group.ru/wp-content/uploads/2015/05/FLOQUAT-FLOPAM-reagentyi-dlya-pitevoi---vodyi.pdf> (дата обращения 24.09.2016 г.).

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Laptev A.G., Sergeeva E.S. Vodopodgotovka i vodoochistka v jenergetike. Chast' 1 [Water and waste water treatment in the energy sector. Part 1] // Voda: himija i jekologija [Water: chemistry and ecology]. 2011. №3. S.33-40. [in Russian]
2. Kasimova F.I., Stefanenko V.K. K voprosu ob jenergosberezhenii pri vodopodgotovke [On the issue of energy efficiency in water treatment] // Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki [Southern Federal University. Technical science]. 2010. № 1 (102). S. 236-241. [in Russian]
3. Gray N.F. Water Technology. – Elsevier Science. 2010. 768 p.
4. Kofman V.Ja. Napornaja flotacija v vodopodgotovke (obzor zarubezhnyh izdanij) [The pressure flotation in water treatment (review of foreign publications)] // Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika [Water Supply and Sanitary Equipment]. 2013. №. 5. S. 44-48. [in Russian]
5. Nosyrev M.A., Komljasev R.B., Veshnjakov A.V., Il'ina S.I., Terpugov G.V. Vodopodgotovka na himicheskom predpriyatii s ispol'zovaniem membrannyh modulej neekvivalentnogo perenosa [Water at a chemical plant using membrane modules unequal transfer] // Uspehi v himii i himicheskoj tehnologii [Advances in chemistry and chemical technology]. 2012. T.26. № 1(130). S. 105-108. [in Russian]
6. Draginskij V.L., Alekseeva L.P. Osobennosti primenenija koagulantov dlja ochistki prirodnyh cvetnyh vod [Features of the application of coagulants for the purification of natural colored water] // Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika [Water Supply and Sanitary Equipment]. 2008. № 1. S. 9-15. [in Russian]
7. Muzychenko O.V., Mandrik T.S. Sovremennye koagulyanty [Modern coagulants] // Vologdinskie chtenija [Vologdinskie reading]. 2009. № 76. S. 82-84. [in Russian]
8. Grechankov A.V., Platonov A.P., Kovchur S.G., Kovchur A.S. Novye koagulyanty i flokuljanty v processah vodopodgotovki [New coagulants and flocculants in water treatment processes] // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Vitebsk State Technological University]. 2012. № 2 (23). S. 102-107. [in Russian]
9. Daminev R.R., Asfandijarov R.N., Fatkullin R.N., Asfandijarova L.R., Junusova G.V. Sinteticheskie polijeletrolity otechestvennogo proizvodstva – oblasti primenenija, perspektivy ispol'zovanija [Synthetic polyelectrolytes domestic production - application, use prospects] // Neftegazovoe delo [Oil and gas business]. 2015. № 6. S. 431-442. [in Russian]
10. Reagenty dlja pit'evoj vody [Reagents for drinking water] – URL <http://snf-group.ru/wp-content/uploads/2015/05/FLOQUAT-FLOPAM-reagentyi-dlya-pitevoi---vodyi.pdf> (data obrashhenija 24.09.2016 g.). [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.011

Кулиш А.В.

Аспирант,

Санкт-Петербургский горный университет

МОДЕЛЬ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА С СОХРАНЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ И ЕГО СВОЙСТВА*Аннотация*

В этой работе предлагается первая модель межсетевого экрана сохраняющего состояние. В этой модели, каждый сохраняющий состояние межсетевой экран имеет набор переменных, называемых состоянием межсетевого экрана, который используется для хранения некоторых пакетов, принятых ранее, и которые нужно помнить в ближайшем будущем. Межсетевой экран с сохранением состояния состоит из двух разделов: с учетом сохранения состояния и без сохранения состояния. При получении пакета межсетевой экран обрабатывает его в два этапа. Значимая часть этой статьи посвящена анализу свойств сохраняющих состояние межсетевых экранов.

Ключевые слова: межсетевой экран, с сохранением состояния, без сохранения состояния, сетевой интерфейс.

Kulish A.V.

Postgraduate student,

Saint-Petersburg Mining University

FIREWALL STATEFUL MODEL, AND ITS PROPERTIES*Abstract*

In this paper we propose a model of the first firewall stateful. In this model, each stateful firewall has a set of variables, called the state of the firewall, which is used to store some packets received previously and to keep in mind in the near future. Each firewall with stateful consists of two sections: in view of the persistence and stateless. When receiving a packet firewall processes it in two stages. Much of this article is devoted to analysis of the properties of stateful firewalls.

Keywords: firewall, stateful, stateless, the network interface.

Введение

Работа в качестве первой линии защиты от несанкционированного и потенциально вредоносного трафика, межсетевые экраны были широко использованы в большинстве предприятий и учреждений для обеспечения безопасности частных сетей. Межсетевой экран помещается в точке входа между частной сетью и внешними сетями, так что все входящие и исходящие пакеты должны проходить через него.

Функцией межсетевого экрана является определение каждого входящего или исходящего пакета одним из наборов предопределенных решений, таких, как принять или отклонить. На основании того, как принято решение для каждого пакета, межсетевые экраны подразделяются на межсетевые экраны без сохранения состояния (stateless) и межсетевые экраны сохраняющие состояние (stateful). Если межсетевой экран решает судьбу каждого пакета исключительно путем изучения самого пакета, то межсетевой экран называется stateless межсетевым экраном. Если межсетевой экран принимает решения для некоторых пакетов не только путем изучения самого пакета, но и путем анализа пакетов, которые межсетевой экран принял ранее, то он называется stateful межсетевым экраном. Используя stateful межсетевые экраны для защиты частной сети, можно добиться более точного контроля доступа путем отслеживания состояния связи между частной сетью и внешними сетями. Например, stateful межсетевой экран может отказаться принимать любой пакет с удаленного хоста на локальный хост, если локальный хост ранее не отправил пакет на этот удаленный хост.

Несмотря на разнообразие продуктов stateful межсетевых экранов в Интернете были доступны и размещены в течение некоторого времени, такие как Cisco PIX Firewalls, Cisco Reflexive ACLs, CheckPoint FireWall-1 и Netfilter / IPTables, но модели для описания подобных межсетевых экранов не существует. Отсутствие такой модели является существенным препятствием для дальнейшего развития технологии stateful межсетевого экрана. Во-первых, без модели, трудно провести исследование stateful межсетевых экранов. Это объясняет, почему так мало исследований по stateful межсетевым экранам, было сделано до сих пор. В отличие от этого, существуют многочисленные исследования stateless межсетевых экранов и на основе этих исследований можно выгодно использовать хорошо налаженные правила для подобных межсетевых экранов, отраженные в результатах подобных исследований. Вопрос о том, как разрабатывать и анализировать stateful межсетевые экраны, остается без ответа. Во-вторых, из-за того, что нет модели описывающей stateful межсетевые экраны, в существующих продуктах межсетевых экранов функциональные возможности отслеживания были жестко закодированы. Например, Cisco PIX Firewalls не отслеживают состояние для пакетов ICMP. Следовательно, это создает трудности для администратора такого межсетевого экрана при отслеживании Ping-пакетов. Без определения модели, трудно проанализировать свойства stateful межсетевых экранов. Например, трудно проанализировать свойства существующих межсетевых экранов, так как некоторые из функций этих межсетевых экранов жестко закодированы, в то время как другие определяются их администраторами. В целом, существует необходимость в модели, описывающей межсетевые экраны с сохранением состояния.

В этой статье предлагается модель stateful межсетевого экрана. В этой модели межсетевого экрана, каждый межсетевой экран имеет переменный набор правил, называемый состоянием межсетевого экрана, который используется для хранения некоторых пакетов, которые межсетевой экран, принял ранее, и которые нужно помнить в ближайшем будущем. Каждый межсетевой экран состоит из двух разделов: раздел stateful и stateless. Каждая секция состоит из последовательности правил. Для каждого пакета, раздел с сохранением состояния используется, чтобы проверить, влияет ли состояние предыдущего пакета, на то, что произойдет с текущим пакетом. Предполагается, что каждый пакет имеет дополнительное поле под названием тег, для сохранения результата проверки. В секции без

сохранения состояния решения о судьбе пакета принимаются на основе информации, содержащейся в самом пакете и его значение тега.

Модель межсетевого экрана

В этом разделе представлена модель межсетевого экрана на примере простого межсетевого экрана, который находится на маршрутизаторе шлюза, изображенного на рис. 1. Этот маршрутизатор имеет два интерфейса: интерфейс 0, который соединяет маршрутизатор с Интернетом, а также интерфейс 1, который соединяет маршрутизатор с частной сетью.

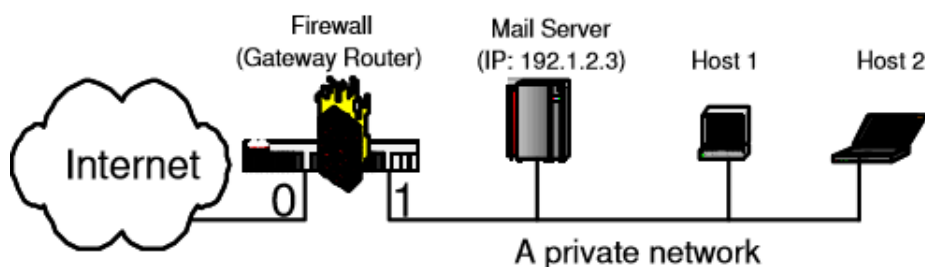


Рис. 1 – Межсетевой экран для частной сети

Этот межсетевой экран отслеживает протокол Ping (Packet Internet Protocol Groper), чтобы противостоять "Smurf" атакам. Протокол Ping используется хостом, чтобы определить, является ли другой хост верхним. Когда хост *A* хочет проверить, является ли хост *B* верхним, *A* посылает *B* серию ICMP (протокол Internet Control Message) пинг (т.е. эхо-запроса) пакетов. Все эти пинг-пакеты имеют один и тот же идентификатор, но разные порядковые номера. Когда *B* получает от пинг-пакета с идентификатором *x* и порядковым номером *y*, *B* посылает обратно пинг (т.е. эхо-ответ) пакет с такой же идентификатор *x* и тем же номером последовательности *y*. "Smurf" атака, типа отказа в обслуживании, работает следующим образом: злоумышленник отправляет пинг-пакет, чей IP-адрес источника изменен на IP-адрес хоста жертвы, на широковещательный адрес подсети. Впоследствии, каждый хост в подсети будет посылать пакет пинг на хост-жертву.

Один из способов борьбы с "Smurf" атаками для частной сети является использование межсетевого экрана для того, чтобы отменить каждый входящий пакет пинг если он не соответствует предыдущему пинг-пакету, отправленному из частной сети. Предположим, что мы хотим настроить межсетевой экран на рисунке 1 таким образом, что когда пакет пинг прибывает, межсетевой экран должен проверить, видел ли он соответствующий пакет пинг.

Раздел с сохранением состояния:

$$R_1: I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\} \wedge AS = D' \wedge D = S' \wedge ID = ID' \wedge SN = SN' \rightarrow tag := 1$$

Раздел без сохранения состояния:

$$r_1: I \in \{1\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{ping\} \wedge tag \in all \rightarrow accept; insert$$

$$r_2: I \in \{1\} \wedge P \in all \wedge T \in all \wedge tag \in all \rightarrow accept$$

$$r_3: I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\} \wedge tag \in \{1\} \rightarrow accept$$

$$r_4: I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\} \wedge tag \in \{0\} \rightarrow discard$$

$$r_5: I \in \{0\} \wedge P \in all \wedge T \in all \wedge tag \in all \rightarrow accept$$

Рис. 2 – Отслеживание протокола Ping

Это требует от межсетевого экрана запоминания пакетов пинг, которые были отправлены из частной сети во внешнюю. В этой модели межсетевого экрана, каждый межсетевой экран имеет набор переменных, который называется состоянием. Состояние межсетевого экрана содержит пакеты, которые межсетевой экран принял ранее, и которые нужно учитывать в ближайшем будущем. В этом примере межсетевого экрана, пинг-пакеты, которые посылаются из частной сети к внешним сетям хранятся в состоянии межсетевого экрана.

В данной модели межсетевого экрана, каждый межсетевой экран состоит из двух разделов: раздел Stateful и Stateless. Stateful секция используется для проверки каждого пакета до попадания в систему. Stateless секция используется, чтобы произвести действия с пакетом после того, как пакет прошел первичную проверку. Для того чтобы сохранить результат проверки в секции с учетом состояния для каждого пакета, предполагается, что каждый пакет имеет дополнительное поле под названием тег. Значение поля тега пакета представляет собой целое число, начальное значение которого равно нулю. Область поля тега зависит от того, сколько возможных значений тегов

потребуется межсетевому экрану. В приведенном выше примере межсетевого экрана, когда пакет прибывает, если это пакет пинг и соответствующий пакет пинг находится в состоянии, то тегу поля пакета присваивается 1; в противном случае тег поля пакета сохраняет начальное значение 0. Таким образом, область поля тега в этом примере $[0, 1]$.

Пакет над полями F_1, \dots, F_d должен быть d -tuple (p_1, \dots, p_d) , где каждый из p_i в области $D(F_i)$ из поля F_i , и каждый $D(F_i)$ является интервалом неотрицательных целых чисел. Например, область адреса источника в пакете I является $[0, 2^{32})$.

Stateful секция межсетевого экрана состоит из последовательности правил, где каждое правило называется Stateful правилом. Stateful состояние правило имеет вид

$$P(F_1, \dots, F_d, F'_1, \dots, F'_d, \text{tag}') \rightarrow \text{tag} := x$$

где $P(F_1, \dots, F_d, F'_1, \dots, F'_d, \text{tag}')$ предикат над $F_1, \dots, F_d, F'_1, \dots, F'_d, \text{tag}'$. Пакет (p_1, \dots, p_d) соответствует указанному выше правилу iff (если и только если) существует пакет (p'_1, \dots, p'_d) со значением тега t' в состоянии межсетевого экрана таким образом, что $P(p_1, \dots, p_d, p'_1, \dots, p'_d, t')$ верно. Смысл этого правила с учетом состояния выглядит следующим образом. Учитывая, что пакет p соответствует этому правилу с учетом состояния (но не соответствует другим динамическим правилам, перечисленным до этого правила), значение тега этого пакета p изменяется от начального значения от 0 до нового значения x .

Секция stateless межсетевого экрана также включает последовательность правил, где каждое правило называется правилом stateless. Stateless правило имеет вид

$$F_1 \in S_1 \wedge \dots \wedge F_d \in S_d \wedge \text{tag} \in S_t \rightarrow (\text{decision})$$

где каждый S_i непустое подмножество области F_i для $0 \leq i \leq d$ и S_t непустое подмножество области поля тегов, и (решение) будет "принимать", или "принять; вставить", или "отменить". Для каждого i ($1 \leq i \leq D$), если $S_i = D(F_i)$, можно заменить $F_i \in S_i$ на $F_i \in \text{all}$, или удалить конъюнкт $F_i \in D(F_i)$ из правила. Пакет (p_1, \dots, p_d) со значением тега t соответствует указанным выше правилу тогда и только тогда условия $p_1 \in S_1 \wedge \dots \wedge p_d \in S_d \wedge t \in S_t$ выполнено. Смысл правила stateless заключается в следующем: пакет p соответствует этому правилу stateless (но p не соответствует другим правилам stateless, перечисленным до этого правила), решение для этого пакета выполняется. Если решение будет "принять", то пакету p будет разрешено перейти к месту назначения. Если решение "принять; вставить", то пакету p будет разрешено перейти к месту назначения и дополнительно пакет p (вместе с его значением тега) вставляется в состояние межсетевого экрана. Если решение будет "отбросить", то пакет p отбрасывается межсетевым экраном.

В примере межсетевого экрана на рисунке 1, предполагается, что каждый пакет имеет следующие семь полей. Для простоты, считается, что каждый пакет имеет поле, содержащее идентификатор сетевого интерфейса, на который пакет прибывает.

Таблица 1

Имя	Значение	Область
I	Интерфейс	$[0, 1]$
S	IP-адрес источника	$[0, 2^{32})$
D	IP-адрес получателя	$[0, 2^{32})$
P	Тип протокола	$\{tcp, udp, icmp\}$
T	echo packet type	$\{ping, pong\}$
ID	echo packet ID	$[0, 2^{16})$
SN	echo packet sequence number	$[0, 2^{16})$

В этом примере межсетевого экрана, состояние соединений секций состоит из одного правила: $I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge ID = ID' \wedge SN = SN' \rightarrow \text{tag} := 1$. Смысл этого правила заключается в следующем: если пакет p это входящий пакет пинг (обозначенный $I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\}$), и существует пакет p' в таком состоянии, что следует четырем условиям:

1. адрес источника p равен адресу назначения p' (обозначается $S = D'$),
2. адрес получателя p равен адресу источника p' (обозначается $D = S'$),
3. идентификатор p равен идентификатору p' (обозначаемые $ID = ID'$),
4. порядковый номер p равно числу последовательностей p' (обозначаемой $SN = SN'$),

после тегу поля пакета p присваивается 1; в противном случае тег поля пакета p сохраняет свое первоначальное значение 0. В этом примере межсетевого экрана, состояния stateless состоит из пяти правил, функция которых состоит в соотношении каждого пакета с определенным значением тега к одному из predetermined решений. Смысл правила r_1 выглядит следующим образом: если пакет из семи полей (а именно I, S, D, P, T, ID, SN) соответствует правилу r_1 , то межсетевого экран позволяет пакету перейти к месту назначения и дополнительно пакет (который является кортежем из семи полей) вместе со своим значением тега вставляется в состояние межсетевого экрана.

Когда межсетевого экран включает пакет (p_1, \dots, p_d) со значением тега в состоянии межсетевого экрана, то ему не нужно вставлять все d поля пакета. Например, с учетом приведенного выше примера межсетевого экрана на рисунке 2, его stateful секция состоит из одного правила $I \in \{0\} \wedge P \in \{icmp\} \wedge T \in \{pong\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge ID = ID' \wedge SN = SN' \rightarrow \text{tag} := 1$. Это правило рассматривает только четыре поля пакетов в состоянии: S, D, ID и SN. Поэтому, вместо того, чтобы включить пакет всех семи полей (а именно I, S, D, P, T, ID, SN) вместе со значением тега пакета в состояние, нужно только включить кортеж четыре поля (S, D, ID и SN).

Два правила stateless конфликтуют тогда и только тогда если существует, по крайней мере, один пакет, соответствует обоим правилам и если два правила имеют разные решения. Например, правило r_1 и правило r_2 в разделе stateless межсетевого экрана на рисунке 2 конфликтуют. Два stateful правила конфликтуют тогда и только

тогда, когда в доступном состоянии межсетевого экрана существует по крайней мере один пакет, который соответствует обоим правилам и два правила имеют разные решения. В этой модели межсетевого экрана, и для stateful секции и секции stateless, мы следуем соглашению, что stateless межсетевые экраны используются для разрешения конфликтов: пакет направляется на решение первого правила, которому соответствует пакет.

Набор правил является всеобъемлющим, для любого пакета, есть, по крайней мере, одно правило в наборе, которому соответствует пакет. Набор всех правил в разделе stateless межсетевого экрана должен быть комплексным, так как каждый пакет должен быть отображен в решении. Множество всех правил в разделе stateful межсетевого экрана не должно быть исчерпывающим. Это происходит потому, что функцией секции stateful является присвоение значения отличного от нуля тегу полей некоторых пакетов, но не для всех пакетов. Полученный межсетевым экраном пакет задается с помощью этой модели. Следующие шаги описывают, как межсетевой экран обрабатывает этот пакет.

Шаг 1. Проверка в stateful секции:

Если $P(F_1, \dots, F_d, F'_1, \dots, F'_d, \text{tag}) \rightarrow \text{tag} = x$

является первым stateful правилом, согласно которому соответствует данный

пакет, то тегу пакета присваивается значение x ;

иначе тег пакета сохраняет значение 0.

|

Шаг 2. Проверка в разделе stateless:

Если $F_1 \in S_1 \wedge \dots \wedge F_d \in S_d \wedge \text{tag} \in S_t \rightarrow (\text{decision})$

является первым stateless правилом, которому соответствует данный пакет,

то решение выполняется для пакета.

Рис. 3 – Обработка данного пакета

Разделив межсетевой экран на секции stateful и stateless, можно применить существующие результаты исследования stateless межсетевых экранов, поскольку в одиночку раздел stateless фактически полноценный stateless межсетевой экран. Кроме того, существующие алгоритмы классификации пакетов stateless межсетевых экранов до сих пор могут быть использованы для сопоставления пакета с определенным значением тега к первому правилу, значит пакет соответствует секции stateless.

Заключение

Эта работа является первым шагом в проектировании и анализе stateful межсетевых экранов. Эта модель открывает двери для новых исследований stateful межсетевых экранов. Она простая, но может выражать различные состояния функциональных возможностей отслеживания. Это позволяет наследовать результаты в проектировании и анализе stateless межсетевых экранов. Некоторые вопросы, связанные данной моделью stateful межсетевого экрана оставлены для дальнейшей работы, например, как эффективно реализовать эту модель и как использовать ее для анализа других свойств сохраняющих stateful межсетевых экранов.

Список литературы / References

1. E. Al-Shaer and H. Hamed. Discovery of policy anomalies in distributed firewalls. In IEEE INFOCOM'04, pages 2605–2616, March 2004.
2. M. G. Gouda and A. X. Liu. Firewall design: consistency, completeness and compactness. In Proc. of the 24th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'04), pages 320–327.
3. Y. Bartal, A. J. Mayer, K. Nissim, and A. Wool. Firmato: A novel firewall management toolkit. Technical Report EES2003-1, Dept. of Electrical Engineering Systems, Tel Aviv University, 2003.
4. CheckPoint FireWall-1. <http://www.checkpoint.com/>. Date of access: March 25, 2005.
5. Netfilter/IPTables. <http://www.netfilter.org/>. Date of access: March 25, 2005.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.010

Кулиш А.В.

Аспирант, Санкт - Петербургский горный университет

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА С СОХРАНЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ**Аннотация**

В этой работе предлагается пример использования модели межсетевого экрана с сохранением состояния. В этом примере, каждый сохраняющий состояние межсетевой экран имеет набор переменных, называемых состоянием межсетевого экрана, который используется для хранения некоторых пакетов, принятых ранее, и которые нужно помнить в ближайшем будущем. Каждый межсетевой экран с сохранением состояния состоит из двух разделов: с учетом сохранения состояния и без сохранения состояния. Данная работа посвящена проверке работы модели межсетевого экрана с сохранением состояния для отслеживания исходящих пакетов и для отслеживания FTP-пакетов.

Ключевые слова: межсетевой экран, с сохранением состояния, без сохранения состояния, FTP-протокол, исходящий пакет.

Kulish A.V.

Postgraduate student, Saint-Petersburg Mining University

EXAMPLES OF USING STATEFUL FIREWALL**Abstract**

In this paper we propose a model example of using a firewall with stateful. In this example, a stateful firewall is a set of variables, called the state of the firewall, which is used to store some packets received previously and to keep in mind in the near future. Each firewall with stateful consists of two sections: in view of the persistence and stateless. This work is devoted to the verification of the model firewall with stateful tracking of outgoing packets and to monitor FTP -packages.

Keywords: firewall, stateful, stateless, FTP-protocol, outbound packet.

Введение

Функцией межсетевого экрана является определение каждого входящего или исходящего пакета одним из наборов predetermined решений, таких, как принять или отклонить. На основании того, как принято решение для каждого пакета, межсетевые экраны подразделяются на межсетевые экраны без сохранения состояния (stateless) и межсетевые экраны сохраняющие состояние (stateful). Если межсетевой экран решает судьбу каждого пакета исключительно путем изучения самого пакета, то межсетевой экран называется stateless межсетевым экраном. Если межсетевой экран принимает решения для некоторых пакетов не только путем изучения самого пакета, но и путем анализа пакетов, которые межсетевой экран принял ранее, то он называется stateful межсетевым экраном. Используя stateful межсетевые экраны для защиты частной сети, можно добиться более точного контроля доступа путем отслеживания состояния связи между частной сетью и внешними сетями. Например, stateful межсетевой экран может отказаться принимать любой пакет с удаленного хоста на локальный хост, если локальный хост ранее не отправил пакет на этот удаленный хост.

В этой статье предлагаются примеры использования модели stateful межсетевого экрана. Целью данной работы является проверка работы модели stateful межсетевого экрана для отслеживания исходящих пакетов и для отслеживания FTP-пакетов.

Модель межсетевого экрана

Представленная модель межсетевого экрана на примере простого межсетевого экрана, который находится на маршрутизаторе шлюза, изображенного на рис. 1. Этот маршрутизатор имеет два интерфейса: интерфейс 0, который соединяет маршрутизатор с Интернетом, а также интерфейс 1, который соединяет маршрутизатор с частной сетью.

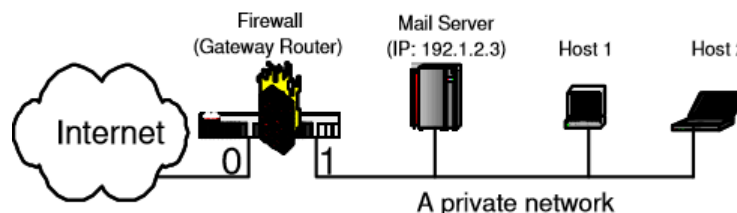


Рис. 1 – Межсетевой экран для частной сети

В этой модели межсетевого экрана, каждый межсетевой экран имеет переменный набор правил, называемый состоянием межсетевого экрана, который используется для хранения некоторых пакетов, которые межсетевой экран, принял ранее, и которые нужно помнить в ближайшем будущем. Каждый межсетевой экран состоит из двух разделов: раздел stateful и stateless. Каждая секция состоит из последовательности правил. Для каждого пакета, раздел с сохранением состояния используется, чтобы проверить, влияет ли состояние предыдущего пакета, на то, что произойдет с текущим пакетом. Предполагается, что каждый пакет имеет дополнительное поле под названием тег, для сохранения результата проверки. В секции без сохранения состояния решения о судьбе пакета принимаются на основе информации, содержащейся в самом пакете и его значение тега.

Примеры межсетевого экрана

В этом разделе будут показаны два примера stateful межсетевых экранов.

Пример I: Отслеживание исходящих пакетов

Предполагается, что требования, предъявляемые к межсетевому экрану на рисунке 1 следующие:

1. Любой пакет от внешнего злонамеренного домена 192.168.0.0/16 должен быть отброшен
2. Почтовый сервер с IP-адресом 192.1.2.3, должен иметь возможность отправлять и получать электронную почту, но трафик, не относящийся к электронной почте не должен допускаться к почтовому серверу.
3. Любой пакет с удаленного хоста на локальный хост, который не является почтовым сервером, отбрасывается, если локальный хост уже не отправил пакет на удаленный хост ранее. Другими словами, связь между локальным и удаленным хостом может быть установлена только локальным хостом.

Секция Stateful:

$$R_1: I \in \{0\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge SP = DP' \wedge DP = SP' \wedge P = P' \rightarrow \text{tag} := 1$$

Секция Stateless:

$$r_1: I \in \{1\} \wedge S \in \{192.1.2.3\} \wedge D \in \text{all} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \text{all} \rightarrow \text{accept}$$

$$r_2: I \in \{1\} \wedge S \in \text{all} \wedge D \in \text{all} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \text{all} \rightarrow \text{accept; insert}$$

$$r_3: I \in \{0\} \wedge S \in [192.168.0.0, 192.168.255.255] \wedge D \in \text{all} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \text{all} \rightarrow \text{discard}$$

$$r_4: I \in \{0\} \wedge S \in \text{all} \wedge D \in \{192.1.2.3\} \wedge DP \in \{25\} \wedge P \in \{\text{tcp}\} \wedge \text{tag} \in \text{all} \rightarrow \text{accept}$$

$$r_5: I \in \{0\} \wedge S \in \text{all} \wedge D \in \{192.1.2.3\} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \text{all} \rightarrow \text{discard}$$

$$r_6: I \in \{0\} \wedge S \in \text{all} \wedge D \in \text{all} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \{1\} \rightarrow \text{accept}$$

$$r_7: I \in \{0\} \wedge S \in \text{all} \wedge D \in \text{all} \wedge DP \in \text{all} \wedge P \in \text{all} \wedge \text{tag} \in \{0\} \rightarrow \text{discard}$$

Рис. 2 – Отслеживание исходящих пакетов

В этом примере предполагается, что каждый пакет имеет шесть полей. Четыре из них обсуждались ранее: I (интерфейс), S (IP-адрес источника), D (IP-адрес назначения) и P (тип протокола). Остальные два являются следующими:

Таблица 1

Имя	Значение	Область
SP	Порт источника	$[0, 2^{16})$
DP	Порт назначения	$[0, 2^{16})$

На рисунке 2 показана спецификация этого межсетевого экрана. Его stateful секция состоит из одного правила $I \in \{0\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge SP = DP' \wedge DP = SP' \wedge P = P' \rightarrow \text{tag} := 1$. Смысл этого правила заключается в следующем: если p - входящий пакет (обозначается $I \in \{0\}$), и существует пакет p' в таком состоянии, что следует пяти условиям:

1. адрес источника p равен адресу назначения p' (обозначается $S = D'$),
2. адрес назначения p равен адресу источника p' (обозначается $D = S'$),
3. номер порта источника p равен номеру порта назначения p' (обозначается $SP = DP'$),
4. номер порта получателя p равен номеру порта источника p' (обозначается $DP = SP'$),
5. тип протокола p равно, что p' (обозначается $P = P'$),

после чего поля пакета p присваиваются 1; в противном случае тег поля пакета p сохраняет значение 0.

Раздел stateless данного межсетевого экрана состоит из семи правил от r_1 до r_7 . Смысл правила r_2 выглядит следующим образом: любой исходящий пакет из локального хоста, кроме почтового сервера может перейти к месту назначения, также этот пакет, который представляет собой кортеж из шести полей (а именно I, S, D, P, SP, DP), вместе со своим значением тега, вставляется в состояние межсетевого экрана. Так как stateful часть этого межсетевого экрана исследует только пять полей (а именно S, D, P, SP, и DP) пакетов в состоянии этого межсетевого экрана, нужно только вставить эти пять полей пакета в состояние.

Пример 2: Отслеживание FTP протокола

В этом разделе показан пример межсетевого экрана, который отслеживает протокол FTP. Протокол передачи файлов (FTP) представляет собой протокол приложение, которое используется для передачи файлов между двумя узлами. Предполагается, что межсетевой экран на рисунке 1 позволяет любому локальному узлу инициировать FTP-соединение с удаленным хостом, но любой удаленный хост не может инициировать FTP соединение с локальным узлом. Для простоты, предполагается, что не-FTP трафик отбрасывается.

Двойная функция подключения усложняет отслеживание FTP. FTP использует два соединения TCP для передачи файлов между двумя хостами: управляющее соединение и подключение для передачи данных. Когда клиент хочет подключиться к удаленному серверу FTP, он использует один из имеющихся номеров портов, скажем x , чтобы подключиться к серверу к известному порту 21. Это соединение между клиентом порта x и портом сервера 21, называется управляющее соединение. FTP использует управляющее соединение для передачи команд FTP, такие как

CWD (изменить рабочий каталог) и PORT (указать номер порта, который клиент будет использовать для передачи данных). После этого управляющее соединение строится между клиентом и сервером, клиент посылает команду PORT со значением y , где y представляет собой доступный порт клиента, на сервер через это соединение управления. После того, как команда PORT получена, сервер использует известный порт 20 для подключения обратно к порту y клиента. Это соединение между портом клиента y и порта 20 сервера, называется соединением для передачи данных. Управляющее соединение иницируется клиентом FTP и соединение данных иницируется FTP-сервером. Это способ двойной связи протокола FTP показан на рисунке 4.

Секция Stateful:

$$\begin{aligned} R_1 : I \in \{0\} \wedge SP \in \{21\} \wedge P \in \{tcp\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge DP = SP' \wedge DP' \in \{21\} \rightarrow tag := 1 \\ R_2 : I \in \{0\} \wedge SP \in \{20\} \wedge P \in \{tcp\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge T' = 1 \wedge DP = A' \wedge DP' \in \{21\} \rightarrow tag := 1 \\ R_3 : I \in \{1\} \wedge DP \in \{20\} \wedge P \in \{tcp\} \wedge S = D' \wedge D = S' \wedge SP = DP' \wedge SP' \in \{20\} \rightarrow tag := 1 \end{aligned}$$

Секция Stateless:

$$\begin{aligned} r_1 : I \in \{1\} \wedge SP \in all \wedge DP \in \{21\} \wedge P \in \{tcp\} \wedge tag \in all \rightarrow accept; insert \\ r_2 : I \in \{1\} \wedge SP \in all \wedge DP \in \{20\} \wedge P \in \{tcp\} \wedge tag \in \{1\} \rightarrow accept \\ r_3 : I \in \{1\} \wedge SP \in all \wedge DP \in all \wedge P \in all \wedge tag \in all \rightarrow discard \\ r_4 : I \in \{0\} \wedge SP \in \{20\} \wedge DP \in all \wedge P \in \{tcp\} \wedge tag \in \{1\} \rightarrow accept; insert \\ r_5 : I \in \{0\} \wedge SP \in \{21\} \wedge DP \in all \wedge P \in \{tcp\} \wedge tag \in \{1\} \rightarrow accept \\ r_6 : I \in \{0\} \wedge SP \in all \wedge DP \in all \wedge P \in all \wedge tag \in all \rightarrow discard \end{aligned}$$

Рис. 3 – Отслеживание протокола FTP

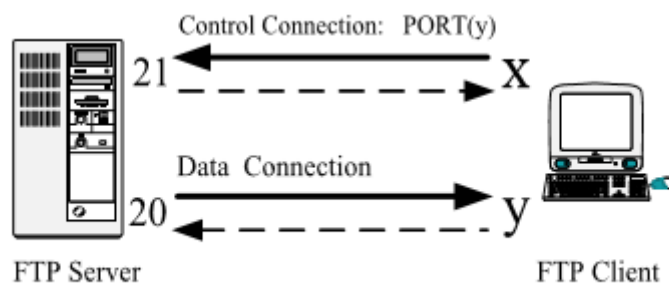


Рис. 4 – Протокол FTP

Этот межсетевой экран показан на рисунке 3. В этом примере, предполагается, что каждый пакет имеет восемь полей. Шесть из них уже указаны ранее: I (интерфейс), S (источник IP-адреса), D (IP-адрес назначения), P (тип протокола), SP (порт источника) и DP (порт назначения). Остальными двумя являются следующие:

Таблица 2

Имя	Значение	Область
T	Тип приложения	$[0,1]$
A	Данные приложения	$[0,2^{16})$

Для пакета, если значение его поля T равно 1, то значение его поля A это номер порта команды порта; в противном случае поле A содержит другую управляющую команду FTP.

В этом примере, межсетевой экран, принимает следующие четыре типа пакетов: исходящие TCP-пакеты на порт 21, входящие TCP-пакеты из порта 21, входящие TCP-пакеты из порта 20 и исходящие TCP-пакеты на порт 20. Далее рассмотрены каждый из этих четырех типов пакетов.

1. Исходящие TCP-пакеты на порт 21: Любой пакет p этого типа принимается и вводится в состояние (см. правила r_1 на рисунке 3).

2. Входящие пакеты TCP из порта 21: Пакет p этого типа принимается, если существует пакет p' в таком состоянии, что IP-адрес источника p , равен IP-адресу получателя p' , IP-адрес получателя p , равен IP-адресу источника p' , номер порта получателя равен p , номер порта источника p' , и номер порта p' назначения 21 (см три правила r_1 , R_1 и r_5 на рисунке 3).

3. Входящие пакеты TCP из порта 20: Пакет p этого типа принимается тогда и только тогда существует пакет p' в таком состоянии, что IP-адрес источника p , равен IP-адресу назначения p' , IP-адрес назначения p , равен IP-адресу источника p' , пункта назначения p' в номер порта 21, p' содержит команду PORT и порт назначения p , равно числу портов в этом порту команды p' (см. три правила r_1 , R_2 и r_4 на рисунке 3).

4. Исходящие TCP-пакеты на порт 20: Пакет p этого типа принимается, тогда и только тогда, когда существует пакет p' в таком состоянии, что IP-адрес источника p , равен IP-адресу получателя p' , IP-адрес получателя p , равен IP-адресу источника p' , номер порта источника p , равен номеру порта назначения p' , номер порта источника 20 (см. три правила r_4 , R_3 и r_2 на рисунке 3).

Заключение

Эти примеры использования модели stateful межсетевого экрана для различных задач дают возможность для дальнейших исследований. Данная работа показывает эффективность использования модели межсетевого экрана с сохранением состояния для отслеживания исходящих пакетов и для отслеживания FTP-пакетов. Модель межсетевого экрана с сохранением состояния простая, но может выражать различные состояния функциональных возможностей отслеживания. Это позволяет наследовать результаты в проектировании и анализе stateless межсетевых экранов.

Список литературы / References

1. E. Al-Shaer and H. Hamed. Discovery of policy anomalies in distributed firewalls. In IEEE INFOCOM'04, pages 2605–2616, March 2004.
2. M. G. Gouda and A. X. Liu. Firewall design: consistency, completeness and compactness. In Proc. of the 24th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'04), pages 320–327.
3. Y. Bartal, A. J. Mayer, K. Nissim, and A. Wool. Firmato: A novel firewall management toolkit. Technical Report EES2003-1, Dept. of Electrical Engineering Systems, Tel Aviv University, 2003.
4. CheckPoint FireWall-1. <http://www.checkpoint.com/>. Date of access: March 25, 2005.
5. Netfilter/IPTables. <http://www.netfilter.org/>. Date of access: March 25, 2005.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.113

Максимов В.А.¹, Дудкин А.С.²

¹Адъюнкт, ²кандидат технических наук,

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского.

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Аннотация

Предложен подход к формированию модели системы хранения данных, основанный на использовании обобщенного показателя живучести. Обобщенный показатель живучести позволяет производить комплексное оценивание функционирования системы хранения данных, учитывать, как аппаратные характеристики системы (надежность, энергопотребление, время доступа), так и вероятность выполнения целевой задачи. Представлена модель хранения специальной информации в космических аппаратах дистанционного зондирования земли, состоящая из модели системы хранения данных и модели процесса хранения информации. Данная модель позволяет оценивать значения показателей живучести системы хранения данных в зависимости от состояния структуры системы и управляющих воздействий на систему.

Ключевые слова: космический аппарат дистанционного зондирования земли, система хранения данных, живучесть, устойчивость.

Maksimov V.A.¹, Dudkin A.S.²

¹Postgraduate Student, ²PhD in Engineering,

A. F. Mozhaiskiy Military Space Academy

THE APPROACH TO EARTH REMOTE SENSING SPACECRAFTS STORAGE SYSTEM MODEL CREATION

Abstract

Purposed the approach to storage system model creation, based on usage of generalized index of survivability. Generalized index of survivability allows to make complex evaluation of storage system function with reckon both hardware system properties (reliability, energy consumption, access time) and probability of achieving target. Presented earth remote sensing spacecraft storage process model, consisting of data storage model and information storage process model. This model allows to evaluate the survivability index in depending from system structure and managing influence.

Keywords: earth remote sensing spacecraft, onboard storage system, survivability, sustainability.

Конструкция отечественных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в плане компоновки основных систем является достаточно хорошо отработанной и устоявшейся, также хорошо отработаны вопросы обеспечения живучести основных систем (системы ориентации, системы управления движения и т.п.). Однако в последние годы наблюдается низкая надежность отдельных узлов космических аппаратов, основанных на цифровых интегральных схемах, что приводит как к отдельным сбоям в работе систем КА, так и к нарушениям функционирования КА в целом. Все это существенно снижает качество эксплуатации космических аппаратов и сокращает срок их активного существования.

Для КА ДЗЗ одной из ключевых систем, обеспечивающих выполнение задачи по предназначению, является система хранения данных (СХД).

Предлагаемый подход к построению модели процесса хранения специальной информации позволяет оценивать живучесть системы хранения данных (путем расчета основных параметров функционирования СХД), а также

определять управляющие воздействия на СХД с целью оптимизации качества ее функционирования в условиях воздействия факторов космического пространства.

Показатель живучести СХД КА ДЗЗ

Живучесть определяется как свойство системы сохранять и восстанавливать способность к выполнению основных функций в заданном объеме и в течение заданной наработки при изменении структуры системы и (или) алгоритмов и условий ее функционирования вследствие непредусмотренных регламентом нормальной работы неблагоприятных воздействий [1]. Так как СХД КА ДЗЗ является сложной технической системой, ее живучесть невозможно оценивать только с точки зрения эксплуатационных показателей и технического состояния системы. Необходимо также учитывать и целевую функцию СХД – сохранение в неизменном состоянии и выдача в канал «борт-земля» результатов ДЗЗ. Таким образом ключевыми целевыми функциями являются процессы чтения и записи результатов ДЗЗ в СХД.

Для оценивания живучести СХД, целесообразно использовать обобщенный показатель живучести СХД:

$$Y = P_{БР} \cdot K_T \cdot K_E \cdot P_{чт} \cdot P_{зап}, \quad (1)$$

где $P_{БР}$ – вероятность безотказной работы СХД ДЗЗ;

K_T – нормированный показатель времени доступа к ячейкам памяти СХД;

K_E – нормированный показатель потребляемой мощности СХД;

$P_{чт}$ – вероятность успешного проведения чтения результатов ДЗЗ, хранящихся в СХД.

$P_{зап}$ – вероятность успешной записи результатов ДЗЗ в СХД.

Элементами Y являются показатели ($P_{БР}, K_T, K_E, P_{чт}, P_{зап}$), которые характеризуют технические характеристики СХД (вероятность безотказной работы СХД, время доступа к СХД, потребляемую мощность СХД), а также целевые показатели – вероятность успешного проведения операций записи и чтения. Под успешным проведением операций понимается процесс в результате которого в канал «борт-земля» передается та же информация, что и поступила в СХД от целевой аппаратуры.

Для свертки всех значений вектора Y в обобщенный показатель [2] нормируем показатели K_T, K_E в пределах $[0; 1]$.

Нормированный показатель **времени доступа** к информации в СХД K_T :

$$K_T = \begin{cases} 1 - \frac{T'(S') - T_{\min}(S_0)}{T_{tr} - T_{\min}(S_0)}, & \text{при } T'(S') \leq T_{tr}; \\ 0, & \text{при } T'(S') > T_{tr}. \end{cases}, \quad (2)$$

где $T' = \max T_{ij}$ – время доступа к СХД в условиях текущей структуры S' ;

$T_{\min}(S_0)$ – минимальное время доступа к СХД (в начале функционирования с структурой S_0);

T_{tr} – максимально допустимое время доступа к СХД.

Нормированный показатель **потребляемой мощности** СХД K_E :

$$K_E = \begin{cases} 1 - \frac{E'(S') - E_{\min}(S_0)}{(E_{tr} - E_{\min}(S_0))}, & \text{при } E'(S') \leq E_{tr}; \\ 0, & \text{при } E'(S') > E_{tr}. \end{cases}, \quad (3)$$

где $E' = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{ij}'(S')$ – энергопотребление в условиях текущей структуры S' ;

$E_{\min}(S_0)$ – мощность, потребляемая в СХД в начале функционирования;

E_{tr} – максимально допустимое энергопотребление СХД.

Предлагаемый показатель живучести позволяет оценивать функционирование СХД КА ДЗЗ не только с точки зрения технических параметров СХД, но и с точки зрения выполнения ею своего целевого предназначения.

Модель функционирования системы хранения данных КА ДЗЗ в условиях влияния неблагоприятных факторов космического пространства

В общем случае процесс хранения информации в СХД можно описать следующим образом [3] (рис.1):

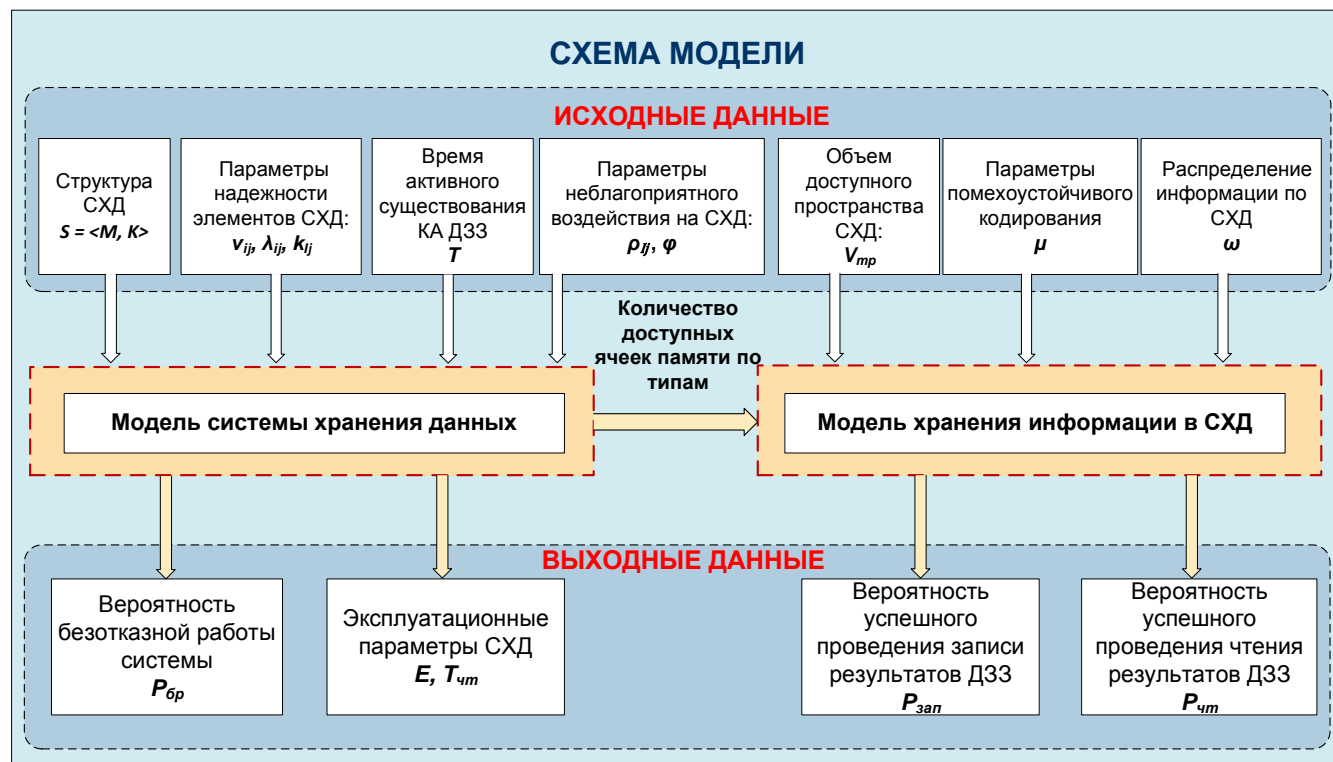


Рис. 1 – Общая схема модели хранения специальной информации в СХД КА ДЗЗ

Таким образом, предлагаемая модель структурно представляет собой совокупность двух моделей: модели СХД (позволяет оценивать надежность и технические параметры системы) и модели процесса хранения специальной информации (СИ) (позволяет оценивать вероятность выполнения целевых функций системы) в зависимости от времени активного существования КА и воздействий на систему.

Процесс хранения информации в СХД КА ДЗЗ может быть описан следующим образом (рис.2).

В результате работы специальной аппаратуры (СА) генерируется информация $I_0(\pi)$, имеющая приоритет π . Приоритет характеризует собой важность информации для наземного комплекса управления (НАКУ) и задается в ходе выдачи команды на проведение сеанса ДЗЗ.

СИ $I_0(\pi)$ подвергается преобразованию (блоковое помехоустойчивое кодирование) $\mu_1(\pi)$ с параметрами $(n_1, k_1, d_1, \alpha, \gamma = d\beta)$ в результате чего вводится информационная избыточность $(I' = I_0 + I_1)$, позволяющая восстанавливать исходную информацию $I_0(\pi)$ в случае утери одного или нескольких блоков информации.

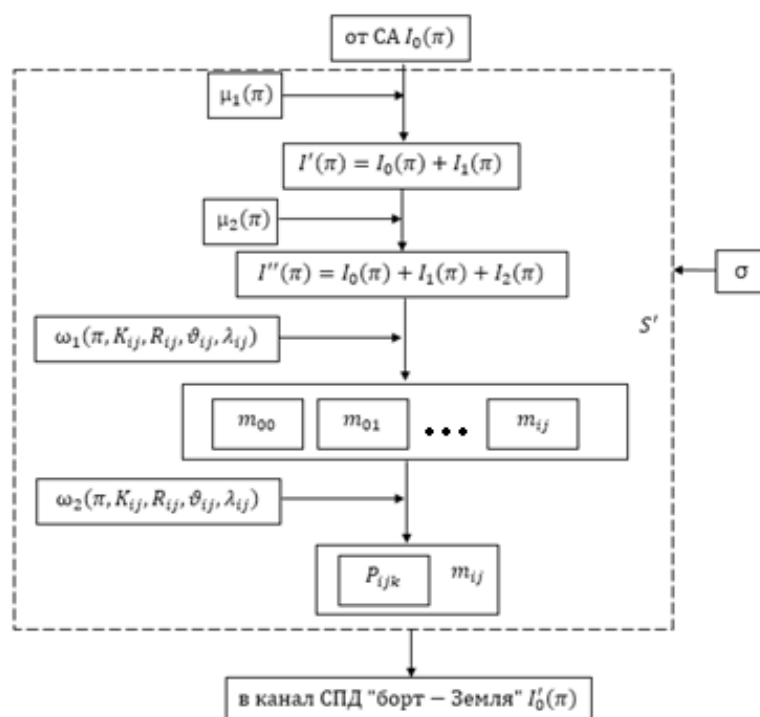


Рис. 2 – Процесс хранения информации в СХД КА ДЗЗ

СИ $I'(\pi) = I_0(\pi) + I_1(\pi)$ подвергается преобразованию (линейное помехоустойчивое кодирование) $\mu_2(\pi)$ с параметрами (n_2, k_2, d_2) в результате чего вводится избыточность $I''(\pi) = I_0(\pi) + I_1(\pi) + I_2(\pi)$, позволяющая исправлять ошибки, вызванные ошибками в каналах связи и одиночными сбоями в ячейках памяти (ЯП). При этом параметры кодирования $\mu_1(\pi)$, $\mu_2(\pi)$ выбираются исходя из приоритета π поступающей информации и текущего состояния СХД S' (в частности доступного объема свободной памяти и параметров надежности элементов).

СИ $I''(\pi)$ подвергается распределению $\omega_1(\pi, K_{ij}, R_{ij}, \vartheta_{ij}, \lambda_{ij})$ по структуре S' (n блоков по i модулям j -го типа) в соответствии с правилом $g_1(ij(\pi, K_{ij}, R_{ij}, \vartheta_{ij}, \lambda_{ij}); n; S')$.

Далее n блоков, поступивших на модуль накопителя (МН) m_{ij} подвергается распределению $\omega_2(\pi, K_{ij}, R_{ij}, \vartheta_{ij}, \lambda_{ij})$ по страницам МН P_{ijk} МН m_{ij} в соответствии с правилом $g_2(P_{ijk}; n/k; m_{ij})$. Параметры распределения СИ по МН и ЯП выбираются исходя из приоритета π поступающей информации и текущего состояния СХД S' (в частности доступного объема свободной памяти и параметров надежности элементов).

При проведении сеанса связи с наземным комплексом управления (НАКУ) СИ выдается в канал «борт-земля». При этом, на выходе СХД существует возможность искажения битов целевой информации, вызванная неустраняемыми искажениями исходной информации при хранении в СХД. Оценка возможности искажения битов происходит при расчете вероятности успешного чтения СИ $P_{чм}$. Очевидно, что $P_{чм}$ прямо пропорциональна избыточности $(I_1(\pi), I_2(\pi))$, вносимой помехоустойчивым кодированием и зависит от распределения ω_1, ω_2 СИ по структурным элементам СХД.

Таким образом, предложенный подход позволяет провести дальнейшую детальную проработку моделей СХД и модели процесса хранения данных в СХД. Представленный показатель живучести учитывает, как технические параметры СХД (энергопотребление, время доступа, надежность системы), так и целевые показатели функционирования системы (вероятность успешного проведения процессов записи и чтения специальной информации).

Список литературы / References

1. Черкесов Г.Н. Методы и модели оценки живучести сложных систем. – М.: Знание, 1987 г.
2. Кирилин А.Н. Методы обеспечения живучести низкоорбитальных автоматических КА зондирования Земли / А.Н. Кирилин, Р.Н. Ахметов, А.В. Сологуб, В.П. Макаров – М.: Машиностроение, 2010. – 66 с.
3. И.В. Захаров, Г.В. Кремез, В.А. Максимов / Построение распределенных запоминающих устройств бортовых вычислительных систем космических аппаратов дистанционного зондирования земли // Труды военно-космической академии имени А.Ф. Можайского – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016 – Вып.652. – С.160-166.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Cherkesov G.N. Metody i modeli ocenki zhivuchesti slozhnyh system [Methods and models of complex systems survivability evaluation]. – М.: Znanie, 1987 g. P. 43. [in Russian]
2. Kirilin A.N. Metody obespecheniya zhivuchesti nizkoorbital'nyh avtomaticheskikh KA zondirovaniya Zemli [Methods of low-orbit automatic earth remote sensing spacecraft's survivability maintainance] / A.N. Kirilin, R.N. Ahmetov, A.V. Sologub, V.P. Makarov – М.: Mashinostroenie, 2010. – 66 s. [in Russian]
3. I.V. Zakharov, G.V. Kremez, V.A. Maksimov / Postroenie raspredelennyh zapominajushhih ustrojstv bortovyh vychislitel'nyh sistem kosmicheskikh apparatov distantsionnogo zondirovaniya zemli [Designing of Earth remote sensing spacecraft onboard distributed storage devices] // Trudy voenno-kosmicheskoy akademii imeni A.F.Mozhayskogo [Proceedings of the Military Space academy named after A.F. Mozhaisky]. – SPb.: MSA named after A.F. Mozhaisky, 2016. – Release 652. – P. 160-166. [in Russian]

«Международный научно-исследовательский журнал» включен в систему **OpenAIRE**.

OpenAIRE — европейская поисковая система по академическим материалам открытого доступа. Один из главнейших репозиториев научной информации в Европейском Союзе. Данная база позволяет увеличить цитируемость Ваших материалов в Европе.



DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.165

Марченко А.Л.

ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат технических наук, Профессор,
Московский авиационный институт (МАИ)**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ****Аннотация**

Концепция непрерывного образования предполагает наличие или разработку программных учебно-методических комплексов по техническим дисциплинам бакалавриата и специализации. Рассмотрены структурные компоненты разработанного комплекса УМК-Э1 по электротехнике с учетом требований федеральных государственных образовательных стандартов к уровню качества образования и его постоянного воспроизводства и развития. В комплекс УМК-Э1, используемый в учебном процессе МАИ, включены: авторская унифицированная программа по базовой профессиональной дисциплине «Электротехника и электроника», электронный курс, лабораторный практикум, варианты курсовых работ, интерактивные модели и тренажеры, тестовые задания по темам дисциплины, глоссарий и другие электронные образовательные ресурсы, обеспечивающие сопровождение всех видов занятий по дисциплине. Комплекс УМК-Э1 по электротехнике размещен на сайте www.techbook.ru Научно-технического издательства «Горячая линия – Телеком».

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, структурные компоненты, электротехника, электронный курс.

Marchenko A.L.

ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Engineering, Professor,
Moscow Aviation Institute (MAI)**DEVELOPMENT OF OBJECT EDUCATIONAL METHODS COMPLEXES FOR ELECTRICAL ENGINEERING****Abstract**

The concept of continuous education assumes the presence or the development of program educational methods complexes on technical disciplines of bachelor and specialization. Are examined the structural components of the developed complex UMC-E1 in electrical engineering taking into account the requirements of federal state educational standards for quality level of education and its constant reproduction and of development. In complex UMC-E1, utilized in the training process the MAI, is included author's standardized program on base professional discipline «Electrical engineering and electronics», electronic course, laboratory practice, the versions of course works, interactive models and trainers, test tasks with respect to the themes of discipline, glossary and other electronic educational resources, ensuring tracking all forms of the training exercises on discipline. Complex UMC-E1 in electrical engineering is placed on the site www.techbook.ru of Scientific and technical publishing house «Горячая линия – Телеком».

Keywords: educational methods complex, structural component, electrical engineering, electronic course.

Современные тенденции развития образовательных систем в вузах заключаются в широком использовании информационно-коммуникационных технологий, в резком увеличении доли самостоятельной работы студентов, в разработке и внедрении электронных образовательных ресурсов (ЭОР), размещаемых на сайтах вузов и в электронных библиотечных системах (ЭБС).

Концепция непрерывного образования, в том числе дистанционного и послевузовского, предполагает наличие или разработку программных учебно-методических комплексов (УМК) по изучаемым дисциплинам, что дает каждому обучаемому и специалисту возможность саморазвития при минимальных затратах времени и средств.

Интенсификация изучения технических дисциплин (в условиях резкого возрастания объема новой информации и сокращения часов в учебных планах на их изучение) возможна как за счет актуализации содержания и методов обучения, так и повышения эффективности самостоятельной творческой работы студентов (их заинтересованности) на основе выбора форм и методов обучения, а также за счет создания психологически комфортной среды обучения.

С учетом современных подходов к обеспечению, преподаванию и организации учебного процесса в вузах, нами была создана открытая программная среда (инструментарий) [1] с использованием языка разметки HTML для вставки разрабатываемых модулей и ЭОР УМК по видам занятий, взяв в качестве примера базовую профессиональную дисциплину для вузов «Электротехника и электроника» (рис. 1).

Инструментарий для создания предметных УМК облегчает разработку древовидного меню навигации комплекса и ввод подготовленных в различных редакторах и средах ЭОР по дисциплине, особенно, если использовать при разработке УМК по другой дисциплине готовые ссылки и разметки УМК по электротехнике, заменяя текст, таблицы, формулы и рисунки кадров элементами нового курса.

В основу разработки УМК по электротехнике положена составленная нами унифицированная программа дисциплины трудоемкостью 8 з.е. (288 ч), с учетом которой написан и издан первый том учебника [2] с размещением его текстов в ЭБС znanium.com НИЦ ИНФРА-М [3].

Ядром УМК по электротехнике (УМК-Э1) [4] является электронный курс (практически дублирующий тексты учебника), разработанный также с использованием языка разметки HTML, в котором теоретические фрагменты материала сопровождаются flash-упражнениями с пошаговыми решениями (всего их 85) и flash-заданиями (их 65) с программной проверкой вводимых с клавиатуры компьютера как промежуточных, так и конечных результатов расчетов и графических построений.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
Содержание | Глоссарий | ГОСТы | Вспомогательные программы

Программа дисциплины | Электронный курс | Упражнения | Задания | Лабораторные работы | Курсовые работы | Тренажёры | Тестирование | Калькулятор | Звук | Авторские ЭОР



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)" (МАИ)
Модуль "Электротехника"

УМК-Э1 зарегистрирован в Отраслевом фонде алгоритмов и программ Минобрнауки РФ. Регистрационный номер 5341 от 28.10.2005 г. Номер государственной регистрации УМК-Э1 во ВНИИЦ Минобрнауки РФ - 50200501552 от 31.10.2005 г.

Базовая дисциплина «Электротехника и электроника» включена в профессиональный цикл дисциплин Основных образовательных программ Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования нового поколения (ООП ФГОС ВО) подготовки бакалавров и инженеров естественнонаучных (неэлектротехнических) направлений и специальностей. Учитывая практику планирования изучения дисциплины «Электротехника и электроника» в вузах в течение двух семестров, написанный авторами учебник издаётся НИИЦ Инфра-М в виде двух книг: книга 1 под названием «Электротехника» и книга 2 – «Электроника».

Комплект из двух книг "Электротехника" и "Электроника" допущен Научно-методическим советом Минобрнауки РФ по электротехнике и электронике в качестве учебника по дисциплине "Электротехника и электроника" для студентов вузов, обучающихся по неэлектротехническим направлениям подготовки бакалавров и по неэлектротехническим направлениям подготовки дипломированных специалистов, предназначен для очного, очно-заочного и дистанционного обучения студентов вузов по указанным направлениям и специальностям. Материал книги "Электротехника" включен в УМК-Э1, содержащий следующие учебные образовательные ресурсы: унифицированная учебная программа дисциплины, электронный курс, упражнения, задания, лабораторный практикум, курсовые работы, тренажёры, тесты для самоконтроля, электротехнический калькулятор, глоссарий, система озвучивания.

Внимание! Для корректного отображения на экране дисплея текстовых файлов со встроенными графическими объектами, подготовленными с использованием языка разметки HTML, сред Adobe Flash, C++ и др., компьютер должен соответствовать минимальным требованиям: тип: IBM PC, OS Windows 7 или 8-10, браузер Internet Explorer 9, Adobe Acrobat Reader 9.0, Adobe Flash Player 9, 1 Гб свободного дискового пространства, 1-2 Гб оперативной памяти, CD-ROM, дисплей 17": 1280x1024 (1280x800 на ноутбуке). Подключив свой ПК к сети Интернет, Вы можете скачать (щёлкнув мышью на соответствующем выделенном слове **Установить**) с сайтов фирм-производителей установленные на Вашем ПК браузер MS IE9 и условно бесплатные или с ограниченным сроком использования программные продукты (среды), или приобрести их.

При других конфигурациях ПК иногда сдвигаются строки текстов и кнопки навигации в разделах "Электронный курс" и "Глоссарий". Если у Вас на ПК, нетбуке и т.п. установлен браузер IE11, IE10 (IE9), нужно нажать клавишу 12 клавиатуры и в таблице "Средства разработчика F12" щёлкнуть мышью на ячейке "Режим браузера": в открывшемся столбце выбрать браузер "Internet Explorer IE9". Далее, после щелчка мышью на ячейке "Режим документов:" выбрать "Режим совместимости".

Отладка всех программ УМК-Э1 проводилась на компьютерах IBM PC с OS Windows 7 или 8 и с установленными средами (программами):

Internet Explorer 9.x
Adobe Acrobat Reader 9.0
Adobe Flash Player 9
NI Multisim 10.1

[Установить](#)
[Установить](#)
[Установить](#)
[Установить](#)

© А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий
Представлено в авторской редакции

Тема 1 | Тема 2 | Тема 3 | Тема 4 | Тема 5 | Тема 6 | Тема 7 | Тема 8 | Тема 9 | Тема 10 |

Рис. 1 – Стартовая страница инструментария для создания УМК

В УМК-Э1 (рис. 2), кроме программы дисциплины и электронного курса с flash-упражнениями и flash-заданиями, включены:

- * перечень ГОСТов по электротехнике;
- * методические указания к выполнению компьютерных лабораторных работ [5];
- * варианты курсовых работ [6];
- * интерактивные модели и тренажёры [7–11];
- * тестовая система;
- * глоссарий;
- * файлы озвучивания названий кадров и аннотаций тем курса;
- * электротехнический калькулятор ElCalc [12];
- * другие ЭОР, обеспечивающие сопровождение всех видов занятий и проверку выполнения заданий и курсовых работ.

Рабочее пространство экрана монитора «разбито» на несколько полей. При выборе темы курса (активные кнопки с номерами тем размещены внизу рабочей зоны, см. рис. 2) в левое навигационное поле выводится перечень параграфов темы, названия лабораторных работ и команда **Тестирование** (вызов тестовых заданий по теме для самооценки уровня усвоенных знаний).

При щелчке мышью на правой кнопке, расположенной сверху левого окна, в него выводятся также названия всех кадров темы, при щелчке мышью на значке параграфа (см. параграф 1.3 на рис. 2) – все кадры этого параграфа, а при щелчке на названии кадра – его содержание выводится в правое поле. Последовательность вывода кадров в правое поле осуществляется также при щелчках мышью на активных кнопках **Вперед** и **Назад**, расположенных внизу кадров (см. на рис. 2 – ниже текста Java-скрипта **Постоянный электрический ток**).

87

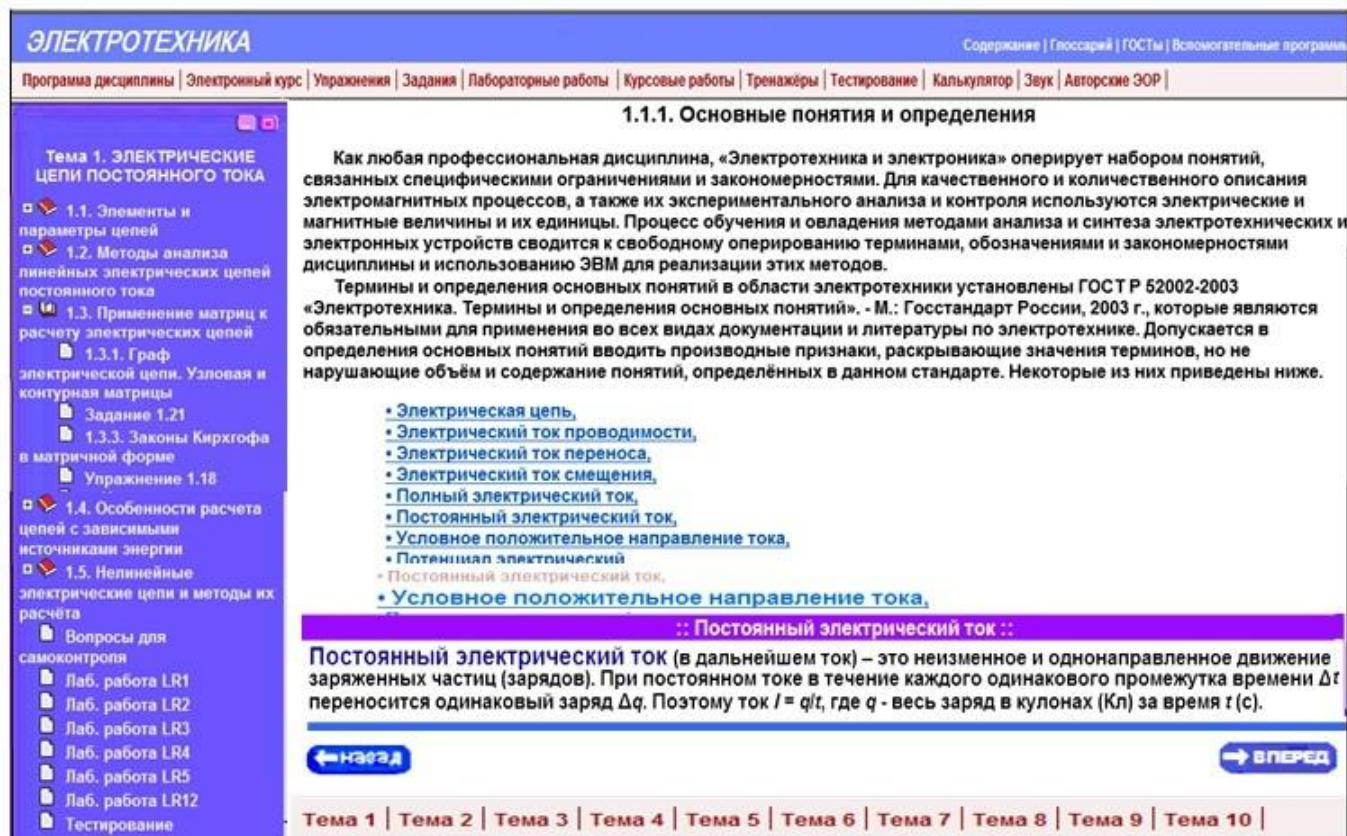


Рис. 2 – Страница компонента Электронный курс УМК-Э1

Лабораторный практикум является важнейшим структурным компонентом комплекса по технической дисциплине. В качестве средства моделирования и испытания электрических цепей и устройств выбрана программная среда NI Multisim v10 (MS10), в которой разработано 18 лабораторных работ (смоделировано 80 схемных файлов), а два программных комплекса для испытания электрических двигателей [13, 14] смоделированы в среде Borland C++ Builder.

Лабораторные работы выполняются в авторской программной среде LabWorks [15]. В описании каждой работы сформулирована ее цель, приведены краткие теоретические сведения по теме работы, индивидуальные задания на расчет и моделирование схемы в среде MS10, даны рекомендации по проведению экспериментов, обработке полученных данных и оформлению отчета с использованием шаблона электронной тетради [16].

После проверки заполненных закладок в полях таблиц электронной тетради экспериментальными и расчетными данными и ввода с экрана копий изображений схем цепей и графиков функций, шаблон электронной тетради из формата языка для разметки HTML конвертируется в формат редактора MS Word и выводится на экран дисплея для окончательного оформления. Данные экспериментов и рисунки сохраняются в базе данных.

Предварительную защиту лабораторной работы студент проходит, включив подсистему тестирования среды LabWorks, отвечая на 10-15 заданий, в основном, в закрытой форме и, частично, в открытой форме, случайным образом выбираемых из базы заданий к каждой работе.

На рис. 3 в качестве примера приведены фрагменты страниц лабораторной работы 19 «Испытание асинхронных двигателей».

Для дальнейшего развития и закрепления сформулированных на лекциях теоретических понятийных образов наиболее эффективным на практических занятиях оказалось использование интерактивных моделей и тренажеров.

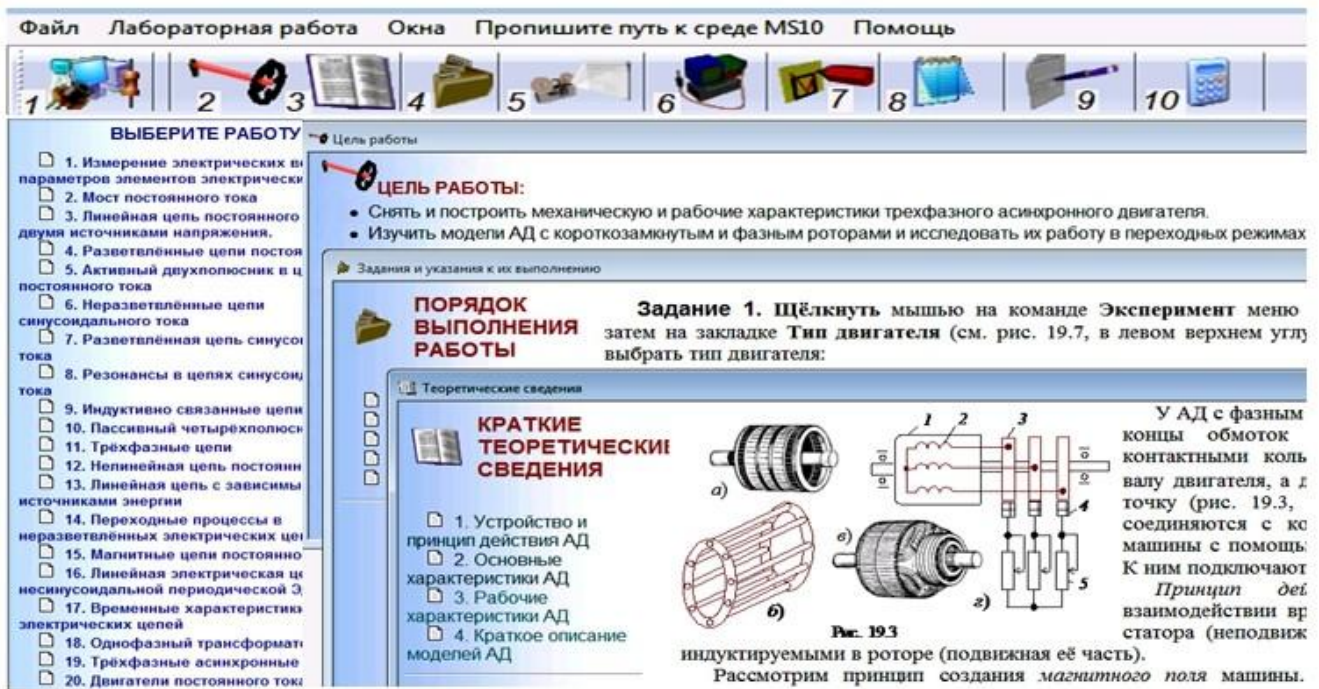


Рис. 3 – Фрагменты страниц компонентов инструментария LabWorks:

1 – перечень работ; 2 – цель работы;

3 – краткие теоретические сведения; 4 – задания и их выполнение; 5 – схемы устройств; 6 – эксперимент в среде NI Multisim или с использованием моделей электрических двигателей; 7 – тестовые задания; 8 – электронная тетрадь отчета; 9 – шаблон бланка отчета; 10 – электротехнический калькулятор ElCalc

В качестве примера рассмотрим тренажер МФС [10] для построения векторных диаграмм напряжений и токов при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном соединениях элементов схемы цепи, фрагменты страниц которого представлены на рис. 4.

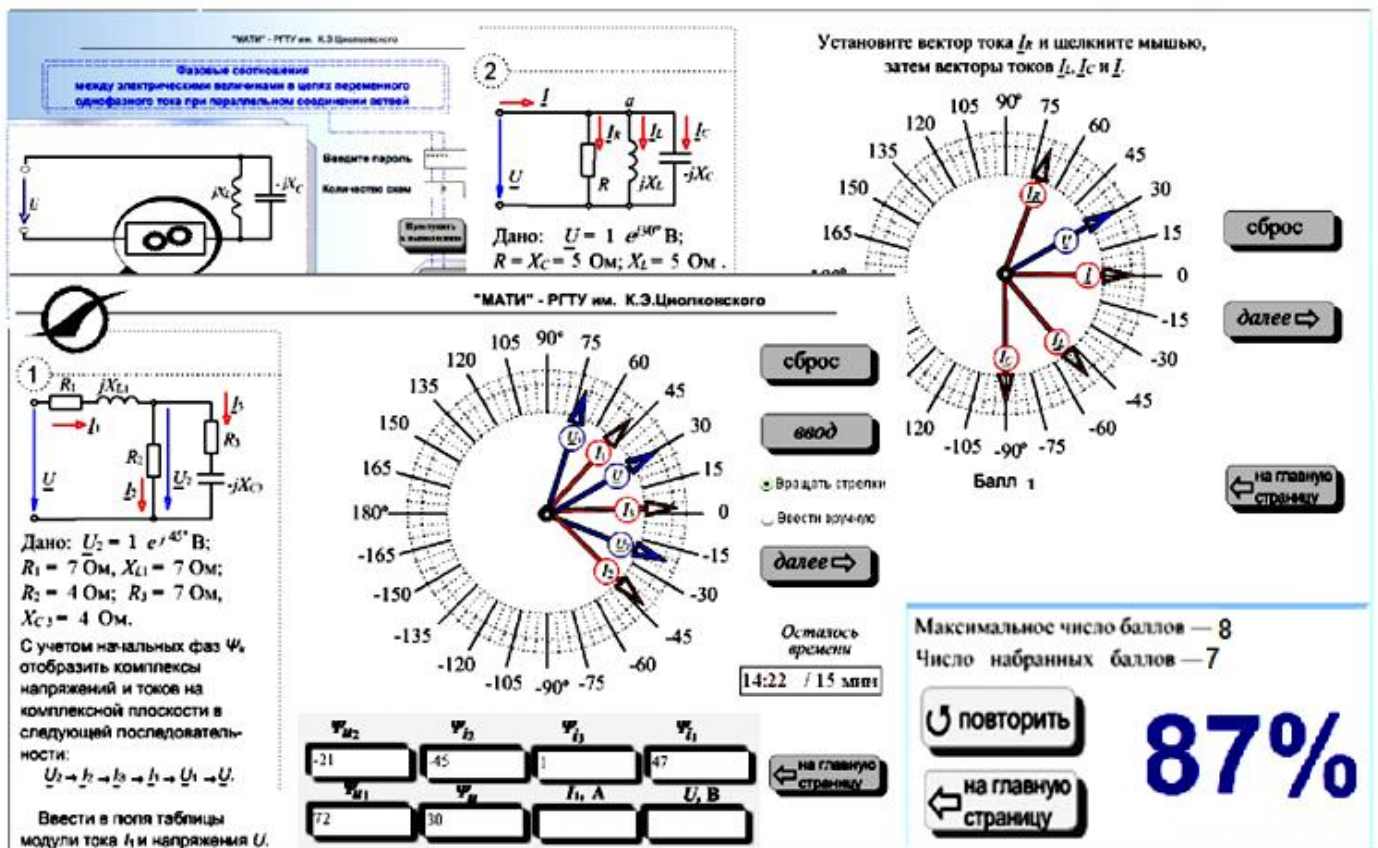


Рис. 4 – Фрагменты страниц тренажера МФС для построения векторных диаграмм напряжений и токов однофазной цепи синусоидального тока

Тренажер функционирует в двух режимах: тренировочном и контрольном. При работе в тренировочном режиме оценивается (в баллах) каждое действие студента при установке посредством мыши векторов в комплексной плоскости. Он может многократно повторять ошибочные операции без ограничения времени на усвоение. В контрольном режиме студент проходит тестирование в течение ограниченного времени с выводом интегральной оценки за выполнение всех операций теста в баллах и в процентах, вычисленных как отношение правильно выполненных операций к общему числу необходимых действий (см. рис. 4, внизу).

Самооценку уровня усвоенных знаний студент выполняет в авторской тестовой системе УТИС, предназначенной для конструирования заданий, составления тестов, проведения сессий тестирования по темам, объединениям тем и по всему модулю «Электротехника» с оцениванием их результатов.

В состав системы УТИС включены три функциональных компонента, различающихся назначением: UNISB-редактор, UTISE-экзаменатор и UNIS.DLL – динамическая библиотека с функцией кодирования и декодирования данных, а также

- * пакеты по математике и физике, в которых по 100 заданий (для формирования претестов);
- * база из 450 заданий в закрытой форме по электротехнике;
- * пакет из 100 заданий (задач) в открытой форме по электротехнике;
- * пакет из 16 аккредитационных тестов по электротехнике.

На рис. 5 представлены типовые тестовые задания по электротехнике в закрытой форме (с выбором одного правильного ответа из предложенных вариантов).

При выполнении расчётов схем замещения однофазных и трёхфазных цепей студентам рекомендовано воспользоваться калькулятором ElCalc [12].

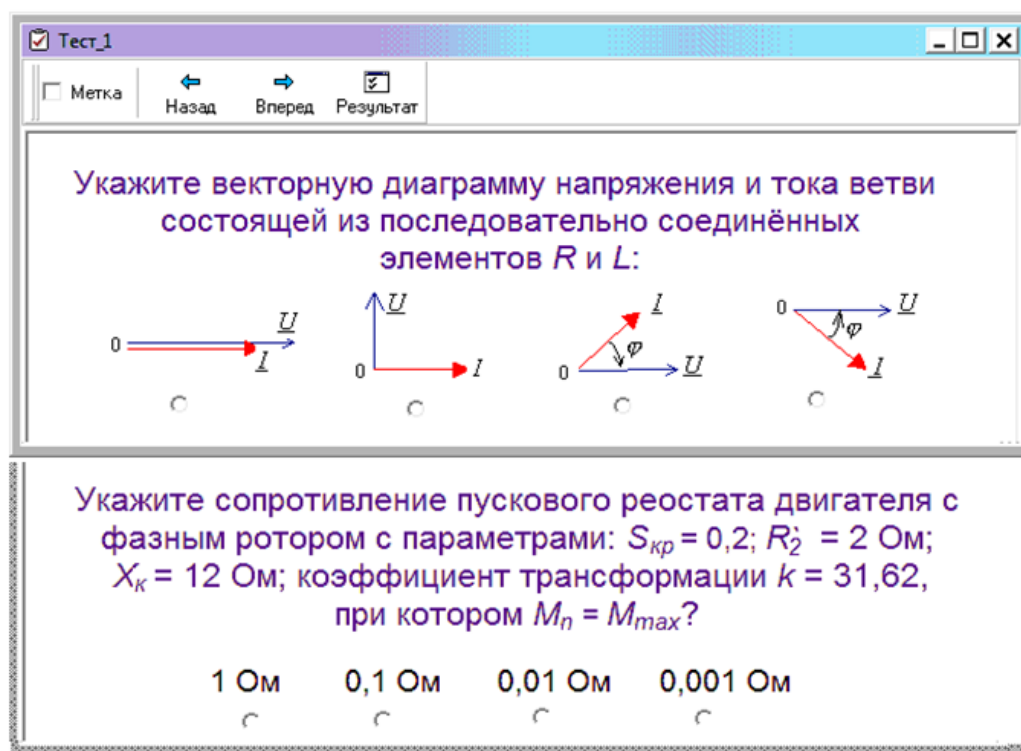


Рис. 5 – Типовые тестовые задания по электротехнике

В программе ElCalc реализовано (рис. 6):

* вычисление унарных операций (над одной переменной) и бинарных (над двумя переменными) с действительными и комплексными числами (функциями), а результат выполнения операции выводится в алгебраической и показательной формах и одновременно отображается в виде вектора в комплексной плоскости и синусоид с соответствующими начальными фазами во временной области;

* вычисление и отображение в комплексной плоскости фазных и линейных токов, фазных напряжений трёхфазного приёмника электрической энергии (фазы которого соединены по схемам: звезда с нулём, звезда без нуля или треугольник), включая аварийные режимы (короткое замыкание и обрыв фаз(ы)) (рис. 6);

* решение системы уравнений 2-й...6-й степени с действительными и комплексными коэффициентами с выводом значения определителя системы и всех искомых комплексных функций в алгебраической и показательной формах записи.

При разработке комплекса УМК-Э1, кроме языка разметки HTML с добавлением Java-скриптов, использовались среды Borland C++ Builder, Adobe Flash, NI Multisim v10, редакторы MS Word, Adobe Acrobat.

Для работы с УМК-Э1 компьютер должен соответствовать следующим минимальным требованиям: тип: IBM PC, OS Windows 7 и выше, браузер

Internet Explorer 9, Adobe Acrobat Reader 9.0, Adobe Flash Player 9, 2 Гб свободного дискового пространства, 1 Гб оперативной памяти, CD-ROM, дисплей 17": 1280x1024 (1280x800 на ноутбуке).

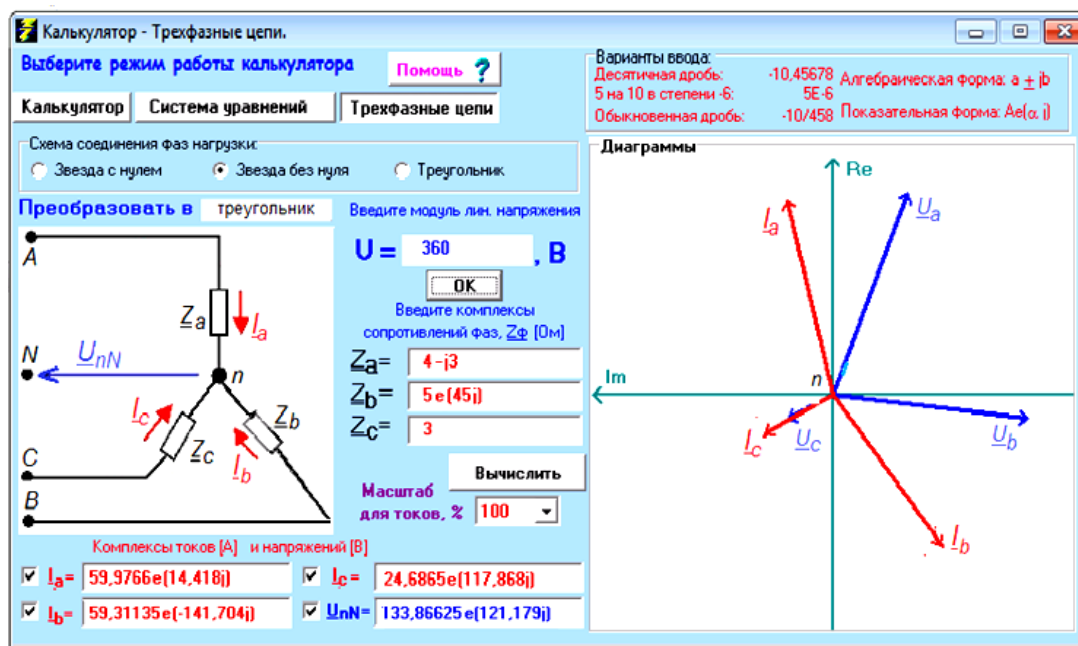


Рис. 6 – Интерфейс калькулятора ElCalc (модуль Трёхфазные цепи)

Подключив свой компьютер (ноутбук) к сети Интернет, можно скачать (щёлкнув мышью на соответствующем выделенном слове **Установить** (см. рис. 1, внизу) с сайтов фирм-производителей не установленные на компьютере браузер MS IE9 и условно бесплатные или с ограниченным сроком использования указанные программные среды.

Комплекс УМК-Э1 по электротехнике размещен на сайте www.techbook.ru издательства «Горячая линия – Телеком».

Список литературы / References

1. Беневоленский С.Б., Марченко А.Л., Титов Д.В. Инструментарий для создания учебно-программных курсов. Свид. о регистрации в ОФАП №5616 от 31.01.2006 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600104 от 02.02.2006 г.
2. Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника и электроника. Учебник: в 2 т. Т. 1: Электротехника. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 574 с.
3. Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника. – URL: www.znaniium.com/
4. Беневоленский С.Б., Марченко А.Л. Программный учебно- методический комплекс по электротехнике ВМРUMKE. Свид. о регистрации в ОФАП №5341 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 502000555 от 31.10.2005 г.
5. Марченко А.Л., Освальд С.В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim. Учебное пособие для вузов (+ CD). – М.: ДМК Пресс, 2010. – 448 с.
6. Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника и электроника: курсовые работы с методическими указаниями и примерами. – URL: www.znaniium.com/
7. Жадан И.В., Марченко А.Л. Расчет параметров пассивных четырехполюсников RLCquadro. Свид. о регистрации в ОФАП №5342 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200501553 от 31.10.2005 г.
8. Марков А.В., Марченко А.Л. Расчет магнитной цепи Magn_C. Свид. о регистрации в ОФАП №5344 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200501555 от 31.10.2005 г.
9. Марченко А.Л., Сусленкова С.Е., Федотова И.В. Тренажер МФС для построения векторных диаграмм напряжений и токов. Свид. об отраслевой регистрации электронного ресурса в Институте информатизации образования РАО №00031 от 02.06.2009 г.
10. Марченко А.Л., Иванов А.Г., Воробьев С.С. Тренажер МИВ для анализа трехфазных цепей. Свид. о регистрации электронного ресурса в Институте научной информации и мониторинга РАО №17229 от 28.06.2011.
11. Новиков К.В., Марченко А.Л. Расчет переходных процессов RPP_KM. Свид. о регистрации в ОФАП №5536 от 29.12.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600023 от 24.01.2006 г.
12. Марченко А.Л., Куракин А.С. Электротехнический калькулятор. Свид. о регистрации в ОФАП №3975 от 27.10.2004 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200401285 от 15.11.2004 г.
13. Дергачев В.В., Коваль М.М., Марченко А.Л. Испытание двигателей постоянного тока. Свид. о регистрации в ОФАП №5534 от 29.12.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600021 от 24.01.2006 г.
14. Марченко А.Л., Коваль М.М., Рыжков В.М. Испытание асинхронных двигателей. Свид. о регистрации в ОФАП №5343 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200501554 от 31.10.2005 г.
15. Беневоленский С. Б., Марченко А. Л., Освальд С. В. Программный комплекс LabWorks. Свид. о регистрации в ОФАП №5876 от 20.03.2006 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600397 от 22.03.2006 г.
16. Марченко А.Л., Освальд С.В., Воробьев С.С. Электронная тетрадь отчета по лабораторной работе по электротехнике и электронике. Свид. об отраслевой регистрации электронного ресурса в Институте информатизации образования РАО №00030 от 2.06.2009 г.
17. УМК-Э1 по электротехнике. –URL www.techbook.ru/

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Benevolenskij S.B., Marchenko A.L., Titov D.V. Instrumentarij dlja sozdanija uchebno-programmnyh kursov [Set of instruments for creating the training-program courses]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5616 ot 31.01.2006 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200600104 ot 02.02.2006 g. [in Russian]
2. Marchenko A.L., Opadchij U.F. Jeлектротехника i jeлектроника. Uchebnik: v 2 t. T. 1: Jeлектротехника [Electrical engineering and electronics. Textbook: in 2 t. T. 1: Electrical engineering]. – M.: INFRA-M [Moscow: Scientifically-publishing center INFRA-M], 2015. – 574 p. [in Russian]
3. Marchenko A.L., Opadchij U.F. Jeлектротехника [Electrical engineering]. www.znaniy.com/ [in Russian]
4. Benevolenskij S.B., Marchenko A.L. Programmnyj uchebno- metodicheskij kompleks po jeлектротехнике BMPUMKE [Program educational methods complex in electrical engineering BMPUMKE]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5341 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 502000555 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
5. Marchenko A.L., Osvald S.V. Laboratornyj praktikum po jeлектротехнике i jeлектронике v srede Multisim. Uchebnoe posobie dlja vuzov [Laboratory practice on to electrical engineering and to electronics in the medium Multisim. Teaching aid for VUZ (Institute of Higher Education)] (+ CD). – M.: DMK Press [Moscow: Publishing house DMK Press], 2010. – 448 p. [in Russian]
6. Marchenko A.L., Opadchij U.F. Jeлектротехника i jeлектроника: kursovyje raboty s metodicheskimi ukazanijami i primerami. [Electrical engineering and electronics: course works with the operating instructions and examples]. www.znaniy.com/ [in Russian]
7. Zhadan I.V., Marchenko A.L. Raschjot parametrov passivnyh chetyrjohpoljuskov RLCquadro [Calculation of the parameters of the passive quadrupoles RLCquadro]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5342 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200501553 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
8. Markov A.V., Marchenko A.L. Raschjot magnitnoj cepi Magn_C [Calculation of the magnetic circuit Magn_C]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5344 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200501555 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
9. Marchenko A.L., Suslenkova S.E., Fedotova I.V. Trenazhior MFS dlja postroeniya vektornyh diagramm naprjazhenij i tokov [Trainer MFS for constructing the vector diagrams of voltages and currents]. Svid. ob otraslevoj registracii jeлектронного resursa v Institute informatizacii obrazovanija RAO [Certificate on the registration of electronic resource in the Institute of information of the education of the Russian Academy Education] №00031 ot 02.06.2009 g. [in Russian]
10. Marchenko A.L., Ivanov A.G., Vorobjev S.S. Trenazhior MIV dlja analiza trjohfaznyh cepej [Trainer MIV for the analysis of the three-phase circuits]. Svid. o registracii jeлектронного resursa v Institute nauchnoj informacii i monitoringa RAO [Certificate on the registration of electronic resource in Institute of scientific information and monitoring of the Russian Academy Education] №17229 ot 28.06.2011 g. [in Russian]
11. Novikov K.V., Marchenko A.L. Raschjot perehodnyh processov RPP_KM [Calculation of the transient processes RPP_KM]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5536 ot 29.12.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200600023 ot 24.01.2006 g. [in Russian]
12. Marchenko A.L., Kurakin A.S. Jeлектротехнический kal'kuljator [Electrotechnical calculator]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №3975 ot 27.10.2004 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200401285 ot 15.11.2004 g. [in Russian]
13. Dergachjov V.V., Koval M.M., Marchenko A.L. Ispytanie dvigatelej postojannogo toka [Testing direct-current motors]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5534 ot 29.12.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200600021 ot 24.01.2006 g. [in Russian]
14. Marchenko A.L., Koval M.M., Ryzhkov V.M. Ispytanie asinhronnyh dvigatelej [Testing the induction motors]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5343 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200501554 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
15. Benevolenskiy S.B., Marchenko A.L., Osvald S.V. Programmnyj kompleks LabWorks [Program complex LabWorks]. Svid. o registracii v OFAP [Certificate on the registration in the Branch fund for algorithms and programs] №5876 ot 20.03.2006 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO [Number of state registration in the All-Russian the scientific and technical information center of Federal agency on the education] 50200600397 ot 22.03.2006 g. [in Russian]
16. Marchenko A.L., Osvald S.V., Vorobjov S.S. Jeлектронная tetrad' otchjota po laboratornoj rabote po jeлектротехнике i jeлектронике [Electronic notebook of the report on the laboratory work on electrical engineering and electronics]. Svid. ob otraslevoj registracii jeлектронного resursa v Institute informatizacii obrazovanija RAO [Certificate on the registration of electronic resource in the Institute of information of the education of the Russian Academy Education] №00030 ot 2.06.2009 g. [in Russian]
17. UMK-Je1 po jeлектротехнике [Educational methods complex UMK-E1 in electrical engineering]. www.techbook.ru/

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.134

Некрасов А.И.¹, Некрасов А.А.², Сырых Н.Н.³¹ORCID: 0000-0001-6141-984X, Заведующий отделом, доктор технических наук;²ORCID: 0000-0001-5816-8939, научный сотрудник, кандидат технических наук,³главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор;

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**Аннотация**

Представлены научно обоснованные рекомендации по прогнозированию ресурса, контролю технического состояния и оптимизации капитального ремонта электродвигателей сельскохозяйственных предприятий. Дано описание разработанных технических средств, необходимых для оснащения эксплуатационного персонала технического сервиса и электротехнических служб сельхозпредприятий, занимающихся организацией эффективного использования, эксплуатацией, ремонтом и электробезопасностью электрифицированной сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: эксплуатация, ремонт электрооборудования, сопротивление изоляции, прогнозирование и контроль технического состояния.

Nekrasov A.I.¹, Nekrasov A.A.², Syrysh N.N.³¹ORCID: 0000-0001-6141-984X, head of Department, PhD in Engineering,²ORCID: 0000-0001-5816-8939, researcher, PhD in Engineering,³chief scientific officer, PhD in Engineering, professor,

The All-Russian Scientific-Research Institute for Electrification of Agriculture

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE FORECASTING AND MONITORING OF THE TECHNICAL STATE OF RURAL ELECTRICAL INSTALLATIONS**Abstract**

The scientifically-based recommendations on the prediction of the resource, control of technical condition and optimization of capital repair of electric motors for agricultural enterprises. The description of the developed technological tools necessary to equip the operational staff of technical services and electrical services of agricultural enterprises, an organization dedicated to the effective use, operation, repair and electrical safety of electrified agricultural machinery.

Keywords: maintenance, repair of electrical equipment, insulation resistance, forecasting and control of technical condition.

В настоящее время основным нормативным документов по организации эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном производстве является Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий/Система ППРЭсх/, применение которой обеспечивает эффективность использования и экономичность эксплуатации сельских электроустановок. Система ППРЭсх рассматривает все виды электрооборудования используемого в сельском хозяйстве, включает профилактические мероприятия, проводимые в плановом порядке для поддержания показателей надежности электрооборудования, снижения процессов износа, сокращения эксплуатационных расходов [1].

В сельскохозяйственном производстве основой технического сервиса электрооборудования является ремонтно-эксплуатационная база товаропроизводителя и ремонтно-обслуживающая база на уровне района. Для сельхозпредприятия эксплуатационной базой электроэнергетической службы служат центральная ремонтная мастерская с электроцехом и передвижной электротехнической лабораторией, оснащенные современными техническими средствами. Для района производственной базой служат предприятия "Агропромэнерго", энергетические подразделения ремонтно-технических предприятий (РТП), агротехнических центров, машинно-технологических станций или других формирований.

Организация эффективной работы вышеуказанных производственных структур и совершенствование методов технического сервиса электрооборудования в сельском хозяйстве требует разработки необходимых научно обоснованных рекомендаций по проведению технического обслуживания электрооборудования и новых технических средств для контроля технического состояния, диагностики и защиты от аварийных режимов основных видов силового электрооборудования. Для этих целей нами разработано и рекомендовано к практическому применению в сельском хозяйстве ряд методических рекомендаций и технических средств, применение которых позволяет значительно снизить аварийность электроустановок, уменьшить материальные и трудовые затраты на эксплуатацию электрооборудования сельскохозяйственных предприятий.

В настоящей работе кратко представлены разработанные научно-методические и технические разработки по эксплуатации электрооборудования, предназначенные для инженерно-технических работников энергетических служб сельскохозяйственных предприятий и служб Агротехсервиса. Они также могут быть использованы при обосновании требований к эксплуатационным методам обеспечения надежности при разработке новых видов электрооборудования, уточнении и дополнении отдельных положений и нормативов Системы ППРЭсх. Для практического применения в рекомендациях приведены примеры расчета соответствующих эксплуатационных показателей, приведен необходимый справочный материал.

«Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве». Здесь рассмотрены основные требования к изоляции и подшипниковым узлам электродвигателей, характер изменения во времени электрического сопротивления изоляции обмоток и зазоров в подшипниках и их посадочных местах в реальных условиях сельскохозяйственного производства; предложены

простые методы прогнозирования текущих значений сопротивления изоляции и величины зазоров в подшипниковых узлах, их полного и остаточного ресурсов для разных сочетаний эксплуатационных факторов; представлены характеристики подшипниковых узлов электродвигателей разных типов; указаны максимально допустимые и предельные зазоры в подшипниках основной применяемой в сельском хозяйстве номенклатуры электродвигателей; даны сведения о фактической надежности подшипниковых узлов и влияющих на нее факторов; излагаются требования к изоляции обмоток и подшипниковым узлам. Предложенный способ позволяет оперативно оценивать величину ожидаемого полного и остаточного ресурса, прогнозировать текущие значения электрического сопротивления изоляции, что весьма важно для обеспечения требуемой надежности работы электрифицированной техники и электробезопасности людей и сельскохозяйственных животных, значительно сократить количество преждевременных выходов электрооборудования из строя, существенно уменьшить экономические ущербы от простоев электрифицированного технологического оборудования, снизить трудовые и материальные затраты на эксплуатацию и ремонт.

Рекомендации предназначены для специалистов централизованных служб агротехсервиса и энергетических служб сельскохозяйственных предприятий, товаропроизводителей, самостоятельно обслуживающих электромеханизированное производство, научных работников и лиц, занимающихся организацией эффективной системы технического сервиса и электробезопасности сельских электроустановок и обоснованием требований по надежности электродвигателей [2].

«Методические рекомендации по оптимизации капитального ремонта электродвигателей в сельском хозяйстве». Здесь изложены научно обоснованные положения по выбору наиболее эффективного способа использования отказавших в сельскохозяйственном производстве асинхронных электродвигателей путем капитального ремонта или замены. Впервые предложены численные значения критериев по определению экономически оптимальных сочетаний ремонтных операций для восстановления электродвигателей распространенных серий, типов, исполнений и номинальных параметров. Сформулированы условия рентабельности капитального ремонта разного вида, систематизированы операции по восстановлению электродвигателей, в том числе балансировка роторов. Сопоставлены стоимости новых электродвигателей и затраты на капитальный ремонт таких же по номинальным характеристикам электродвигателей. Приведены требования к капитальному ремонту электродвигателей, представлены транспортные характеристики электродвигателей разного типа, информация об основных поставщиках электродвигателей и ремонтных организациях. Указаны основные неисправности электродвигателей и способы их поиска. Рекомендации предназначены для работников и специалистов, занимающихся использованием, эксплуатацией и ремонтом электродвигателей и электрифицированной сельскохозяйственной техники [3].

Разработаны новые способы и изготовлен ряд экспериментальных образцов технических средств для контроля технического состояния электрооборудования и прогнозирования его остаточного ресурса в процессе эксплуатации, новизна технических решений которых защищена патентами РФ (№№ 2491560, 2409884, 90942, 92544, 2539736, 2442995). Для эксплуатационного контроля сопротивления изоляции обмоток электродвигателей разработан прибор ПДЭ-01, для диагностики обмоток электродвигателей прибор ПКИ-0,5, а также стенд с электромагнитным нагрузочным модулем для испытания сельскохозяйственных электроприводов, способ и устройство для контроля нагрева и защиты электродвигателей.

Внедрение в сельскохозяйственное производство выполненных научно-технических разработок по совершенствованию системы технического сервиса электрооборудования позволит повысить надежность сельских электроустановок и улучшить использование электрифицированной техники в сельхозпредприятиях.

Список литературы / References

1. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий Система ППРЭсх. - М., ВО Агропромиздат, 1987. – 191 с.
2. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. - М.: ГНУ ВИЭСХ. 2011. – С. 108.
3. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Рекомендации по оптимизации капитального ремонта электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве - М.: ФГБНУ ВИЭСХ. 2015. – 80 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Sistema planovo-predupreditel'nogo remonta i tehničeskogo obsluzhivanija jelektrooborudovanija sel'skhozjajstvennyh predprijatij Sistema PPRJesh [The system of preventive repair and maintenance of electrical equipment of agricultural enterprises System PPRash] - M., VO Agropromizdat, 1987. – 191 p. [in Russian]
2. Borisov Ju.S., Nekrasov A.I., Nekrasov A.A. Metodicheskie rekomendacii po prognozirovaniju i kontrolju tehničeskogo sostojanija jelektrodvigatel'ej v sel'skhozjajstvennom proizvodstve. [Methodological recommendations on the prediction and control of technical condition of electric motors in agricultural production] - M.: GNU VIESH. 2011. – 108 p. [in Russian]
3. Borisov Ju.S., Nekrasov A.I., Nekrasov A.A. Rekomendacii po optimizacii kapital'nogo remonta jelektrodvigatel'ej, primenjaemyh v sel'skom hozjajstve [Recommendations to optimize the overhaul of electric motors applied in agriculture] - M.: FGBNU VIESH. 2015. – 80 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.125

Опадчий Ю.Ф.¹, Насонов М.Ю.², Шульгин Д.А.³, Юрьев К.В.⁴¹Доктор технических наук, ^{2,3,4}аспирант,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**Аннотация**

Современные стандарты образования предполагают разработку электронно-образовательного ресурса для самостоятельного получения знаний и навыков. Рассмотрены этапы проектирования, функционал также проанализирован и обоснован выбор технических средств разработки. Данный электронно-образовательный ресурс позволяет создать курс по необходимой дисциплине, включив в него все доступные ресурсы, что обеспечит сопровождение всех видов занятий по дисциплине. С помощью инструментов, предоставляемых описанным ресурсом есть возможность преобразования учебных материалов к единому формату передачи данных.

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, электронно-образовательные ресурсы, обучение, разработка, учебный курс.

Opadchiy Y.F.¹, Nasonov M.Y.², Shulgin D.A.³, Yuryev K.V.⁴¹PhD in Engineering, ^{2,3,4}postgraduate student,

Moscow Aviation Institute (National Research University)

DEVELOPMENT OF OBJECT EDUCATIONAL METHODS COMPLEXES.**Abstract**

The modern standards of education assume development of an electronic and educational resource for independent knowledge acquisition and skills. Design stages are considered, the functionality is also analyzed and reasonable a choice of technical means of development. This electronic and educational resource allows to create course on necessary discipline, having included in it all available resources that will provide attending of all types of occupations on discipline. By means of the tools provided by the described resource there is a possibility of conversion of training materials to a uniform format of data transfer.

Keywords: Educational and methodical complex, e-learning, education, development, training course.

Развитие информационных технологий и телекоммуникаций привело к кардинальному изменению образовательного процесса, появились новые формы и методы преподавания, это не могло не отразиться на новых ФГОС высшего образования. В соответствии с ФГОС упор теперь делается на внеаудиторную самостоятельную работу: самостоятельная работа должна занимать около 70% от всего учебного времени. Решить эту проблему можно внедряя в образовательный процесс современные системы организации информационных технологий (системы управления базами данных, электронные таблицы, семантические сети, экспертные системы, системы гипермедиа и мультимедиа, компьютерные видео телеконференции), используя которые студенты имеют возможность в соответствии с собственными идеями, взглядами и мышлением создавать тематические компьютерные проекты по различным предметам.

Так, для закрепления сформулированных на лекциях теоретических понятийных образов при проведении практических занятий и компьютерного тестировании могут использоваться различного электронно-образовательные ресурсы, включающие в себя мультимедийные тренажеры, лекционный материал, контрольные и курсовые работы. Использование электронно-образовательных ресурсов, как инструментов учебной деятельности, даёт возможность переосмыслить традиционный подход к изучению материала, усилить экспериментальный компонент деятельности студентов и приблизить процесс обучения к реальному процессу познания, основанному на технологии моделирования и вычислительном эксперименте.

Сложившаяся ситуация требует скорейшего развития рынка электронно-образовательных ресурсов и средств дистанционного обучения. Особенно остро стоит проблема отсутствия электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по техническим и физико-математическим дисциплинам. Поэтому разработка нового многофункционального ЭОР по электронике и электротехнике является весьма актуальной задачей.

Функционал и особенности ЭОР

Проведя анализ существующих на рынке электронно-образовательных ресурсов было принято решение реализовывать ЭОР базируясь на двух независимых модулях:

- Клиентской части – локальном приложении, которое использует обучающийся
- Серверная часть невидима пользователю

Основой клиентского приложения является его интерактивная часть, в которую входят следующие модули:

- основной курс (электронный учебник);
- глоссарий (справочник);
- практикум (упражнения, компьютерные модели, тренажёры);
- задачник (типовые задачи и задачи нелинейной электротехники);
- виртуальный лабораторный практикум;
- компьютерная тестовая система;
- вспомогательные программы.

Клиентская часть сама по себе является автономным приложением и может функционировать независимо от серверной части. При наличии доступа в интернет клиентская часть получает возможности обновления содержимого локальных баз содержащих электронные курсы.

Этапы проектирования ЭОР.

Развитие системы образования и акцент на индивидуализацию учебного процесса требуют изменения его организации и, в первую очередь, расширения учебно-методического и информационного обеспечения учебного процесса и курсов вариативной части ООП профилей подготовки студентов. Предметный ЭОР должен базироваться на утверждённой примерной программе базового курса и методической системе обучения, содержать печатный учебник (учебное пособие) и электронное приложение, отличающееся от печатного учебного издания представлением содержания знания в виде логически связанных структурированных дидактических единиц и содержащее все компоненты учебного процесса. Структура и пользовательский интерфейс компонентов курса должны обеспечить эффективную помощь при изучении учебного материала.

Разработка типовой технологии проектирования предметных ЭОР, включает следующие основные этапы: определение проблемы, выработка концепции разработки, построение математических моделей, программная реализация, тестирование и отладка.

Определение проблемы включает в себя распределение ролей для участвующих в данном процессе, определение характеристик решаемых задач, целей и использующихся ресурсов. На этом этапе определяется состав рабочей группы, при необходимости решаются вопросы дополнительной подготовки: для преподавателей – в области информационных технологий, для программистов – по вопросам, связанным с особенностями представления дидактических материалов конкретной предметной области.

Концептуализация предполагает определение содержания, целей и задач изучения учебной дисциплины, что фиксирует концептуальную основу базы знаний. Преподаватель определяет, какие виды информации будут представлены в предметном ЭОР (тексты, графика, анимация, звуковые и видеофрагменты), какие связи должны будут устанавливаться между его составляющими.

Формализация предполагает анализ дидактических задач, которые должны решаться использованием электронного ресурса, а также поиск и формализацию возможных методов решения на основе модели процесса обучения и совокупных характеристик имеющихся данных и технологий, лежащих в основе ресурса. На этом этапе изучаются возможные сценарии предоставления студентам необходимых дидактических материалов, принципы оценивания знаний и обратной связи. После чего строятся алгоритмы, по которым будет проходить взаимодействие студентов с ресурсом.

Реализация проекта подразумевает перевод формализованных методов решения дидактических задач в окончательную схему–сценарий действий автоматизированной обучающей системы, использующей информационные ресурсы.

На этапе тестирования студентам предлагаются такие задачи, которые с наибольшей вероятностью подвергнут испытанию работоспособность ресурсов и позволят выявить их возможные слабости. Наиболее важно проверить сценарии, заложенные в ЭОР, доказав или опровергнув эффективность используемых информационных ресурсов.

Реализация клиентской части ЭОР

Разработка ведется на языке C++ с использованием библиотеки Qt. Применение технологии Qt существенно облегчает разработку данного проекта: Qt является полностью объектно-ориентированным, легко расширяемым и поддерживающим технику компонентного программирования, а также решает проблему кроссплатформенности так как Qt позволяет запускать написанное с его помощью ПО в большинстве современных операционных систем путём простой компиляции программы для каждой ОС без изменения исходного кода.

Для хранения информации на локальном диске используется реляционная база данных SQLite. SQLite не использует парадигму клиент-сервер, то есть движок SQLite не является отдельно работающим процессом, с которым взаимодействует программа, а предоставляет библиотеку, с которой программа компонуется и движок становится составной частью программы. Таким образом, в качестве протокола обмена используются вызовы функций (API) библиотеки SQLite. Такой подход уменьшает накладные расходы, время отклика и упрощает программу. SQLite хранит всю базу данных (включая определения, таблицы, индексы и данные) в единственном стандартном файле на том компьютере, на котором исполняется программа. Сочетание использования фреймворка Qt и базы данных SQLite позволяет добиться высокой скорости и относительной легкости разработки ПО, требуемой производительности, кроссплатформенности и защищенности данных [17].

Пользовательский интерфейс разрабатываемого приложения визуально очень похож на стандартный веб-интерфейс, что является большим преимуществом, так как он интуитивно понятен и прост в освоении. Большую часть интерфейса занимает виджет QWebView, выводящий учебную информацию, слева от него находится меню текущего образовательного курса в виде иерархического дерева, сверху находится меню управления, а снизу панель навигации. Интерфейс генерируется в автоматическом режиме после инициализации и чтения базы данных. Использование QWebView обусловлено тем, что он позволяет нам работать с браузерным движком webkit, на котором написан chromium, а соответственно и chrome и многие другие браузеры. Поэтому практически используя десяток строк кода можно сделать приложение, которое обладает функционалом полноценного браузера включая поддержку JavascriptCore (JavaScript движок). Поддержка JavaScript очень важна, так как она позволяет нам использовать библиотеку mathjax для корректного и быстрого отображения большого количества сложных формул.

Реализация серверной части ЭОР

Разработка серверной части ведется на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring и ORM Hibernate. Spring предоставляет возможность для гибкой разработки и добавления новых модулей в случае необходимости, а также разделение на логические компоненты в процессе разработки. Hibernate является API для работы с базой данных, что дает защищенность данных и ускоряет время обработки запросов сервером приложений и базой данных.

В качестве сервера приложений был выбран Tomcat. Он поддерживает все существующие базы данных и упрощает развертку приложения на физическом сервере. Разделение компонентов на сервере позволяет поддерживать актуальные версии выбранных инструментов для разработки.

Для данной системы наиболее всего подходит база данных PostgreSQL. Проведя сравнительный анализ с другой популярной базой данных MySQL можно сказать, что PostgreSQL: соответствует стандартам SQL-92, SQL-98, SQL-2003 (реализованы все его разумные части) и уже работает над SQL-2011. Для сравнения, MySQL не поддерживает даже SQL-92.

- Максимально быстрое удаление и добавление колонок в таблицах любого размера
- Точнее соответствует стандарту ANSI и гораздо строже относится к входным данным
- Возможность писать процедуры практически на любом языке, мощный внутренний язык PL/pgSQL

В связи с этим данное ПО является многофункциональным и может быть использовано для разработок ЭОР по другим предметам.

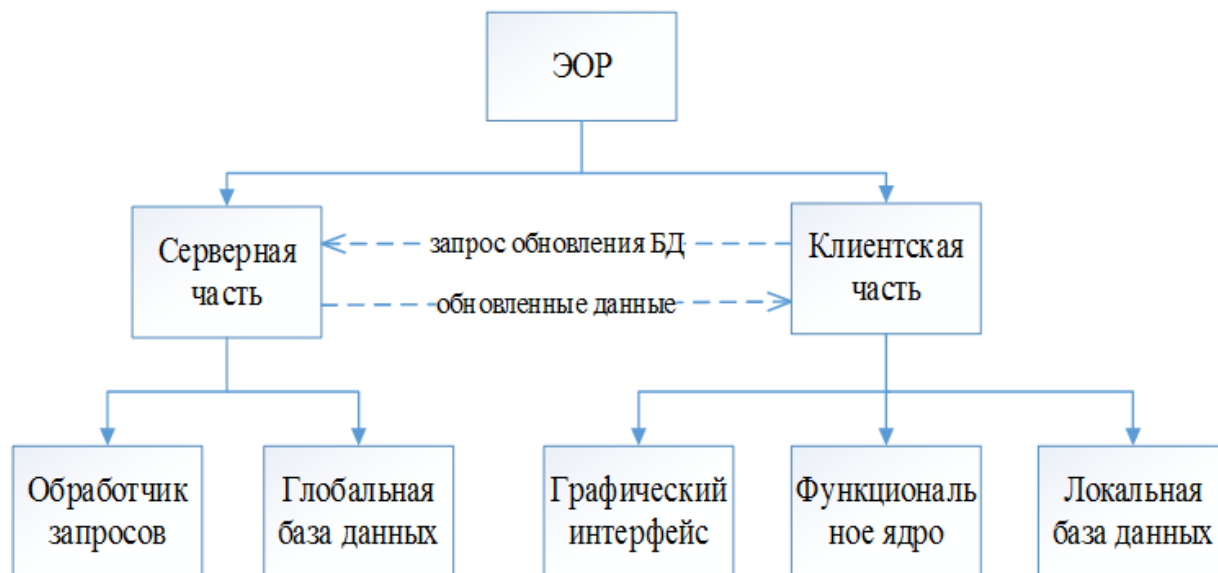


Рис. 1 – Архитектура программной части ЭОР

Разрабатываемый программный комплекс имеет широкий функционал и годится для создания на его основе различных ЭОР как технических, так и гуманитарных дисциплин. А так же отвечает всем заявленным требованиям выдвигаемым к современным прикладным программам таким как:

- Защищенность данных
- Возможность работы без доступа в интернет
- Возможность обновления содержимого по интернету
- Кроссплатформенность
- Не требует наличия дополнительного ПО

Список литературы / References

1. Беневоленский С.Б., Марченко А.Л., Титов Д.В. Инструментарий для создания учебно-программных курсов. Свид. о регистрации в ОФАП №5616 от 31.01.2006 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600104 от 02.02.2006 г.
2. Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника и электроника. Учебник: в 2 т. Т. 1: Электротехника. М.: ИНФРА-М. 2015. 574 с.
3. www.znaniy.com/ Марченко А.Л., Опадчий Ю.Ф. Электротехника и электроника: Электротехника. Электронный образовательный ресурс.
4. Беневоленский С.Б., Марченко А.Л. Программный учебно-методический комплекс по электротехнике ВМРUMKE. Свид. о регистрации в ОФАП №5341 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 502000555 от 31.10.2005 г.
5. Марченко А.Л., Освальд С.В. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim. Учебное пособие для вузов (+ CD). М.: ДМК Пресс. 2010. 448 с.
6. Жадан И.В., Марченко А.Л. Расчет параметров пассивных четырехполюсников RLCquadro. Свид. о регистрации в ОФАП №5342 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200501553 от 31.10.2005 г.
7. Марков А.В., Марченко А.Л. Расчет магнитной цепи Magn_C. Свид. о регистрации в ОФАП №5344 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200501555 от 31.10.2005 г.
8. Марченко А.Л., Сусленкова С.Е., Федотова И.В. Тренажер МФС для построения векторных диаграмм напряжений и токов. Свид. об отраслевой регистрации электронного ресурса в Институте информатизации образования РАО №00031 от 02.06.2009 г.
9. Марченко А.Л., Иванов А.Г., Воробьев С.С. Тренажер МИВ для анализа трехфазных цепей. Свид. о регистрации электронного ресурса в Институте научной информации и мониторинга РАО №17229 от 28.06.2011.
10. Новиков К.В. Марченко А.Л. Расчет переходных процессов RPP_КМ. Свид. о регистрации в ОФАП №5536 от 29.12.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200600023 от 24.01.2006 г.
11. Марченко А.Л., Куракин А.С. Электротехнический калькулятор. Свид. о регистрации в ОФАП №3975 от 27.10.2004 г. Номер гос. Регистрации в ВНИИЦ ФАПО 50200401285 от 15.11.2004 г.

12. Дергачев В.В., Коваль М.М., Марченко А.Л. Испытание двигателей постоянного тока. Свид. о регистрации в ОФАП №5534 от 29.12.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНТИЦ ФАПО 50200600021 от 24.01.2006 г.
13. Марченко А.Л., Коваль М.М., Рыжков В.М. Испытание асинхронных двигателей. Свид. о регистрации в ОФАП №5343 от 28.10.2005 г. Номер гос. регистрации в ВНТИЦ ФАПО 50200501554 от 31.10.2005 г.
14. Беневоленский С. Б., Марченко А. Л., Освальд С. В. Программный комплекс LabWorks. Свид. о регистрации в ОФАП №5876 от 20.03.2006 г. Номер гос. регистрации в ВНТИЦ ФАПО 50200600397 от 22.03.2006 г.
15. Шлее М. Qt 5.3. Профессиональное программирование на C++. ISBN 978-5-9775-3346-1. БХВ-Петербург. 2015. 928 с.
16. Мартин Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. ISBN: 978-5-459-00858-6. Питер. 2011. 465 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Benevolenskiy S.B., Marchenko A.L., Titov D.V. Instrumentarij dlja sozdaniya uchebno-programmnyh kursov [Tools for creation of educational and program courses]. Svid. o registracii v OFAP №5616 ot 31.01.2006 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200600104 ot 02.02.2006 g. [in Russian]
2. Marchenko A.L., Opadchij Ju.F. Jeлектротехника i jeлектроника [Electrical engineering and electronics]. Uchebnik: v 2 t. T. 1: Jeлектротехника. M.: INFRA-M. 2015. 574 s. [in Russian]
3. www.znaniy.com/ Marchenko A.L., Opadchij Ju.F. Jeлектротехника i jeлектроника: Jeлектротехника. Jeлектронnyj obrazovatel'nyj resurs [Electrical equipment and electronics: Electrical engineering. Electronic and educational resource]. [in Russian]
4. Benevolenskiy S.B., Marchenko A.L. Programmnyj uchebno-metodicheskiy kompleks po jeлектротехнике BMPUMKE [Program educational and methodical complex on electrical engineering BMPUMKE]. Svid. o registracii v OFAP №5341 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 502000555 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
5. Marchenko A.L., Osval'd S.V. Laboratornyj praktikum po jeлектротехнике i jeлектронике v srede Multisim. Uchebnoe posobie dlja vuzov (+ CD) [Laboratory workshop on electrical engineering and electronics in the environment of a Multisim. Manual for higher education institutions]. M.: DMK Press. 2010. 448 s. [in Russian]
6. Zhdan I.V., Marchenko A.L. Raschet parametrov passivnyh chetyrehpoljuskov RLCquadro [Calculation of parameters of passive two-port networks RLCquadro]. Svid. o registracii v OFAP №5342 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200501553 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
7. Markov A.V., Marchenko A.L. Raschet magnitnoj cepi Magn_C [Calculation of a magnetic chain Magn_C]. Svid. o registracii v OFAP №5344 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200501555 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
8. Marchenko A.L., Suslenkova S.E., Fedotova I.V. Trenazher MFS dlja postroenija vektornyh diagramm naprjazhenij i tokov [The exercise machine MFS for creation of vector charts of tension and currents]. Svid. ob otraslevoj registracii jeлектронного ресурсa v Institute informatizacii obrazovanija RAO №00031 ot 02.06.2009 g. [in Russian]
9. Marchenko A.L., Ivanov A.G., Vorob'ev S.S. Trenazher MIV dlja analiza trehfaznyh cepej [The exercise machine MIV for the analysis of three-phase chains]. Svid. o registracii jeлектронного ресурсa v Institute nauchnoj informacii i monitoringa RAO №17229 ot 28.06.2011. [in Russian]
10. Novikov K.V., Marchenko A.L. Raschet perehodnyh processov RPP_KM [Transient analysis RPP_KM]. Svid. o registracii v OFAP №5536 ot 29.12.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200600023 ot 24.01.2006 g. [in Russian]
11. Marchenko A.L., Kurakin A.S. Jeлектротехнический kal'kuljator [Electrotechnical calculator]. Svid. o registracii v OFAP №3975 ot 27.10.2004 g. Nomer gos. Registracii v VNTIC FAPO 50200401285 ot 15.11.2004 g. [in Russian]
12. Dergachev V.V., Koval' M.M., Marchenko A.L. Ispytanie dvigatelej postojannogo toka [Test of engines of a direct current]. Svid. o registracii v OFAP №5534 ot 29.12.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200600021 ot 24.01.2006 g. [in Russian]
13. Marchenko A.L., Koval' M.M., Ryzhkov V.M. Ispytanie asinhronnyh dvigatelej [Test of asynchronous engines]. Svid. o registracii v OFAP №5343 ot 28.10.2005 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200501554 ot 31.10.2005 g. [in Russian]
14. Benevolenskiy S. B., Marchenko A. L., Osval'd S. V. Programmnyj kompleks LabWorks [Program complex LabWorks]. Svid. o registracii v OFAP №5876 ot 20.03.2006 g. Nomer gos. registracii v VNTIC FAPO 50200600397 ot 22.03.2006 g. [in Russian]
15. Shlee M. Qt 5.3. Professional'noe programirovanie na C++ [Professional programming on C++]. ISBN 978-5-9775-3346-1. BHV-Peterburg. 2015. 928 s. [in Russian]
16. Martin R. Chistyj kod: sozdanie, analiz i refactoring [Clean Code: creation, analysis and refactoring]. ISBN: 978-5-459-00858-6. Piter. 2011. 465 s. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.084

Папкин Б.А.¹, Хрипач Н.А.², Иванов Д.А.³, Коротков В.С.⁴¹ORCID: 0000-0002-2696-6044, Кандидат технических наук,²ORCID: 0000-0003-3998-2630, Кандидат технических наук, доцент,³ORCID: 0000-0002-0019-4496,⁴ORCID: 0000-0003-2935-4489,

Московский политехнический университет, г. Москва

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА (ТЭГ) СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС**Аннотация**

В работе представлено подробное описание математического определения параметров термоэлектрического генератора системы охлаждения ДВС с изложением расчета воздушного теплообменника оффсетного типа, состоящего из двух или трех рядов ленты с прямоугольным профилем. Данный расчет позволяет определить важные рабочие параметры термоэлектрического генератора системы охлаждения ДВС, с целью его оптимизации по тепловым, гидравлическим и аэродинамическим показателям.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, охлаждающая жидкость, тепловая энергия, термоэлектрический генератор.

Papkin B.A.¹, Khripach N.A.², Ivanov D.A.³, Korotkov V.S.⁴¹ORCID: 0000-0002-2696-6044, PhD in Engineering,²ORCID: 0000-0003-3998-2630, PhD in Engineering, Associate professor,³ORCID: 0000-0002-0019-4496,⁴ORCID: 0000-0003-2935-4489,

Moscow Polytechnic University, Moscow

COMPUTATIONAL STUDIES AND MODELING OF A THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) SYSTEM ENGINE COOLING**Abstract**

The paper presents a detailed description of the mathematical definition of the parameters of a thermoelectric generator cooling system of the internal combustion engine outlining the calculation of offset air heat exchanger type, consisting of two or three rows of ribbons with a rectangular profile. This calculation allows you to determine important operating parameters of the thermoelectric generator cooling system of the internal combustion engine, with a view to optimizing on thermal, hydraulic and aerodynamic performance.

Keywords: internal combustion engine, coolant, thermal energy, thermoelectric generator.

Внешний тепловой баланс двигателя внутреннего сгорания (ДВС) показывает [1], что значительная часть тепла, получаемого в результате сгорания питающего его топлива, отводится в атмосферу с выпускными газами и в систему охлаждения. Только 30% энергии, заключённой в топливе, идёт на полезную работу, примерно 30% уходит через систему охлаждения двигателя и до 35% — с выхлопными газами. Утилизация тепловых потерь - это большой потенциальный ресурс для повышения экономичности машин. В связи с этим, задача использования тепловой энергии, рассеиваемой ДВС, является актуальной, и в свою очередь позволит повысить энергоэффективность двигателя и снизить расход топлива.

В качестве устройства утилизации тепла, рассеиваемого системой охлаждения ДВС, применяется так называемый термоэлектрический генератор (ТЭГ) системы охлаждения ДВС, принцип действия которого основан на применении термоэлектрических генераторных модулей (ТГМ). Рассматриваемый в данном исследовании термоэлектрический генератор представляет собой симбиоз радиатора охлаждения и устройства способного вырабатывать электроэнергию преобразуя или утилизировать рассеиваемое тепло.

Для оценки эффективности ТЭГ разработан расчет, в результате которого определяются его геометрические параметры, обеспечивающие тепловую мощность ТЭГ, а также вычисляются гидравлические и аэродинамические характеристики, влияющие на характер движения теплоносителей через каналы ТЭГ.

Основные математические зависимости расчета ТЭГ системы охлаждения ДВС были представлены авторами в [2], при этом данная работа содержит более подробное описание математического определения параметров ТЭГ системы охлаждения ДВС с изложением расчета воздушного теплообменника оффсетного типа, состоящего из 2 или 3 рядов ленты с прямоугольным профилем.

В основе данных исследований лежит методика расчета теплообменных процессов между теплоносителями - охлаждающей жидкостью и воздухом. Целью расчета является определение геометрических параметров ТЭГ и расходных характеристик теплоносителей, обеспечивающих требуемую тепловую мощность ТЭГ.

При исследовании были приняты следующие допущения:

- для расчета теплообмена используются средние температуры теплоносителей;
- расход ОЖ распределяется равномерно по поперечным трубкам ТЭГ;
- тепловой поток со стороны ОЖ, движущейся в трубке, делится поровну для каждого модуля.

В самом начале расчета определяются и задаются исходные данные. Тепловая мощность разрабатываемого ТЭГ задается исходя из назначения ТЭГ и параметров базового двигателя внутреннего сгорания.

Затем задаются расходы теплоносителей через ТЭГ, которые рассчитываются исходя из усредненных требований к автомобильным радиаторам. Повышение температуры ОЖ после прохождения через радиатор должно составлять 10-15°C, а увеличение температуры воздуха равняться 20-30°C. Причем величина расходов теплоносителей должна быть сопоставима с параметрами стандартных водяного насоса и воздушного вентилятора.

При этом расходы теплоносителей могут быть скорректированы в сторону увеличения для интенсификации теплообмена на последующих этапах расчета.

Далее задаются габаритные размеры ТЭГ, которые эквивалентны размерам стандартного радиатора двигателя внутреннего сгорания и позволяют установить разрабатываемый ТЭГ на его место.

Также, с учетом рекомендаций по конструированию автомобильных трубчато-пластинчатых радиаторов, проводится первичная компоновка ТЭГ, в результате которой задается количество трубок для движения ОЖ и конфигурация пластин воздушного охлаждения, включая прочие геометрические параметры.

При этом проходные сечения каналов ТЭГ для движения теплоносителей выбираются исходя из ограничения скорости движения теплоносителей.

На данном этапе определяется конфигурация расчетной ячейки ТЭГ, для которой вычисляются данные, необходимые для расчета.

Затем выполняется проведение расчета ТЭГ, в ходе которого для заданных расходов теплоносителей и конфигурации расчетной ячейки вычисляется коэффициент теплопередачи.

В случае необходимости выполняется корректировка параметров трубок для ОЖ и пластин воздушного охлаждения и расчет проводится заново.

Для расчета ТЭГ использовался подход с выделением расчетных ячеек, которые представляют собой единичный объем радиатора, содержащий характерные элементы и размеры. Весь объем ТЭГ в соответствии с первичной компоновкой был разделен на 273 ячейки, содержащие по 2 модуля. На рисунке 1 показана схема расчетной ячейки, используемой в расчете.

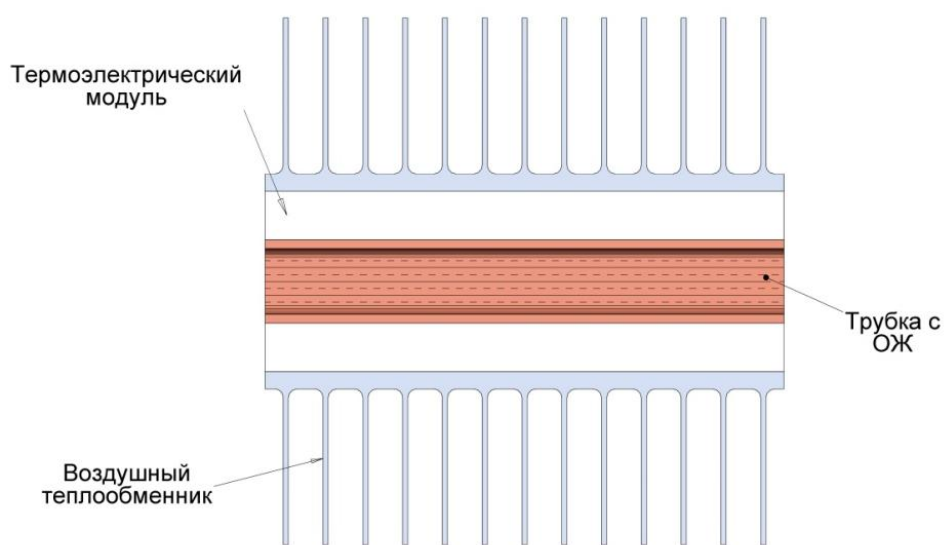


Рис.1 – Схема расчетной ячейки

В традиционном ДВС только часть энергии сгорания топлива используется для совершения полезной работы, а оставшаяся часть представляет собой тепловые потери в виде тепловой мощности, отводимой через системы охлаждения $Q_{ож}$, смазки двигателя Q_m и уносимой с ОГ $Q_{ог}$, а также потери в окружающую среду и прочие неучтенные потери.

Для упрощения определения $Q_{ож}$ при проведении расчетных исследований бензиновых ДВС с искровым зажиганием и распределенным впрыском топлива принято использовать эмпирическую зависимость:

$$Q_{ож} = q_{охл} \cdot G_T \cdot H_u \quad (1),$$

где $q_{охл} = 0,24 \dots 0,32$ - относительный теплоотвод в систему охлаждения, значение которого зависит от режима работы двигателя;

H_u - низшая теплота сгорания топлива;

G_T - секундный расход топлива.

Далее для расчета ТЭГ принимается значение $Q_{ож} = 54,5$ кВт, соответствующее теплоотводу в систему охлаждения при работе двигателя на режиме максимальной мощности по внешней скоростной характеристике.

В ходе предварительной компоновки ТЭГ, проведенной с учетом характеристик модуля и принципов конструирования автомобильных радиаторов системы охлаждения, была получена структура ТЭГ, имеющая габаритные размеры сердцевины 627x326x34 мм и состоящая из 546 модулей n_m .

Для расчета задается температура ОЖ $t_{ж1}$ на входе в ТЭГ, равная 96 °С, температура ОЖ $t_{ж1}$ на выходе из ТЭГ, составляющая 86 °С, и расход ОЖ через ТЭГ $G_{ж} = 1,25$ кг/с.

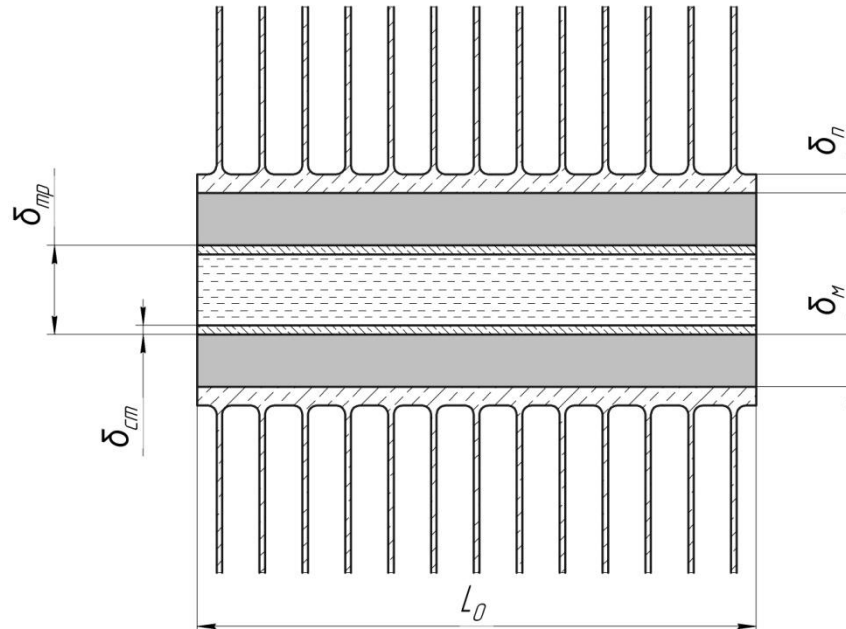


Рис. 2 – Геометрические параметры расчетной ячейки

Площадь проходного сечения $F_{жпр-э}$ в расчетной ячейке определяется по формуле:

$$F_{жпр-э} = (\delta_{пр} - 2\delta_{ст}) \cdot (B - 2\delta_{ст}),$$

где $B = 34$ мм - ширина трубки.

Площадь теплопередающей поверхности трубки со стороны жидкости в расчетной ячейке определяется следующей зависимостью:

$$F_{жс-э} = 2 \cdot L_0 \cdot [(\delta_{пр} - 2\delta_{ст}) + B],$$

Площадь проходного сечения со стороны ОЖ:

$$F_{жпр} = (\delta_{пр} - 2\delta_{ст}) \cdot B \cdot n_{тр},$$

где $n_{тр}$ - число трубок.

Поскольку ТЭГ состоит из 14 горизонтальных трубок для движения ОЖ и используется 2-ходовая схема движения ОЖ, то $n_{тр} = 14/2 = 7$ шт.

Гидравлический диаметр трубок ТЭГ определяется по формуле:

$$d_{жс} = \frac{4 \cdot F_{жпр-э}}{P_{жс}},$$

где смоченный периметр трубки равен $P_{жс} = 2 \cdot [(\delta_{пр} - 2\delta_{ст}) + B]$.

Перед определением режима течения ОЖ вычисляется средняя скорость движения ОЖ в трубках ТЭГ:

$$v_{жс} = \frac{G_{жс}}{\rho_{жс} \cdot F_{жпр}},$$

где $\rho_{жс}$ - плотность ОЖ.

Числа Рейнольдса и Прандтля вычисляются с учетом кинематической вязкости $\nu_{жс}$, удельной теплоемкости $c_{жс}$, теплопроводности $\lambda_{жс}$ и расхода ОЖ:

$$Re_{жс} = \frac{v_{жс} \cdot d_{жс}}{\nu_{жс}} \text{ и } Pr_{жс} = \frac{v_{жс} \cdot \rho_{жс} \cdot c_{жс}}{\lambda_{жс}}.$$

Полученное значение $Re_{жс} = 6720$ означает, что режим течения ОЖ является переходным, т.к. $2300 < Re < 10000$. Поэтому критерий Нуссельта $Nu_{жс}$ и коэффициент теплоотдачи $\alpha_{жс}$ со стороны ОЖ определяется с учетом значений критерия Нуссельта для ламинарного $Nu_{жсл}$ и турбулентного $Nu_{жст}$ течения по следующим зависимостям:

$$Nu_{жсл} = 0,00105 \cdot 2300^{1,18} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{жст}}\right)^{0,25},$$

$$Nu_{жст} = 0,021 \cdot 10000^{0,8} \cdot Pr_{жс}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{жст}}\right)^{0,25},$$

$$Nu_{жс} = \left(\frac{Nu_{жсл}}{Nu_{жст}}\right)^{5,72} \cdot Nu_{жст} \cdot Re_{жс}^{0,62 \cdot \ln\left(\frac{Nu_{жст}}{Nu_{жсл}}\right)},$$

$$\alpha_{жс} = \frac{Nu_{жс} \cdot \lambda_{жс}}{d_{жс}},$$

где $Pr_{жст}$ число Прандтля жидкости при температуре стенки.

Для воздушного охлаждения ТЭГ применяется пластинчатый теплообменник, имеющий офсетную конструкцию пластин.

На рисунке 3 показан офсетный воздушный теплообменник, соответствующий одной расчетной ячейке, состоящий из 2 или 3 рядов ленты с прямоугольным профилем.

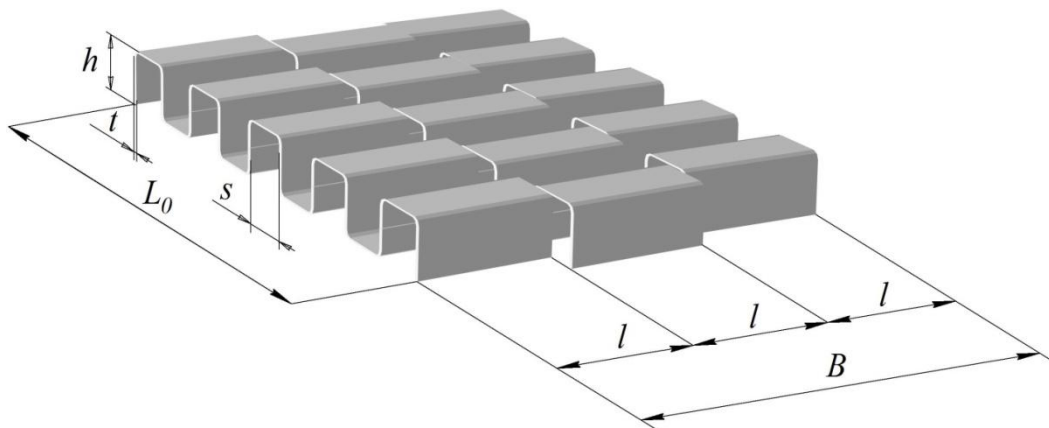


Рис. 3 – 3-рядный воздушный теплообменник ТЭГ

Аналогично с гидравлическим контуром ТЭГ задаются исходные параметры для расчета воздушного теплообменника: скорость набегающего потока воздуха $v_6 = 30$ м/с, температура воздуха на входе в ТЭГ $t_{6l} = 20$ °С, температура воздуха на выходе в ТЭГ $t_{62} = 46$ °С, $t = 0,2$ мм, $h = 5,8$ мм, количество ребер на 1 м длины $f = 780$ и $l = B/3$.

Далее для расчета теплообменных процессов использовались методические подходы, представленные в [3].

Ширина воздушного пространства s между пластинами вычисляется как $s = \left(\frac{1}{f}\right) - t$, а общая высота b ребра с учетом толщины основания представляет собой сумму $b = h + t$.

Фронтальная воздушная площадь $A_{ff} = (s - t) \cdot h$.

Общая фронтальная площадь $A_{fr} = (h + t) \cdot (s + t)$.

Отношение $\sigma = \frac{A_{ff}}{A_{fr}}$, характеризующее плотность заполнения теплообменника.

Площадь теплообменной поверхности одного ребра $A_s = 2 \cdot (h \cdot l + s \cdot l + h \cdot t)$.

Гидравлический диаметр одного канала воздушного теплообменника определяется по формуле:

$$D_h = \frac{4 \cdot s \cdot h \cdot l}{A_s + t \cdot s}.$$

Число Рейнольдса для воздуха, движущегося в канале, определяется с учетом массового расхода $G_6 = \frac{m_6}{2 \cdot \sigma \cdot b \cdot L_0}$:

$$Re_6 = \frac{G_6 \cdot D_h}{\mu_6}.$$

где σ - коэффициент, характеризующий отношение площади проходного сечения к фронтальной площади воздушного теплообменника;

масса воздуха m_6 , прошедшего через одну расчетную ячейку воздушного теплообменника определяется по формуле:

$$m_6 = v_6 \cdot \rho_6 \cdot A_{fr\Sigma} \cdot n_6^{-1}.$$

где ρ_6 - средняя температура воздуха в ТЭГ;

$A_{fr\Sigma} = 627 \cdot 326 \cdot 10^{-6}$ - общая фронтальная площадь сердцевин ТЭГ, выраженная в м²;

n_6 - количество воздушных теплообменников ТЭГ.

Суммарная площадь поверхности теплообмена ТЭГ со стороны воздуха определяется зависимостью:

$$A_\Sigma = \frac{A_s \cdot f \cdot W \cdot B \cdot n_r}{l},$$

где $W = 0,627$ м - ширина сердцевин ТЭГ;

$n_r = 28$ - количество рядов воздушных теплообменников.

Для расчета теплообменных процессов используется j_c -фактор (Colburn j factor), связывающий теплоту, импульс и массоперенос, подробно рассмотренный в работе [4].

Согласно исследованиям оффсетных теплообменников j_c -фактор вычисляется по формуле:

$$j_c = 0.57 \cdot Re^{-0.5} \cdot \left(\frac{l}{D_h}\right)^{-0.15} \cdot \left(\frac{h}{s}\right)^{-0.14},$$

определив который рассчитывается коэффициент теплоотдачи от теплообменника к воздуху:

$$\alpha_6 = \frac{j_c \cdot c_6 \cdot G_6}{Pr_6^{0.667}}.$$

Для расчета гидравлического сопротивления ТЭГ используется зависимость, полученная Вайсбахом, с помощью которой определяются потери напора Δp , вызванные местными сопротивлениями ζ при движении несжимаемой жидкости плотностью ρ со скоростью v .

$$\Delta p = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}.$$

Для расчета гидравлического сопротивления ТЭГ представляется в виде последовательности местных сопротивлений.

Общее гидравлическое сопротивление определяется выражением

$$\Delta p_\Sigma = \frac{\rho}{2} \cdot (\zeta_1 v_1 + \zeta_2 v_2 + \zeta_3 v_2 + \zeta_4 v_2 + \zeta_5 v_2 + \zeta_6 v_2 + \zeta_7 v_2 + \zeta_8 v_1),$$

которое после упрощения принимает вид:

$$\Delta p_{\Sigma} = \frac{\rho}{2} \cdot [v_1(\zeta_1 + \zeta_8) + 2v_2(\zeta_2 + \zeta_4 + \zeta_3)].$$

Значения местных сопротивлений, которые являются справочными величинами [5], а именно расширение потока ($\zeta_1, \zeta_4, \zeta_7 = 1$), сужение потока ($\zeta_2, \zeta_5, \zeta_8 = 0,5$), движение в трубке прямоугольного сечения ($\zeta_3, \zeta_6 = 0,037$).

Для расчета аэродинамического сопротивления ТЭГ применяются методические подход, изложенные в работе [6]. Используя данную методику вычисляется коэффициент трения f_{mp} :

$$f_{mp} = 8,12 \cdot Re^{-0.74} \cdot \left(\frac{l}{D_h}\right)^{-0.41} \cdot \left(\frac{h}{s}\right)^{-0.02}.$$

Общее аэродинамическое сопротивление воздушных теплообменников ТЭГ рассчитывается по формуле:

$$\Delta p = \frac{4 \cdot f_{mp} \cdot B \cdot G_6^2}{2 \cdot D_h \cdot p_g}.$$

При расчете коэффициента теплопередачи K элементы ТЭГ представляются в виде многослойной стенки и расчет K проводится через последовательное определение пяти термических сопротивлений R_{ti} каждой стенки, которые записываются следующим образом:

$$R_{t\Sigma} = \int_{i=1}^5 R_{ti} = \frac{1}{\alpha_{жс}} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_g}.$$

Коэффициент теплопередачи K ТЭГ вычисляется по формуле:

$$K = R_{t\Sigma}^{-1}.$$

Рассчитанное значение коэффициента теплопередачи K и заданные значения средних температур теплоносителей $T_{f1} = T_{жс} = 91^\circ\text{C}$ и $T_{f2} = T_g = 33^\circ\text{C}$ позволяют определить тепловой поток q_t , проходящий через расчетную ячейку:

$$q_t = (T_{f1} - T_{f2}) \cdot K.$$

После чего проводят вычисление температур стенок элементов расчетной ячейки, целью которого является определение температур на горячей T_{1-2} и холодной T_{2-3} сторонах модуля.

Значения указанных температур вычисляются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} T_{w1} &= T_{f1} - q_t \cdot R_{t1}, \\ T_{1-2} &= T_{w1} - q_t \cdot R_{t2}, \\ T_{2-3} &= T_{1-2} - q_t \cdot R_{t3}, \\ T_{w2} &= T_{2-3} - q_t \cdot R_{t4}. \end{aligned}$$

В ТЭГ используются термоэлектрические генераторные модули, имеющие электрическую мощность $N_0 = 4,1$ Вт при температурном перепаде $\Delta t = 100^\circ\text{C}$. Учитывая эти параметры электрическая мощность ТЭГ рассчитывается по формуле:

$$N_{эл} = n_m \cdot (T_{1-2} - T_{2-3}) \cdot \frac{N_0}{\Delta t}.$$

Описанный выше расчет показал, что разрабатываемый ТЭГ системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания позволяет отводить тепловую мощность $Q_{ож} = 54,5$ кВт. Аэродинамическое сопротивление ТЭГ при скорости набегающего потока воздуха $v_g = 30$ м/с составляет 622,4 Па. Электрическая мощность ТЭГ, полученная с помощью разработанного расчета, составила $N_{эл} = 516,2$ Вт. При использовании алюминия в конструкции трубок и воздушного теплообменника ТЭГ получен коэффициент теплопередачи K , равный $170,4$ Вт/(м²·К). Проверка площадей теплообмена со стороны ОЖ и воздуха с учетом рассчитанных коэффициентов теплоотдачи $\alpha_{жс} = 3114,5$ Вт/(м²·К) и $\alpha_g = 312,2$ Вт/(м²·К) показала достаточность теплообменных поверхностей.

Разработанный расчет ТЭГ позволяет определить важные рабочие параметры, и оптимизировать ТЭГ по тепловым, гидравлическим и аэродинамическим показателям.

Работа проводится при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках договора # 14.Z56.15.3290-МК от "16" февраля 2015 года об условиях использования гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых с организациями - участниками конкурсов, имеющими трудовые отношения с молодыми учеными МК-3290.2015.8.

Список литературы / References

1. G. Bourhis, P. Leduc, Energy and Exergy Balances for Modern Diesel and Gasoline Engines, Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP, Vol. 65 (2010), No. 1, pp. 39-46.
2. B.A. Papkin, N.A. Khripach, V.S. Korotkov, D.A. Ivanov, "Thermoelectric generator for a vehicle engine cooling system research and development", International Journal of Applied Engineering Research, Volume 11, Number 15 (2016), pp 8557-8564.
3. Sidramappa Alur, Experimental Studies on Plate Fin Heat Exchangers. (2012). A Thesis Submitted for Award of the Degree of Doctor of Philosophy, Mechanical Engineering Department National Institute of Technology, Rourkela.
4. Joshi, H.M. and Webb, R.L. Heat Transfer and Friction in the Offset Strip-fin Heat Exchanger, International Journal of Heat and Mass Transfer, (1987) 30 (1) 69-84.
5. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Москва. Машиностроение. 1992. 672 с.
6. Joshi, H.M. and Webb, R.L. Heat Transfer and Friction in the Offset Strip-fin Heat Exchanger, International Journal of Heat and Mass Transfer, (1987) 30 (1) 69-84.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. G. Bourhis, P. Leduc, Energy and Exergy Balances for Modern Diesel and Gasoline Engines, Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP, Vol. 65 (2010), No. 1, pp. 39-46.

2. B.A. Papkin, N.A. Khripach, V.S. Korotkov, D.A. Ivanov, "Thermoelectric generator for a vehicle engine cooling system research and development", International Journal of Applied Engineering Research, Volume 11, Number 15 (2016), pp 8557-8564.

3. Sidramappa Alur, Experimental Studies on Plate Fin Heat Exchangers. (2012). A Thesis Submitted for Award of the Degree of Doctor of Philosophy, Mechanical Engineering Department National Institute of Technology, Rourkela.

4. Joshi, H.M. and Webb, R.L. Heat Transfer and Friction in the Offset Strip-fin Heat Exchanger, International Journal of Heat and Mass Transfer, (1987) 30 (1) 69-84.

5. Idelchik, I. E. (1992) Spravochnik po gidravlicheskim soprotivlenijam [Handbook of hydraulic resistances]. Moscow. Mashinostroyeniye [Mechanical engineering], p. 672. [in Russian]

6. Joshi, H.M. and Webb, R.L. Heat Transfer and Friction in the Offset Strip-fin Heat Exchanger, International Journal of Heat and Mass Transfer, (1987) 30 (1) 69-84.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.167

Пеньков Е.А.¹, Калимуллин Р.Ф.², Ковриков И.Т.³

¹ORCID: 0000-0001-7811-9616, аспирант; ²ORCID: 0000-0003-4016-2381, кандидат технических наук, доцент;

³доктор технических наук, профессор, Оренбургский государственный университет

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация

По результатам анализа эксплуатационной надежности коробок передач автомобилей и автобусов выявлена необходимость применения при техническом обслуживании диагностировании механических коробок передач и механизмов сцепления для оценки их фактического состояния. Выявлены особенности диагностирования коробки передач автомобиля. Представлены основные задачи, решение которых позволит повысить эффективность диагностирования узлов трансмиссии автомобиля, а также развить перспективную в настоящее время систему бортового диагностирования. Проведен анализ существующих методов обработки вибросигнала, позволяющих выявить полезный сигнал от помех. Предложен способ комплексного диагностирования узлов трансмиссии автомобиля.

Ключевые слова: диагностирование, узлы трансмиссии, автомобиль, вибросигнал, комплексное диагностирование.

Penkov E.A.¹, Kalimullin R.F.², Kovrikov I.T.³

¹ORCID: 0000-0001-7811-9616, Postgraduate student; ²ORCID: 0000-0003-4016-2381, PhD in Engineering,

Associate professor; ³PhD in Engineering, Professor, Orenburg State University

RATIONALE FOR THE DEVELOPMENT OF COMPLEX METHOD OF DIAGNOSING A PARTS TRANSMISSION A CAR

Abstract

According to the analysis of the operational reliability of gearboxes for cars and buses revealed the necessity of using maintenance diagnostics of mechanical gearboxes and clutch mechanisms to assess their actual state. Peculiarities of diagnostics of the transmission of the vehicle. Presents the objectives, the solution of which will improve the efficiency of diagnosing units of the vehicle transmission, and to develop promising at the present time the system diagnostics. The analysis of existing methods of processing of the vibration signal, enabling the identification of the useful signal from noise. The proposed block diagram of the method of complex diagnosis.

Keywords: diagnosis, components of the transmission, the car vibrate, complex diagnosis.

Важной задачей при эксплуатации автомобилей является поддержание его надежности на оптимальном уровне, которая обеспечивала бы безотказное выполнение транспортной работы и минимизировало затраты на перевозочный процесс. Надежность автомобиля зависит от надежности его составных частей, и одними из таких частей является коробка передач (КП) автомобиля и механизм сцепления. Результаты анализа эксплуатационной надежности автомобилей КАМАЗ различных моделей (КАМАЗ 65115, 54115, 4308, 53229, 43114, 53215 и др.) показали, что средняя наработка на отказ элементов КП имеет значительную вариацию от среднего значения. Так, для шестерен, зубчатых муфт и подшипников она варьируется в пределах от 900 до 70000 км. (рисунок 1, а, б, в), причем можно утверждать, что величины с сильным отклонением от среднего не являются случайным явлением. Результаты анализа статистики отказов за год эксплуатации автобусов ПАЗ, ЛиАЗ и Autosun (рисунок 1, г) также подтверждают данное положение.

Это означает, что техническое обслуживание КП и механизма сцепления трудно подвести к плановому по пробегу, а более целесообразным является обслуживание по фактическому состоянию с определением дефекта на стадии развития. Таким образом, развитие направления диагностирования КП и механизма сцепления автомобиля по фактическому состоянию является актуальной задачей.

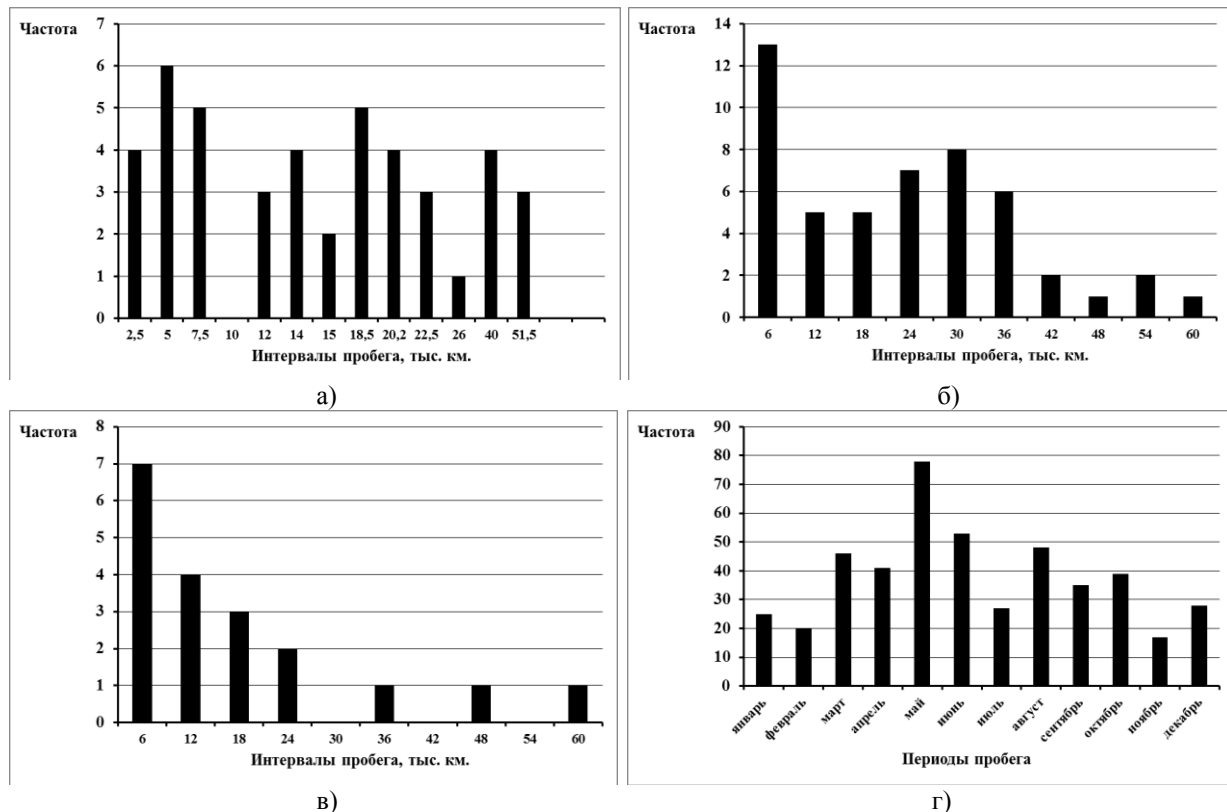


Рис. 1 – Частота возникновения дефектов: а) шестерен КП автомобиля КАМАЗ; б) зубчатой муфты КП автомобиля КАМАЗ; в) подшипников КП автомобиля КАМАЗ; г) механизма сцепления и КП автобусов ПАЗ, Autosun, ЛиАЗ в течение года эксплуатации

Существует ряд методов определения технического состояния КП. В работе рассмотрены методы, которые позволяют оценить техническое состояние узла без разбора.

Самым простым и распространенным является органолептический метод, его особенности рассмотрены в работе [1]. В некоторой степени от ошибок субъективной оценки избавляет логический метод [3-6], но не в достаточной степени. Вероятность ошибок первого и второго рода остаются на высоком уровне.

В работе [2] рассмотрен метод суммарного углового люфта между входным и выходным валами, позволяющий определять структурный параметр - износ профиля зуба. Автор утверждает, что, исходя из данного параметра, можно установить неисправности других деталей КП. Недостаток такого метода обусловлен сложностью функциональных связей между структурным параметром и техническим состоянием других деталей КП, которые не определены явно.

Существует метод определения технического состояния КП по излучаемому шуму [7]. В работе описан метод, который позволяет определить износ поверхностей зубьев в зубчатом зацеплении КП. Но данный метод не дает информации о техническом состоянии других элементов КП, и его использование затруднено сложностью обработки данных и постановки диагноза, что ограничивает его применение в условиях автотранспортных предприятий.

Анализ работ в области диагностирования автомобильных агрегатов [8-11] показал, что виброакустический метод оценки наличия дефектов в механизме является наиболее точным среди рассмотренных методов в этой области.

В работе [8] представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований в области диагностирования КП: установлено наличие зависимости между сопутствующими параметрами работы КП и наличием дефектов в ее элементах. В качестве сопутствующего параметра принят виброакустический сигнал. Автором предложен «паспорт» неисправностей КП для автомобилей «ГАЗель» и «Соболь», где одиннадцати видам дефектов соотнесены частоты в спектре колебаний. Причем каждой частоте, кроме одной, соответствует три дефекта. Данное обстоятельство приводит к неоднозначному определению вида дефекта при диагностировании. Также к ошибочному диагнозу могут привести отсутствие последующей обработки сигнала, позволяющей отделить шумы в измеренном сигнале. Кроме того, процесс диагностирования осложняется отсутствием специализированного оборудования и обобщенного метода постановки диагноза.

Наиболее перспективным направлением является комплексное диагностирование, которое предполагает использование нескольких методов диагностирования при определении технического состояния объекта и его прогнозирования. В работе [11] рассмотрен комплексный метод диагностирования ступичных подшипников автомобиля на основе виброакустического метода и измерения электрического сопротивления в подшипнике.

Таким образом, существующие средства диагностирования механизма сцепления и КП автомобиля нуждаются в совершенствовании.

Основная трудность при использовании виброакустического метода - обработка и анализ полученных сигналов, который предполагает выделение полезного сигнала из шумов. Сигнал, полученный в результате измерения датчиком ускорения можно представить в следующем виде [4]:

$$s(t) = k(t)s_1(t) + m(t),$$

где $s_1(t)$ – полезная часть сигнала;

$k(t)$ и $m(t)$ – мультипликативная и аддитивная помехи.

Особенность диагностирования трансмиссии автомобиля по сигналам вибрации силового агрегата заключается в том, что рабочие процессы, происходящие в двигателе внутреннего сгорания (ДВС), вносят помехи, в общем объеме превышающие во много раз сигналы основных неисправностей элементов трансмиссии. Кроме того, при движении со стороны колес также поступают сигналы, которые являются помехами. К мультипликативной помехе в данном случае можно отнести изменение режима работы ДВС, а к аддитивным – колебания, возникающие в других узлах силового агрегата относительно рассматриваемого узла (колебания коленчатого вала, клапанов ГРМ, поршня при перекладке, форсунок в дизельном двигателе и т.д.) и процесс сгорания в цилиндрах.

Наличие особенностей при диагностировании трансмиссии автомобиля вносит свои трудности, например: невозможно оценить техническое состояние по параметру среднеквадратического значения величин, характеризующих вибрацию; затруднена установка датчика перемещения вала для оценки его траектории движения или датчика синхронизации для синхронного усреднения по времени и др.

Существует ряд методов обработки сигнала вибрации. Для выявления дефектов в подшипнике качения или в зубчатом зацеплении на ранних стадиях наиболее эффективным является метод анализа спектра огибающей вибрационного сигнала [12, 13]. Недостатком метода является то, что нет возможности достаточно полно автоматизировать алгоритмы метода из-за сложности выбора фильтра верхних и нижних частот при предварительном анализе [14]. Данный недостаток может, в том числе, устранить адаптивная обработка сигналов [15]. Достаточно эффективно избавиться от шумов позволяет применение метода автокорреляции или эмпирического метода декомпозиции [16, 17].

Сделан вывод, что необходимо подобрать цифровые методы обработки сигналов, полученных в условиях работы автомобиля, а для снижения трудоемкости и сложности процесса диагностирования необходимо автоматизировать алгоритмы применяемых методов обработки сигналов.

Для повышения точности диагностирования сложной системы необходимо снижать вероятность возникновения ошибок первого и второго рода при установлении диагноза. Этого позволяет добиться применение нескольких диагностических параметров разных процессов одного объекта, которое ведет к увеличению используемых методов обработки полученных сигналов.

Коробка передач и механизм сцепления являются сложной диагностической системой, для которой необходим комплексный диагностический параметр, базирующийся на трех сопутствующих процессах: вибрациях на корпусах узлов, излучаемом шуме и температуре. Разработанная структурная схема комплексного диагностирования узлов трансмиссии, представленная на рисунке 2, условно разбита на три направления: подбор датчиков для формирования сигналов, обработка сигналов и постановка диагноза, взаимодействие оператора (водителя) с системой диагностики. Каждая каждое направление содержит ключевые фразы, характеризующие соответствующие им направления.

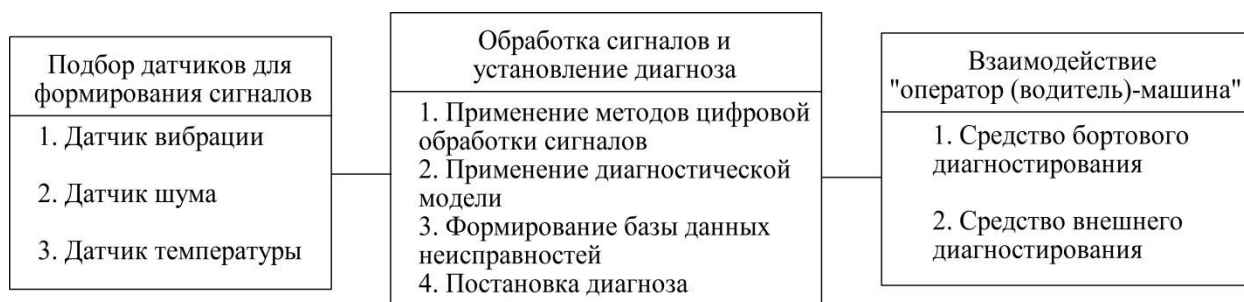


Рис. 2 – Структурная схема комплексного диагностирования узлов трансмиссии

Реализация данной схемы диагностирования предполагает решение следующих частных задач:

- подбор датчиков;
- разработка аппаратной составляющей для предварительной обработки полученных сигналов;
- выбор методов цифровой обработки сигналов для устранения шумов и извлечения информативного сигнала;
- установление диагностической модели;
- разработка программного обеспечения и алгоритмов его работы для штатного и внешнего систем диагностирования.

Решение приведенных выше основных задач позволит повысить эффективность диагностирования узлов трансмиссии автомобиля, а также развить перспективную систему бортового диагностирования.

Список литературы / References

1. Пеньков, Е.А. Диагностирование сцепления автомобиля по показателям вибрации силового агрегата / Е.А. Пеньков, Р.И. Гарипов, Ш.С. Хуснетдинов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. - №10 (171) – С. 146-151.
2. Гладцын, А.Ю. Определение технического состояния коробок переключения передач грузовых автомобилей/ А.Ю. Гладцын // Вестник НГИЭИ (Нижегородского государственного инженерно-экономического института). – 2014. - № 10 (41) – С. 50-53.
3. Биргер, И.А. Техническая диагностика / И.А. Биргер. – М.: «Машиностроение», 1978. - 240 с.
4. Павлов, Б.В. Акустическая диагностика механизмов / Б.В. Павлов. – М.: «Машиностроение», 1971. - 224 с.

5. Лянденбургский, В. В. Встроенная система диагностирования коробки передач автомобилей / В.В. Лянденбургский, М.В. Нефедов, В.Н. Боровков // Интернет-журнал «Науковедение». - 2014. - №5(24). - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vstroennaya-sistema-diagnostirovaniya-korobki-peredach-avtomobiley> (дата обращения: 21.03.2016).
6. Лянденбургский, В. В. Морфологический анализ методов поиска неисправностей транспортных средств / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок, П.А. Мнекин // Интернет-журнал «Науковедение». - 2012. - №4(13). - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskij-analiz-metodov-poiska-neispravnostey-transportnyh-sredstv> (дата обращения: 21.03.2016).
7. Долотов, А. А. Математическая модель расчета звукоизлучения коробки переключения передач автомобилей семейства ГАЗ 3110, 31105 / А.А. Долотов, А. В. Победин, Н. С. Соколов-Добрев, К. О. Долгов // Известия ВолгГТУ. - 2010. - №3 – С. 29 – 33.
8. Лелиовский, К.Я. Разработка методики виброакустической оценки нагруженности и дефектов коробки передач колесных машин: дисс. канд. техн. наук. [Текст]/ Лелиовский К.Я. – Нижний Новгород, 2008.
9. Лелиовский, К.Я. Исследование вибрационных характеристик агрегатов трансмиссий автотракторной техники для совершенствования их конструкции / К.Я. Лелиовский // Вестник НГИЭИ (Нижегородского государственного инженерно-экономического института). - 2011. - №1 (2). – С.103 – 109.
10. Скворцов, А.А. Разработка методики виброакустической диагностики ведущих мостов легковых автомобилей для бортовой системы диагностирования агрегатов трансмиссии: дисс. канд. техн. наук. [Текст]/ Скворцов А.А. – Ижевск, 2014.
11. Майоров, М.В. Разработка комплексного метода диагностирования ступичных подшипников автомобиля: дисс. канд. техн. наук. [Текст]/ Майоров М.В. – Орел, 2015.
12. Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерений вибраций: ГОСТ Р ИСО 13373-2 – 2009. – Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2010. – 28 с.
13. Lebold, M. Review of Vibration Analysis Methods for Gearbox Diagnostics and Prognostics / M. Lebold, K. McClintic, R. Campbell, C. Byington, K. Maynard // Proceedings of the 54th Meeting of the Society for Machinery Failure Prevention Technology, Virginia Beach, VA. – 2000. - P. 623-634.
14. Давыдов, И.Г. Оценка помехоустойчивости метода диагностики роторных узлов машин в зависимости от условий предварительной фильтрации вибрационного сигнала / И.Г. Давыдов, С.Ю. Васюкевич, С.А. Мигалевич, А.В. Пурко // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2014. №4 (59). - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-pomehoustoychivosti-metoda-diagnostiki-rotornyh-uzlov-mashin-v-zavisimosti-ot-usloviy-predvaritelnoy-filtratsii> (дата обращения: 12.04.2016).
15. Уидроу, Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С. Стирнз. – М.: Радио и связь, 1989, - 440 с.
16. Guan, L. Gearbox Fault Diagnosis under Different Operating Conditions Based on Time Synchronous Average and Ensemble Empirical Mode Decomposition / L. Guan, Y. Shao, F. Gu, B. Fazenda, A. Ball // IEEE Conference Publications. – 2009. - P. 383 – 388.
17. Li, H. Gear Crack Level Classification Based on EMD and EDT / H. Li, J. Zhao, X. Zhang, H. Teng // Mathematical Problems in Engineering, Volume 2015, Article ID 137274.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Pen'kov, E.A. Diagnostirovanie scephleniya avtomobilja po pokazateljam vibracii silovogo agregata [Diagnosing of car clutch by indicators of power unit vibration] // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. - 2014. #10 (171). P. 146-151. [in Russian]
2. Gladcyn, A.Ju. Opredelenie tehničeskogo sostojanija korobok perekljuchenija peredach gruzovyh avtomobiley [The definition of a technical condition boxesgear trucks] // Vestnik NGIJeI [Bulltin of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics]. – 2014. #10 (41). P. 50-53. [in Russian]
3. Birger, I.A. Tehničeskaja diagnostika [Technical diagnostics] / I.A. Birger. – М.: «Mashinostroenie». 1978. - 240 P. [in Russian]
4. Pavlov, B.V. Akustičeskaja diagnostika mehanizmov [Acoustic diagnostics of mechanisms]. – М.: «Mashinostroenie». 1971. - 224 P. [in Russian]
5. Ljandenburskij, V. V. Vstroennaja sistema diagnostirovanija korobki peredach avtomobiley [Built-in diagnostic system, vehicle gearboxes] // Internet-zhurnal «Naukovedenie» [On-line Journal «Naukovedenie»]. - 2014. #5 (24). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/vstroennaya-sistema-diagnostirovaniya-korobki-peredach-avtomobiley> (data obrashhenija: 03.21.2016). [in Russian]
6. Ljandenburskij, V. V. Morfoložičeskij analiz metodov poiska neispravnostej transportnyh sredstv [Morphological analysis of methods to search for the faults of vehicles] // Internet-zhurnal «Naukovedenie» [On-line Journal «Naukovedenie»]. - 2012. #4(13). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskij-analiz-metodov-poiska-neispravnostey-transportnyh-sredstv> (data obrashhenija: 21.03.2016). [in Russian]
7. Dolotov, A. A. Matematičeskaja model' rasčeta zvukoizlučeniija korobki perekljuchenija peredach avtomobiley semejstva GAZ 3110, 31105 [Mathematical model of calculating the sound emission cars gearbox family GAZ 3110, 31105] // Izvestija VolgGTU [News of Volgograd State Technical University]. - 2010. #3. P. 29 – 33. [in Russian]
8. Leliovskij, K.Ja. Razrabotka metodiki vibroakustičeskoj ocenki nagružennosti i defektov korobki peredach kolesnyh mashin: Dissertatsiya na soiskaniye učenoy stepeni k.t.n. [Development of methods for evaluation of loading and defects transmission cars: Ph.D. thesis]. – Nizhnij Novgorod. 2008. – 253 P. [in Russian]
9. Leliovskij, K.Ja. Issledovanie vibracionnyh harakteristik agregatov transmissij avtotraktornoj tehniki dlja sovershenstvovanija ih konstrukcii [Research of vibrating characteristics of units of transmissions ofautotractor technics for

perfection of their design] // Vestnik NGIJeI [Bulltin of the Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics]. - 2011. #1 (2). P.103 – 109. [in Russian]

10. Skvortsov, A.A. Razrabotka metodiki vibroakusticheskoy diagnostiki vedushhih mostov legkovykh avtomobilej dlja bortovoj sistemy diagnostirovaniya agregatov transmissii: Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni k.t.n. [Development of a technique of vibro-acoustic diagnosis of the driving axles of passenger cars for the on-board diagnostics system transmission units]. – Izhevsk. 2014. – 153 P. [in Russian]

11. Majorov, M.V. Razrabotka kompleksnogo metoda diagnostirovaniya stupichnykh podshipnikov avtomobilja: Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni k.t.n. [Development of a comprehensive method of diagnosing wheel bearings car]. – Orel. 2015. – 141 P. [in Russian]

12. Kontrol' sostojaniya i diagnostika mashin. Vibracionnyj kontrol' sostojaniya mashin. Chast' 2. Obrabotka, analiz i predstavlenie rezul'tatov izmerenij vibracij [Condition monitoring and diagnostics of machines - Vibration condition monitoring - Part 2: Processing, analysis and presentation of vibration data]: GOST R ISO 13373-2 – 2009. – Izdanie oficial'noe [Official publication]. – M.: Standartinform. 2010. – 28 P. [in Russian]

13. Lebold, M. Review of Vibration Analysis Methods for Gearbox Diagnostics and Prognostics // Proceedings of the 54th Meeting of the Society for Machinery Failure Prevention Technology. 2000, P. 623-634. [in USA]

14. Davydov, I.G. Ocenka pomehoustojchivosti metoda diagnostiki rotornykh uzlov mashin v zavisimosti ot uslovij predvaritel'noj fil'tracii vibracionnogo signala [Estimation of noise immunity of the method of diagnostics of rotor units, depending on the conditions of pre-filtering of the vibration signal] // Vestnik GGTU im. P.O. Suhogo [Bulletin Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoy]. 2014. #4 (59). - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-pomehoustojchivosti-metoda-diagnostiki-rotornykh-uzlov-mashin-v-zavisimosti-ot-usloviy-predvaritel'noy-filtratsii> (data obrashheniya: 12.04.2016). [in Russian]

15. Uidrou, B. Adaptivnaja obrabotka signalov [Adaptive Signal Processing] – M.: Radio i svjaz'. 1989. - 440 P. [in Russian]

16. Guan, L. Gearbox Fault Diagnosis under Different Operating Conditions Based on Time Synchronous Average and Ensemble Empirical Mode Decomposition: IEEE Conference Publications. 2009. P. 383 – 388. [in USA]

17. Li, H. Gear Crack Level Classification Based on EMD and EDT // Mathematical Problems in Engineering. 2014. P. 1 - 10. [in USA]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.158

Попов К.С.¹, Никишин В.Н.²

¹ORCID: 0000-0002-1825-0023, аспирант,

²ORCID: 0000-0002-1825-0097, Доктор технических наук,

Казанский приволжский федеральный университет,

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ ТУРБУЛИЗАТОРОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация

Статья посвящена изучению вопросов проблемы охлаждения жидкостно-масляного теплообменника (ЖМТ) дизельного двигателя. Также предложена усовершенствованная конструкция ЖМТ. При работе двигателя система охлаждения обеспечивает оптимальный температурный режим. Неисправности системы охлаждения приводят к нарушению температурного режима. Возникающие неисправности системы охлаждения могут послужить причинами более серьезных неисправностей. Изложены результаты теоретических и лабораторных исследований параметров турбулизаторов. С помощью турбулизаторов в данной работе были достигнуты положительные результаты, которые используются на практике.

Ключевые слова: теплоотдача, турбулизатор, гидравлическое сопротивление.

Popov K.S.¹, Nikishin V.N.²

¹ORCID: 0000-0002-1825-0023, Postgraduate student,

²ORCID: 0000-0002-1825-0097, PhD in Engineering,

Kazan Federal University

INVESTIGATION AND ANALYSIS OF THE WORK BAFFLES ENGINE COOLING SYSTEM

Abstract

The paper studies the issues of cooling problems of liquid-oil heat exchanger (LMC) of the diesel engine. LMC improved design is also offered. When the engine cooling system ensures optimum temperature. Cooling system faults lead to a violation of temperature conditions. The resulting failure of the cooling system can cause more serious problems. The results of theoretical and laboratory parameters of turbulence. With the vortex generators in that positive results were obtained, which are used in practice.

Keywords: heat, energizer, hydraulic resistance.

Система охлаждения служит для поддержания определенного режима работы двигателя внутреннего сгорания. Если в ней обнаруживаются неполадки, то двигатель может выйти из строя. Когда двигатель в процессе работы начинает нагреваться, то вместе с его деталями, создающими трение, начинает нагреваться и масло. С увеличением температуры масла начинают снижаться его показатели качества.

Для того чтобы этого не происходило в двигателях внутреннего сгорания начали использовать такие агрегаты как жидкостно-масляный теплообменник. ЖМТ можно расположить в любом места подкапотного пространства, также

его можно запозиционировать на самом двигателе, что дает преимущество в том, что не нужно использовать длинные трубопроводы, шланги и соединения, что в свою очередь исключает течи. ЖМТ служит для того, чтобы охлаждать масло за счет пробегающего потока охлаждающей жидкости. ЖМТ состоит из корпуса, трубок, в которых протекает масло и пластинок. Теплоотдача от масла происходит через пластинки. Тепло рассеивается в потоке охлаждающей жидкости, тем самым понижая температуру масла.

Схема работы такого агрегата проста. Масло через насос попадает из поддона в фильтра двигателя внутреннего сгорания. В фильтре масло очищается и попадает в главные масляные магистрали, через которое оно подводится к трущимся деталям, которые работают в паре.

Параллельно масло через каналы в блоке цилиндров подводится к самому теплообменнику. И часть потока масла начинает проходить через масляный теплообменник. Который в свою очередь начинает отдавать тепло от масла в поток охлаждающей жидкости. В системе присутствуют термодатчики и датчики, по которым отслеживается температура масла. Чтобы исключить различные проблемы с теплообменником, необходимо соблюдать герметичность соединений, уплотнителей. Это исключает течи и сбои в работе агрегата.

Турбулизаторы представляют собой дополнительные элементы, устанавливаемые внутри теплообменников. Они превращают поток газа или жидкости из ламинарного в вихревой; их наличие замедляет поток, улучшает скорость передачи тепла и делает нагрев теплообменника равномерным.[1]

Обоснованием актуальности проекта послужило изготовление ЖМТ с предложенной конструкцией, так как имеется проблема охлаждения в работе двигателя на номинальных оборотах.

Целью испытаний являлось определение теплогидравлических характеристик опытных образцов масляных теплообменников и уточнение теплотехнических показателей.[2]

В практической части исследований можно отметить следующее:

Сердцевина опытного теплообменника изготовлена по типу сердцевин теплообменников для двигателей ЯМЗ из медных трубок с наружным диаметром 8 мм и толщиной стенок 0,5 мм, количество охлаждающих трубок – 45 шт., количество охлаждающих пластин у теплообменников 257...260 шт. Пластинчатый теплообменник состоит из корпуса, пластин и трубок. Тепло от трубок масла отдается через пластины в поток охлаждающей жидкости.

С целью интенсификации теплообмена теплообменник комплектовался различными вариантами турбулизаторов:

- ленточным турбулизатором скрученным по винтовой линии конструкции ООО ПКФ «ПОЛЮС», длина турбулизатора 300 мм;
- пружинным турбулизатором изготовленным из медной проволоки диаметром 1,2 мм, длина турбулизатора 330 мм;
- пружинным турбулизатором изготовленным из медной проволоки диаметром 1,2 мм, длина турбулизатора 130 мм;
- пластмассовым турбулизатором 2106 -1303036.



Рис. 1 – Внешний вид турбулизаторов использованных при испытаниях

- 1 – пружинный турбулизатор, L=330 мм;
- 2 – ленточный турбулизатор, L=300 мм;
- 3 – пластмассовый турбулизатор 2106-1303036, L=130 мм;
- 4 – пружинный турбулизатор, L=130 мм.

Опытный образец масляного теплообменника 740.90-1013200 с целью интенсификации масляного потока и снижения его сопротивления был доработан:

- дефлектор 740.90 -1013258, со стороны выходного патрубка выполнен паз 5×70 мм;
- пластина охлаждающая 740.90 -1013265, уменьшен наружный диаметр до 99 мм путём срезки секторов на радиусах R7 мм, пуклёвки в количестве 15 шт. выполнены в один ряд;
- пластина промежуточная 740.90 -1013267, уменьшен наружный диаметр до 99 мм путём срезки секторов на радиусах R7 мм.



Рис. 2 – Внешний вид сердцевин теплообменника 740.90-1013200

При испытаниях теплообменников определяется:

- герметичность масляной полости при давлении 0,5 МПа;
- герметичность водяной полости при давлении 0,2 МПа.

4.2 В процессе теплотехнических испытаний определяется:

- гидравлическое сопротивление водяного тракта при расходе воды 120 л/мин и температуре воды 80 °С;
- гидравлическое сопротивление масляного тракта при расходе масла 90 л/мин и температуре 100 °С;
- теплоотдача при расходах воды 120 л/мин, масла 90 л/мин и температурах теплоносителей соответственно 80 °С и 100 °С.

Результаты испытаний:

- Масляный тракт теплообменников герметичен при давлении 0,5 МПа.
- Водяной тракт теплообменников герметичен при давлении 0,2 МПа.
- Гидравлические сопротивления по воде и маслу, а также теплоотдача при расходах воды 120 л/мин и масла 90 л/мин, температурах воды и масла соответственно 80 °С и 100 °С представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводные характеристики турбулизаторов.

№ п/п	Обозначение	Комплектация	Г ж , л /мин	Г м , л /мин	ΔР ж , кПа	ΔР м , кПа	Q 80100 , кВт
1	740.90-1013200	Без турбулизатора	120	90	14	80	18,3
		Ленточный L=300 мм			16	80	20
		Пружинный L=330 мм			16	80	21,7
		Пружинный L=130 мм			16	80	21
		Пластмассовый 2106-1303036 L=130 мм			17	80	21,2
2	740.90-1013200	Без турбулизатора	120	90	14	65	18,8

Из анализа результатов испытаний следует:

- При незначительном увеличении гидравлического сопротивления теплообменника 740.90-1013200 по воде теплоотдача по сравнению с теплообменником без турбулизаторов повысилась:

- у теплообменника с ленточным турбулизатором, L=300 мм – на 9,3 % и составила 20 кВт;
- у теплообменника с пружинным турбулизатором, L=330 мм – на 18,6 % и составила 21,7 кВт;
- у теплообменника с пружинным турбулизатором, L=130 мм – на 14,75% и составила 21 кВт;
- у теплообменника с пластмассовым турбулизатором 2106-1303036, L=130 мм – на 15,8% и составила 21,2 кВт.

Гидравлическое сопротивление по маслу у доработанного теплообменника 740.90-1013200 снизилось на 19% (при незначительном увеличении теплоотдачи на 2,7 %) по сравнению с теплообменником 740.90-1013200 без турбулизатора и составила 65 кПа.

Выводы:

- Комплектация опытного образца теплообменника 740.90 -1013200 различными вариантами турбулизаторов повышает его эффективность по теплоотдаче на 9,3...18,6 %.

- Гидравлическое сопротивление доработанного образца теплообменника 740.90-1013200 по маслу снизилось на 19 %.

- Для контроля теплотехнических показателей теплообменника 740.90-1013200 в КД ввести следующие контрольные параметры:

- Теплоотдача, приведённая к температуре воды 80 °С и температуре масла 100 °С при расходе воды 120 л/мин и расходе масла 90 л/мин должна быть не менее 18 кВт;

- Гидравлическое сопротивление по воде при её расходе 120 л/мин и температуре 80 °С должно быть не более 20 кПа;

- Гидравлическое сопротивление по маслу при его расходе 90 л/мин и температуре 100 °С должно быть не более 90 кПа.

Для принятия решения о возможности применения теплообменников 740.90 -1013200 на перспективных двигателях автомобилей необходимо провести параметрические испытания на стенде с беговыми барабанами, прочностные и эксплуатационные испытания.

Список литературы / References

1. Орлин А.С., Алексеев В.П., Костыгов Н.И., Круглов М.Г., Крылов А.Н., Леонов О.Б., Мизернюк Г.Н., Ивин В.И., Чайнов Н.Д. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Изд.2-е. / Под ред. Орлина А.С. Учебник для студентов вузов. - М.: Машиностроение, 1970. - 384 с.
2. Орлин А.С., Вырубов Д.Н., Ивин В.И., Круглов М.Г., Леонов О.Б., Мизернюк Г.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей, изд. 3-е. переработанное и дополненное. / Под ред. А.С. Орлина. Учебник для студентов вузов специальности "Двигатели внутреннего сгорания". - М.: Машиностроение, 1971. - 400 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Orlin A.S., Alekseev V.P., Kostygov N.I., Kruglov M.G., Krylov A.N., Leonov O.B., Mizernjuk G.N., Ivin V.I., Chajnov N.D. Ustrojstvo i rabota porshnevyyh i kombinirovannyh dvigatelej [Design and operation of piston and combined engines. 2-nd red. / Edited by Orlin A.S. A textbook for university students]. - M.: Mashinostroenie, 1970. - 384 P. [in Russian]
2. Orlin A.S., Vyrubov D.N., Ivin V.I., Kruglov M.G., Leonov O.B., Mizernjuk G.N. Dvigateli vnutrennego sgoraniya. Teoriya rabochih processov porshnevyyh i kombinirovannyh dvigatelej, izd. 3-e. pererabotannoe i dopolnennoe. / Pod red. A.S. Orlina. Uchebnik dlja studentov vuzov special'nosti "Dvigateli vnutrennego sgoraniya" [Internal combustion engines. The theory of working processes of piston and combined engines, ed. 3rd. revised and enlarged. / Edited by Orlin A.S. Textbook for students specialty "Internal Combustion Engines"]. - M.: Mashinostroenie, 1971. - 400 P. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.020

Поспелова Л.Я.

ORCID: 0000-0002-5037-4161, кандидат технических наук, доцент,
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской академии наук, Москва

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ № 14-11-00432).

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ И СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ СВЯЗНОСТИ ТЕКСТОВЫХ ИМПЛИКАТОВ В КОНТЕКСТЕ ПОИСКА ПРОТИВОРЕЧИЙ В НЕЧЕТКОЙ БАЗЕ ПРАВИЛ

Аннотация

Описана предлагаемая методика выявления и оценки разного рода противоречий в нечеткой многоуровневой системе продукций. Показана продуктивность применения методики для проведения семантического анализа структурной и содержательной связности особого рода текстов, представленных в виде наборов текстовых импликатов. Поскольку в процессе ревизии прикладных баз знаний множество эксплицитных и имплицитных убеждений абстрактного рационального субъекта в идеале должно поддерживать разумную меру логической непротиворечивости и замкнутости относительно операций логического вывода, нечеткая логико-лингвистическая система может служить полигоном для экспериментов по выявлению логических и концептуальных противоречий.

Ключевые слова: нечеткая база правил, логическое противоречие, концептуальное противоречие, имплицитное утверждение, логическая инференция.

Pospelova L.Ya.

ORCID: 0000-0002-5037-4161, PhD in Engineering, Associate professor, Senior Researcher, Dorodnicyn Computing Centre, Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences

Work was supported by Russian scientific fund (No. 14-11-00432 RNF)

LINGUISTIC ANALYSIS OF STRUCTURAL AND CONCEPTUAL COHERENCE OF TEXT IMPLICATES IN THE CONTEXT OF THE SEARCH FOR CONTRADICTIONS IN FUZZY RULE BASE

Abstract

Described the proposed methodology for the identification and evaluation of various kinds of contradictions in the fuzzy multi-level production system. Shown the efficiency of application of the method to conduct a semantic analysis of structural and conceptual coherence of specific kinds of texts presented in the form of sets of text implicates. As a result of the revision of the applied knowledge bases, the set of explicit and implicit beliefs of an abstract rational subject must maintain a reasonable measure of logical consistency and closure concerning the operations of logical inference, therefor a fuzzy logic-linguistic system may serve as a testing ground for experiments on the identification of logical and conceptual contradictions.

Keywords: fuzzy rule base, logical contradiction, conceptual contradiction, implicit statement, logical inference.

Задача интеллектуализации сетевого пространства [1, с. 1297; 4, с. 138] вернула усилия математиков, лингвистов, философов на этап изучения и моделирования механизмов человеческого мышления, этап поиска способов компьютерного представления знаний и убеждений. Наблюдаемая в настоящее время неудовлетворительная степень релевантности запросов обусловлена трудностями формального описания концептов и концептуальных отношений проблемных областей: прикладные онтологии, учитывающие специфику принятия решений компьютером, имеют дело с реальностью сконструированной, а программы систем, основанных на знаниях, строятся на базе той или иной разновидности неклассической логики. В философских трудах разрабатываются эпистемологические концепции изменения систем знаний [4, с. 136], математики исследуют логику убеждений и эпистемологическую логику знаний,

паранепротиворечивые логики, дескриптивные логики как основы языков прикладных онтологий [1, с. 1297].

Возросшие требования государственных и общественных структур к качеству комплексной филологической экспертизы текстов активизировали исследования в области семантического и концептуального анализа. Особое внимание уделяется имплицитным причинно-следственным отношениям между концептами-понятиями [5, с. 4] и их роли в ходе операций семантического вывода с целью извлечения глубинной (имплицитной) информации [2, с. 1; 4, с. 138]. В указанных работах можно проследить прямую аналогию между текстовыми импликатами и аксиомами логического следования в системах продукций, между процессом извлечения имплицитной информации из набора имплицитных суждений (процессом формально-логической инференции) и экспертным логическим выводом. Например, следствия, рассматриваемые лингвистами как имплицитные части высказываний, могут выводиться из семантики на одном, двух или многих шагах рассуждений. Чем короче цепочка вывода, тем ближе следствия находятся к поверхностной, эксплицитной части семантики. На длинных цепочках вывода следствия опустятся на глубинные слои плана содержания и будут рассматриваться не как обязательные пропозиции, но как некие факультативные предположения [2, с. 4] – этот вывод вызывает вполне объяснимый интерес разработчиков баз нечетких правил, заинтересованных в уменьшении меры внутренней неопределенности объекта управления по отношению к выводимому свойству этого объекта.

Обобщенный теоретический подход активно изучает противоречия в онтологиях, выявляет причины возникновения противоречивости при ревизии рациональным субъектом собственных понятий и убеждений [1, с. 1298, 6, с. 138]. Практической стороной занимается прикладная когнитология.

В инженерии знаний концептуализации редко поднимаются до описания абстрактных знаний (философских онтологий верхнего уровня), поскольку суть современного онтологического поворота (смещение интереса от эпистемологии к онтологии) [8, с. 2] в том, что для отображения знаний в эксплицитно-имплицитных формах исследователи прибегают к огрубленным и идеализированным конструкциям, их интересует не интерпретация, не суть вещей, а то, как они профессионально используются на практике.

Наиболее остро стоит проблема повторного использования онтологий в Semantic Web-приложениях [1], когда в результате добавления новых аксиом, ревизии или удаления существующих аксиом пользователи могут обнаружить, что новые онтологии стали противоречивыми. Необходимость выработки единой фундаментальной основы, поддерживающей формальное определение противоречия и отрицания и позволяющей усилить языки онтологий в части представления аксиомы отрицания является одной из первоочередных задач математиков и лингвистов. Для онтологий, основанных на дескриптивных логиках и постулатах рациональности [4, с. 139], авторы [1, с. 1297] предлагают различать два вида противоречий: несогласованность и классическую противоречивость, естественным образом появляющихся в динамических базах знаний. Если классическая (логическая) противоречивость может быть выявлена при тестировании системы на замкнутость относительно логического следования [4, с. 137; 6, с. 186; 7, с. 136], то концептуальное противоречие не поддается формализации в рамках классической логики. Поскольку в реальных приложениях всякая онтология подразумевается нечеткой, развитие конструктивных методов выявления разного рода противоречий является актуальной прикладной задачей.

В настоящей работе объект исследования сужен до статических нечетких многоуровневых систем продукций, для которых метод и алгоритм автоматического выявления логических противоречий на прагматическом функциональном уровне логического вывода описан в [7, с. 136]. Еще одно сужение связано с применением законов «материальной импликации» (*ex falso quodlibet* – «из ложного – что угодно») в рамках паранепротиворечивой логики.

Описанный в [7, с. 136] алгоритм выявления логических противоречий в нечетких системах правил использует преимущества динамического подхода [6, с. 185]. Отмечено, что для нечетких баз правил нельзя требовать замкнутости множества правил-аксиом относительно логического следования. Например, метод доказательства теорем («*reduction ad absurdum*») в формализмах классических логик, проверяющий на каждом шаге, не свелось ли результирующее высказывание к пустому множеству [6, с. 187], в нечетком выводе удовлетворительно работать уже не будет. На неуниверсальность закона непротиворечия указывалось еще в работах русского логика Васильева Н.А.: содержательный анализ природы отрицания показал, что единственным источником отрицания является эмпирическая несовместимость признаков. Степень принадлежности объекта управления сразу нескольким несовместимым классам (например, «Значительное падение» и «Значительный рост») по отношению к нечеткой выходной переменной (например, «Прогноз курса национальной валюты») есть степень нечеткости суждения «Пересечение всех результатов нечеткого вывода множества применимых при некотором входе правил есть пустое множество» (носитель результата-выхода – непересекающиеся интервалы).

Исследуемая система правил является системой утверждений логического следования. Нечеткие правила (имплицитные отношения между суждениями) могут быть эксплицитными, (явными, выражающими поверхностное содержание) или имплицитными (выражающими скрытый, глубинный слой содержания, его подтекст) [2, с. 1; 5, с. 4]. В процессе логического вывода экономный (имплицитный) способ отображения содержания эксплицируется в развернутое, явно выраженное высказывание-импликацию. Значения входные переменных являются самими эксплицитными (соответствующими действительности) частями семантики высказывания в конкретном сеансе экспертного вывода. Компиляция многоуровневых иерархических баз правил может рассматриваться как выведение всех правил-импликаций на эксплицитный уровень. При поиске противоречий в иерархических нечетких системах продукций выход в виде нечетких переменных одного уровня напрямую передается на входы правил следующего уровня иерархии без дефазификации и фазификации. Поэтому при описании промежуточных (имплицитных) переменных достаточно обозначить только терм-множества.

Итак, пусть скомпилированная база правил содержит n нечетких импликаций для m эксплицитных входов и одного выхода:

$$IF((X_1 \in A_i^1) AND (X_2 \in A_j^2) AND \dots AND (X_m \in A_k^m)) THEN (Y \in B_r) \quad (1)$$

где: $\{X_i\}$ – множество входных переменных, заданных на своих универсальных множествах U_{X_i} ; нечеткие термы a_k^i – элементы терм-множеств: $a_k^i \in A^i$; принадлежность терма a_k^i соответствующему универсальному множеству U_{X_i} задается функцией принадлежности $\mu_k(X_i)$; Y – выходная переменная, заданная на универсе U_Y , её нечеткие термы $b_r \in B$ имеют функции принадлежности $\mu_r(Y)$.

Принятые форматные ограничения (1) не мешают нашим рассуждениям о противоречивости даже иерархических НБЗ. Переход к скомпилированным продукциям, у которых будут отсутствовать имплицитные лингвистические переменные, произойдет без потери экспертной информации и без ущерба для рассмотрения идеи метода.

Логические противоречия выявляются при оценке степени замкнутости системы правил относительно логического следования. В абдукции истинность с заключения правила R_t переносится на посылки:

$$(Y = b_{r_t}) \leftrightarrow (X_1 = a_{i_t}^1) \cap (X_2 = a_{j_t}^2) \cap \dots \cap (X_m = a_{k_t}^m)$$

Оправдательный механизм абдукции используется при последовательном тестировании каждой импликации. Эксплицитным входом служит «зашумленный» сигнал, который описывается нечеткими множествами, совпадающими с условиями проверяемого правила, например, правила R_1 :

$$X_1 = A_1^1, X_2 = A_1^2, \dots, X_m = A_1^m; A^{R_1} = A_1^1 \times A_1^2 \times \dots \times A_1^m \quad (2)$$

Для входа (2) для каждого из правил нечеткой базы знаний $R_t, t = \overline{1, n}$ вычисляется нечеткая t - импликация Мамдани. В результате получим новую нечеткую переменную либо со «срезанной», либо с исходной функцией принадлежности терм-множеству выхода-заключения правила. R_t :

$$\mu_{R_t}(X_1 = A_1^1, X_2 = A_1^2, \dots, X_m = A_1^m, Y \in B_{r_t}) = \min \left(\min_{X_1}(\mu_1(x_1), \mu_{i_t}(x_1)), \min_{X_2}(\mu_1(x_2), \mu_{j_t}(x_2)), \dots, \min_{X_m}(\mu_1(x_m), \mu_{k_t}(x_m)), \mu_{r_t}(y) \right).$$

Мера применимости проверяемого правила R_1 всегда будет максимальной при заданном «зашумленном» входе (2) с максимальным значением меры выполнения посылки данного правила. Функция принадлежности результата $Y = B_{r_1}$ будет совпадать с $\mu_{r_1}(y)$, т.е. не будет «срезанной». Правило неприменимо, когда мера выполнения посылки равна нулю.

Высокая мера возможности получения противоречивых, двусмысленных результатов нечеткого вывода будет зафиксирована, если для данного входа (2) нечеткой системы (1) найдется такое применимое правило R_0 , что результат исчисления нечеткой импликации $Y = \tilde{B}_{r_0}$ для него будет в значительной мере принадлежать терму выхода B_{r_0} , который несовместим с термом-заключением B_{r_1} тестируемого правила R_1 :

$$Supp(B_{r_1}) \cap Supp(B_{r_0}) = 0.$$

Здесь $Supp(B_{r_t}) = \{y \in U_Y; \mu_{r_t}(y) > 0\}$ – носитель нечеткого множества B_{r_t} . На следующем шаге анализируются все носители нечетких множеств – результатов $\{\mu_{R_t}\}$. Противоречие в нечеткой базе правил будет иметь максимальную степень, если найдутся такие подмножества значений входных переменных, для которых будут участвовать в композиции (в нечетком агрегировании) только правила с несовместимыми заключениями (в рассмотренном примере это правила R_1 и R_0).

Агрегированный нечеткий выход для заданного входа (2) исчисляется взятием максимального значения по всем результатам нечеткого вывода множества применимых правил $\{R_t\}$. Функция принадлежности объединения этих нечетких подмножеств имеет вид:

$$\mu_{\tilde{Y}} = \max \left\{ \mu_{R_t} \left(X_1 \in A_{i_t}^1, X_2 \in A_{j_t}^2, \dots, X_m \in A_{k_t}^m, Y \in B_{r_t} \right) \right\} \quad (3)$$

Эта функция определена на U_Y . Ее причудливый вид уже длительное время вызывает беспокойство у прикладников. Предложены десятки методов дефаззификации нечеткого множества \tilde{Y} . Но если функция (3) не унимодальна, локальные максимумы сравнимы по величине с глобальным и соответствуют противоречащим друг другу термам, а носитель вторичного нечеткого множества состоит из непересекающихся интервалов, то применение

любого из известных методов даст результат дефаззификации, который вызовет оторопь: его трудно считать приемлемым значением выходной переменной.

На рис. 1 показан пример трансформации поверхности отклика в ответ на введение логического противоречия. На рис. 1.а представлена непротиворечивая и согласованная база правил. Рис. 1.б – поверхность отклика логически противоречивой базы правил (после дефаззификации центроидным методом). Рис. 1.в иллюстрирует поверхность отклика той же самой логически противоречивой базы правил, но после дефаззификации, учитывающей, что носитель вторичного нечеткого множества представлен непересекающимися интервалами. В логически противоречивой нечеткой базе правил поверхность отклика (б) имеет седловидную область неустойчивых решений. Надо иметь в виду, что поверхность отклика строится огрубленно, по результатам дефаззификации, когда вторичное нечеткое множество тем или иным методом отображается в число (точку поверхности). Если же обратиться ко всей нечеткой области отклика, то она предстанет в гипербрусе облаком с пустотами (в). Проекция пустот на оси дадут «опасные» интервалы значений некоторых входов.

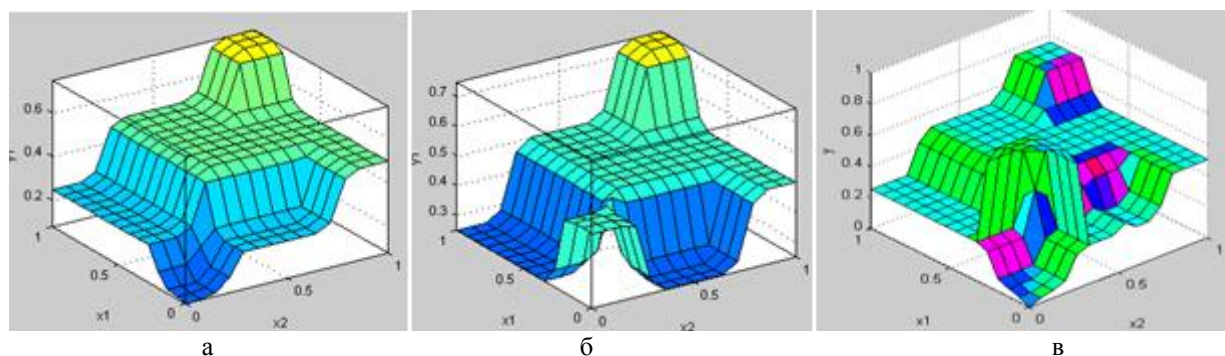


Рис. 1 – Поверхности отклика:

а – непротиворечивая база правил; б – логически противоречивая, в – что и база правил (б), но после дефаззификации с учетом «пустот»

Рис. 2 иллюстрирует поверхность отклика для системы правил, содержащей концептуальное противоречие. Например, правила:

Ri: IF(x1 is Low) AND (x2 is Low) THEN (y is Low)

Rk: IF(x1 is High) AND (x2 is High) THEN (y is Low)

формально не противоречат друг другу, но противоречия проявляются при конкретной интерпретации понятий. Когда на вход поступают переменные, принадлежащие с высокой степенью возможности термам «High», поверхность отклика предлагает неприемлемые (с содержательной точки зрения) значения выходной переменной. Область поверхности отклика для значений входных переменных, частично принадлежащих термам «High», демонстрирует заметную неустойчивость (см. рис. 2).

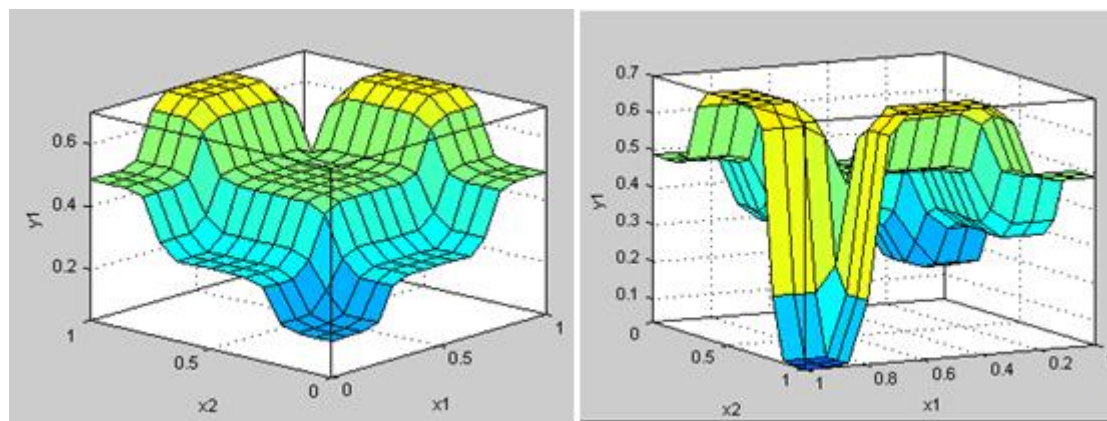


Рис. 2. – Поверхность отклика содержит концептуальное противоречие

Итак, предлагаемый метод фиксирует логическое или концептуальное противоречие, если в результате нечеткого вывода новое состояние системы станет недопустимым [6] для некоторой интерпретации (4):

$$\begin{aligned} (Y = b_{r_1}) &\leftrightarrow (X_1 = a_{i_1}^1) \cap (X_1 \neq a_{i_2}^1) \cap \dots \cap (X_m = a_{k_1}^m) \cap (X_m \neq a_{k_2}^m) \leftrightarrow \\ &\leftrightarrow (Y = b_{r_2}) \end{aligned} \quad (4)$$

Или для другой интерпретации (5):

$$\begin{aligned} (Y = b_{r_1}) &\leftrightarrow (X_1 = a_{i_1}^1) \cap (X_1 = a_{i_2}^1) \cap \dots \cap (X_m = a_{k_1}^m) \cap (X_m = a_{k_2}^m) \leftrightarrow \\ &\leftrightarrow (Y = b_{r_2}) \leftrightarrow (Y = b_{r_3}) \end{aligned} \quad (5)$$

Если интерпретировать функцию принадлежности нечеткого результата как распределение возможностей (и как плотность меры неопределенности), то нечеткие степени допустимости противоречия, степени согласованности и достоверности результатов в (4) и (5) можно качественно и количественно оценивать путем анализа носителя вторичного нечеткого множества: какова область значений входных переменных, для которых носитель вторичного множества разбивается на непересекающиеся интервалы, какова величина промежутка между границами соседних интервалов и т.п..

Метод лишь выявляет «подозрительные» цепочки правил нечеткого логического вывода, в результате которого может быть получен неустойчивый результат (взаимоисключающие прогнозы, взаимоисключающие диагнозы и т.д.) для найденных интервалов входных переменных. Метод подтверждает рекомендации уделять внимание расположению максимумов функций принадлежности крайних термов относительно границ интервалов возможных значений выходной переменной.

Нечеткие логико-лингвистические системы, описываемые наборами значений входных и выходных лингвистических переменных, отношения между которыми задаются эвристическими правилами, могут формально представлять профессиональные тексты. Как в логике, так и в лингвистике под импликацией подразумевается некая причинно-следственная связь, а как имплицитная рассматривается не выраженная в явном виде, подразумеваемая посылка. Чем длиннее цепочка вывода с использованием эвристик, тем дальше следствия находятся от поверхностной, эксплицитной части семантики, тем выше мера нечеткости результирующих суждений как в лингвистической экспертизе текста, так и в нечетких системах управления.

Список литературы / References

1. Flouris G., Huang Z., Pan J.Z., Plexousakis D., and Wache H. Inconsistencies, Negations and Changes in Ontologies [Текст] // Proceedings of the 21st National Conference on Artificial Intelligence (AAI-06). – 2006. – P. 1295-1300. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://users.ics.forth.gr/~fgeo/Publications/AAAI06.pdf>
2. Баранов А.Н. Скрытое (имплицитное) утверждение в лингвистической экспертизе текста // Труды первой Интернет-конференции «Право как дискурс, текст и слово», 2010. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://siberia-expert.com/publ/konferencii/konferencija_2010/9-1-0-325
3. Казаченко О.В. Когерентность и когезия текста. Московский институт лингвистики. Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2009. № 8. Ч. 2. С. 88-90. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.gramota.net/materials/1/2009/8-2/37.html>
4. Козаченко Н.П. Критерии рациональности изменения убеждений: Непротиворечивость // Логические исследования. Ежегодник Института философии РАН. – 2010. – Вып. 16. – С. 134-155. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://iph.ras.ru/uplfile/logic/log16/LI-16kozachenko.pdf>
5. Корниенко Е.А. К вопросу об импликации в профессиональном тексте. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://pglu.ru/upload/iblock/c2f/uch_2009_iii_00017.pdf
6. Поспелов И.Г., Поспелова Л.Я. Динамическое описание систем продукций и проверка непротиворечивости продукционных экспертных систем // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1987. – № 1. – С. 184-192.
7. Поспелова Л.Я. Метод автоматического выявления несогласованностей в статических нечетких системах продукций // Международный научный институт "Educatio": ежемесячный научный журнал. Часть 2. Технические науки. 2015. № 2(9). С. 134-139. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomaticheskogo-vyyavleniya-nesoglasovannostey-v-staticheskikh-nechetkikh-sistemah-produktsiy>
8. Савчук В.В. Что такое повороты в философии? // Доклад на историко-методологическом семинаре "Русская мысль". РХГА. 2012. С. 2-14. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://rhga.ru/science/conferences/rusm/stenogramms/savchuk.php>

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Flouris G., Huang Z., Pan J.Z., Plexousakis D., and Wache H. Inconsistencies, Negations and Changes in Ontologies [Text] // Proceedings of the 21st National Conference on Artificial Intelligence (AAI-06). – 2006. – P. 1295-1300. – [Electronic resource] – access Mode – URL: <http://users.ics.forth.gr/~fgeo/Publications/AAAI06.pdf>
2. Baranov A.N. Skrytoe (implicitnoe) utverzhenie v lingvisticheskoy jekspertize teksta [The hidden (implicit) statement in linguistic examination of the text] // Trudy pervoj Internet-konferencii «Pravo kak diskurs, tekst i slovo» [Works of the first Internet conference "Right as Discourse, Text and Word"]. – 2010. – [Electronic resource] – access Mode – URL: http://siberia-expert.com/publ/konferencii/konferencija_2010/9-1-0-325 [in Russian]
3. Kazachenko O.V. Kogerentnost' i kogeziya teksta. Moskovskij institut lingvistiki. Al'manah sovremennoj nauki i obrazovaniya. [Coherence and cohesion of the text. Moscow institute of linguistics. Almanac of modern science and education] [Text] – Tambov: Gramota, 2009. – № 8. – Ch. 2. – P. 88–90. – [Electronic resource] – access Mode – URL: <http://www.gramota.net/materials/1/2009/8-2/37.html> [in Russian]
4. Kozachenko N. P. Kriterii racional'nosti izmenenija ubezhenij: Neprotivorechivost' [Criteria of rationality of change of beliefs: Consistency] [Text] // Logicheskie issledovaniya. Ezhegodnik Instituta filosofii RAN [Logical researches. Year-book of Institute of philosophy of RAS] – 2010. – Issue 16. – Page 134-155. – [Electronic resource] – access Mode – URL: <http://iph.ras.ru/uplfile/logic/log16/LI-16kozachenko.pdf> [in Russian]
5. Korniyenko E. A. K voprosu ob implikacii v professional'nom tekste [To a question of implication in the professional text]. – [Electronic resource] – access Mode – URL: http://pglu.ru/upload/iblock/c2f/uch_2009_iii_00017.pdf [in Russian]
6. Pospelov I. G., Pospelova L. Ya. Dinamicheskoe opisanie sistem produkcij i proverka neprotivorechivosti produkcijnyh jekspertnyh sistem [Dynamic description of production systems and check of consistency of productional expert systems] [Text] // Izv. AN SSSR. Tehnicheskaja kibernetika. [Izv. Academy of Sciences of the USSR. Technical cybernetics]. – 1987. – No. 1. – P. 184-192. [in Russian]

7. Pospelova L. Metod avtomaticheskogo vyjavlenija nesoglasovannostej v staticheskikh nechetkikh sistemah produkcij [A method of automatic detection of inconsistencies in the static fuzzy production systems] [Text] // Mezhdunarodnyj nauchnyj institut "Educatio": ezhemesjachnyj nauchnyj zhurnal. Chast' 2. Tehnicheskie nauki. [International scientific institute "Educatio": monthly scientific magazine. Part 2. Technical science.]. – 2015. – № 2(9). С. 134-139. – [Electronic resource] – access Mode – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomaticheskogo-vyyavleniya-nesoglasovannostey-v-staticheskih-nechetkih-sistemah-produktsiy> [in Russian]

8. Savchuk V. V. Chto takoe povoroty v filosofii? [What is turns in philosophy?] // Doklad na istoriko-metodologicheskom seminare "Russkaja mysl". RHGA. [The report at a historical and methodological seminar "The Russian thought". RHGA] – 2012. – С. 2-14. – [Electronic resource] – access Mode – URL: <http://rhga.ru/science/conferences/rusm/stenogramms/savchuk.php> [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.175

Стрункина М.С.¹, Воробьева А.В.²

¹Магистр, Кафедра "Высшая математика и физика", Направление "Прикладная информатика",
²профессор к.т.н., заведующая кафедрой "Высшая математика и физика", Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы распространения информации в различные информационные структуры, возможность сохранения конфиденциальности внутри компании. Рассматриваются все возможные факторы, которые могут предотвратить попадания личных данных в общую информационную базу. Для того что сохранить безопасность информации, используются программы специального назначения.

Ключевые слова: защита информации, строительные компании, программы специального назначения.

Strunkina M.S.¹, Vorobyeva A.V.²

¹Master, Department of "Higher mathematics and physics"/ "Applied Computer Science" direction,

²PhD in Engineering, Professor, Head of the Chair "Higher mathematics and physics",

Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky

DEVELOPMENT OF INFORMATION SECURITY SYSTEM FOR A CONSTRUCTION COMPANY

Abstract

The article deals with the problem of the dissemination of information in a variety of information structures, the ability to maintain confidentiality within the company. We consider all possible factors that can prevent personal data into a common data base. In order to maintain the security of the information used by special-purpose programs.

Keywords: information security, construction companies, special purpose program.

В настоящее время уделяется большое внимание вопросам построения защищенных информационных систем, что связано с растущей необходимостью применения современных информационных технологий в тех областях, для которых основным требованием к автоматизированным системам обработки информации является обеспечение безопасности. Широко распространенные операционные системы (ОС) типа Linux или Windows не могут удовлетворить этому критерию. В то же время эти ОС обладают огромным количеством приложений для обработки информации и имеют привычный для пользователя интерфейс.

Наиболее полные исследования проблем обеспечения безопасности информации, использования незащищенных компонентов для безопасной обработки информации, подходов к построению защищенных информационных систем и моделей безопасности выполнены в работах В.А. Герасименко, С.П. Расторгуева, Л.М. Ухлинова, А.И. Толстого, С.Н. Смирнова, А.А. Грушо, А.Ю. Щербакова, Зегжды П.Д., а также зарубежных К. Лендвера, Д. МакЛина, Р. Сандху, П. Самарати, М. Бишопа, К. Брайса, П. Ньюмена, Т. Джегера и многих других.

На основе этих результатов для удовлетворения высоких требований к безопасности создаются специальные защищенные ОС (ЗОС), нацеленные в основном на обеспечение безопасности и сохранение целостности защищаемых информационных ресурсов.

Проблема защиты информации и обеспечения информационной безопасности уже давно является одним из главных приоритетов современных организаций.

Под информационной безопасностью понимается защищенность информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, чреватых нанесением ущерба владельцам или пользователям информации и поддерживающей инфраструктуры.

В строительных компаниях разрабатывается огромное множество проектов.

Документация по разработанным проектам хранится в бумажном и электронном архивах. Таким образом, единого хранилища доступной информации не существует, что не позволяет эффективно использовать накопленный компанией опыт. Эту проблему можно решить с помощью базы данных, которая бы собрала воедино наиболее важные сведения о завершённых проектах. Однако в большей степени сведения о проекте необходимы компании непосредственно во время разработки. Здесь необходимо контролировать все стадии, начиная от эскизного проекта до выпуска рабочей документации.

Поэтому важно не только собрать информацию, но и поддерживать её в актуальном состоянии. Постоянное обновление и контроль требуют дополнительных средств, в том числе слежения программой за сроками выполнения

работ, предоставление проектному менеджеру сведений о выполненных работах, об отклонениях от графика и т.д. Периодически необходимо формировать ответные и платежные документы на основе выполненных работ. Помимо этого может возникнуть необходимость в редактировании состава проекта, который является одним из основополагающих документов. Таким образом, возникает необходимость во внедрении системы, содержащей базу данных по проектам и обеспечивающей гибкое управление за счет перечисленных выше функций.

Сегодня на рынке информационной безопасности существует множество программ, который в той или иной степени поддерживают ведение проектов и обеспечивают защиту информации в строительных организациях. Однако большинство из них рассчитаны не на проектную деятельность (выпуск проектной документации в сфере строительства), а на проекты как метод управления компанией.

Схема реализации проекта по обеспечению безопасности в строительной организации представлена на рис.1. Вся схема должна работать четко и отлажено. Информационная защита данных должна происходить таким образом, чтобы не мешать сотрудникам компании заниматься повседневными задачами.

Для обеспечения информационной безопасности и управляемости сети в строительных предприятиях используются следующие приемы. Системный администратор сети имеет возможность добавлять, менять и уничтожать параметры учетных записей пользователей для самых разных платформ, операционных систем и приложений. Такой подход, называется «единой точкой регистрации».

Управление информационной безопасностью системы из единой точки позволяет объединить в единую базу данных контроля доступа к ресурсам. Хороший защитный сервер предприятия обеспечивает прозрачное представление информации обо всех доступных пользователю ресурсах.

Система информационной безопасности выявляет подозрительные действия со стороны как внутренних, так и внешних пользователей. Для этого используются программы специального назначения.

Внедрение DLP-системы. Данная система защиты от утечек данных призвана обеспечивать контроль над распространением конфиденциальной информации за пределы предприятия по доступным каналам передачи информации. DLP - решение предотвращает несанкционированные операции с конфиденциальной информацией (копирование, изменение и т.д.) и ее перемещение (пересылку, передачу за пределы организации и т.д.). Функционал DLP направлен в первую очередь на защиту от случайных утечек, которые, как мы уже видели, из приведенной выше статистики, происходят чаще.

Основная задача DLP-системы заключается в том, чтобы обезопасить общество от нежелательных элементов и их пропагандистских заявлений. Рассмотренное нами явление носит именно социальный характер.

DLP – системы это довольно дорогостоящее оборудование. Экономическая эффективность применения средств, для защиты конфиденциальной информации, понятие, можно сказать, абстрактное.

Об экономических аспектах применения средств защиты информации и безопасности в целом, вспоминают обычно или в период формирования бюджета на следующий год или, когда произошло ЧП, например, утечка информации, проникновение в сеть или просто инцидент с нарушением безопасности.

Как правило, для оценки доходной части сначала анализируют те цели, задачи и направления бизнеса, которые нужно достигнуть с помощью внедрения или реорганизации существующих проектов в области информационной безопасности. Далее используют некоторые измеримые показатели эффективности бизнеса для оценки отдельно по каждому решению. Указанные показатели не надо выдумывать, они существуют в избыточном виде. Затем можно использовать методику расчета коэффициентов возврата инвестиций в инфраструктуру предприятия (ROI).

Показатель ROI определяется отношением суммы прибыли или убытков к сумме инвестиций. Значением прибыли может быть: процентный доход, прибыль/убытки по бухгалтерскому учету, прибыль/убытки по управленческому учету, чистая прибыль/убыток. Значением суммы инвестиций — активы, капитал, сумма основного долга бизнеса, другие, выраженные в деньгах, инвестиции.

Применение всевозможных технических средств не решает в полном объеме задачи по устранению угроз внешних вмешательств и возможности утечки информации конфиденциального содержания. Для комплекса необходимо также применение методов административного воздействия на персонал компании.

Поскольку строительные компании являются многопрофильными предприятиями и имеют в своей структуре, в том числе и логистический комплекс, то существуют дополнительные меры которые можно применить для обеспечения безопасности и защиты конфиденциальной информации.

Модернизацию всего этого процесса возможно осуществить путем внедрения в деятельность службы безопасности предприятия автоматизированной системы обеспечения пропускного режима. Для подготовки документов целесообразно использовать систему электронного документооборота (СЭД, на базе программы 1С), обеспечивающую автоматизированную подготовку необходимых документов в электронном виде, заверенных электронной подписью (ЭП), и их передачу по локальной сети. Для пропуска посетителей и сотрудников внедрить автоматизированную электронную систему с использованием магнитных электронных карт (прокси - карт) и автоматических пропускников (СКУД). На основании сведений обо всех посетителях и сотрудниках могут выдаваться отчеты о работе системы пропускного режима, а также справки по отдельным запросам. Создание эффективной системы пропускного режима позволит значительно сократить временные затраты на подготовку документов и обеспечит службу безопасности информацией, необходимой для выполнения ее функций и, как следствие, осуществлять контроль всех групп сотрудников и посетителей. Дополнительно можно будет контролировать время прихода и ухода каждого сотрудника.

Все эти меры в комплексе дают возможность дополнительного контроля, что, соответственно, обеспечивает безопасность на предприятии.

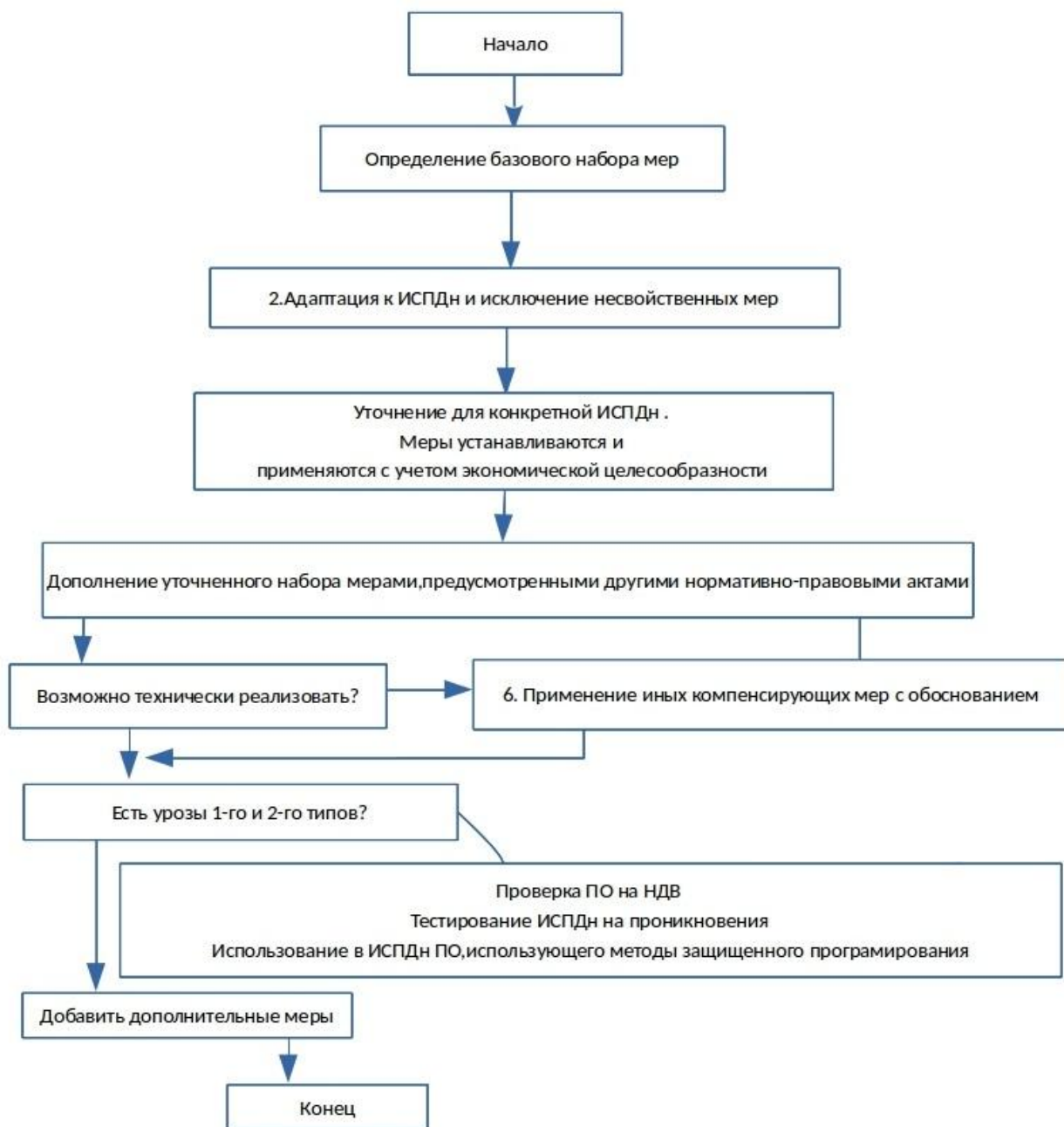


Рис. 1 – Порядок выбора и применения мер обеспечения безопасности конфиденциальной информации и персональных данных

Список литературы / References

1. Маилян Л.Р. Справочник современного проектировщика. Учебное пособие. - М.: Феникс, 2008. - 206 с.
2. Мельников В.П. Информационная безопасность и защита информации: Учебное пособие для вузов — М.: Академия, 2008. — 336 с.
3. Парошин А.А. Информационная безопасность: стандартизированные термины и понятия. – Владивосток: Изд-во Дальневосточное федерального ун – та, 2010. - 116 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Mailyan L.R. Spravochnik sovremennogo proektirovshhika. Uchebnoe posobie. [Handbook of contemporary designer. Manual]. - M.: Phoenix, 2008. - 206 p. [in Russian]
2. Melnikov V.P. Informacionnaja bezopasnost' i zashhita informacii: Uchebnoe posobie dlja vuzov [Information security and data protection: Textbook for high schools]. - M.: Akademiya, 2008. - 336 p. [in Russian]
3. Paroshin A.A. Informacionnaja bezopasnost': standartizirovannye terminy i ponjatija [Information security: the standardized terms and concepts]. – Vladivostok: Publishing house of the Far Eastern Federal University - 2010. - 116 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.057

Хлебосолова А.В.¹, Краусп В.Р.², Юфев Л.Ю.³¹Магистр, ²доктор технических наук, профессор, ³Доктор технических наук, доцент,

Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА В ПЕРЕДВИЖНОЙ ПО ЭЖД ФЕРМЕ 75 КОРОВ**Аннотация**

Передвижная по электрифицированной железной дороге (ЭЖД) и культурным пастбищам ферма 75 коров является модулем группы ферм цеха животноводства на 3000 разновозрастных голов КРС в комбинате электророботизированного производства продовольствия органик (ЭРППО). Электрооборудование микроклимата для всех ферм комбината ЭРППО идентично. Приведены планы модульной фермы, виды электрооборудования и его технические характеристики. Рассмотрены режимы работы фермы в летний пастбищный и зимний стойловый периоды. Применяется технология свободного круглогодичного холодного содержания КРС с поддержанием в зимний период плюсовой температуры в помещениях фермы и в, примыкающему к ней ангару. Используется скот местных пород, приспособленных к Центральной, Северо-Западной и Черноземной зонам России. Электрооборудованием фермы поддерживается температура воды, воздуха, нагрева корма телятам, влажность, кратность воздухообмена и освещенность помещений.

Ключевые слова: ферма, температура, влажность, освещение, микроклимат, свободное содержание, модуль, электрооборудование.

Hlebosolova AV.¹, Krausp V.R.², Yuferev L.YU.³¹Master, ²PhD in Engineering, professor, ³PhD in Engineering,

All-Russian Research Institute for Electrification of Agriculture

ELECTRICAL EQUIPMENT FOR MICRO-CLIMATE AUTOMATION IN MOBILE ON EVR 75 FARM COWS**Abstract**

Mobile on the electrified railway (EVR) and cultures and farm pastures of 75 cows is a module group workshops farm husbandry Ms-3000 head of cattle of different ages in the plant robotize organic food production (ERPPO). Electrical microclimate for all farms ERPPO plant is identical. The outline of a modular truss, types of electrical equipment and its specifications. Are considered modes of the farm in the summer pasture and winter stall period. Applied technology available year-round cold cattle keeping to the maintenance in winter temperatures in the plus farm buildings and adjacent to its hangar. Used cattle of local breeds, a fittest to the Central, North-Western and Central Black Earth zone of Russia. farm electrical supported water temperature, air heating feed calves, humidity, ventilation, and the multiplicity of illumination of premises.

Keywords: farm, temperature, humidity, lighting, microclimate, free content, module, electrical equipment

Введение. Для получения экологически чистого продовольствия необходимы, совершенно новые предприятия, отвечающие всем санитарно-эпидемиологическим требованиям. Таким предприятием является предприятие ЭРППО - комбинат мясо - молочного направления. Данное предприятие будет выпускать экологически чистое высококачественное продовольствие. На предприятии впервые предложено использовать электрифицированные железные дороги для перемещения ферм по культурным пастбищам, для движения, обслуживающих фермы и поля кормопроизводства, электророботов, для доставки урожая в хранилище, для составления рационов кормления и раздачи кормов. Электророботы осуществляют доение, кормление, поение, перевозку животных, удаление навоза, а также подготовку полей кормопроизводства и заготовку кормов на зимнее стойловое содержание коров [1-5].

Устройство фермы позволяет содержать животных в условиях самоорганизации. Коровам дается возможность свободного передвижения, как внутри фермы, так и на культурных пастбищах. Содержание животных происходит при двух режимах: летний, с передвижением по культурным пастбищам, и зимний, стационарный [4].

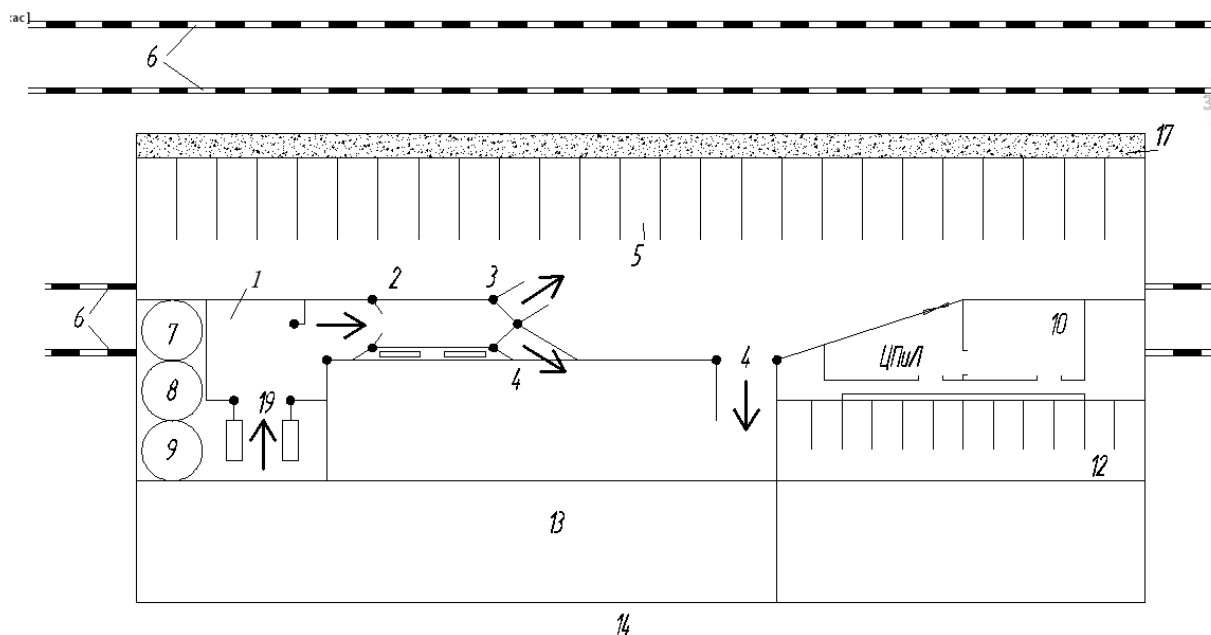


Рис. 2 – Схема фермы в летний период:

1 – аппарат доения; 2 – пункт диагностики; 3 – автоматические ворота; 4 – выходы на пастбище; 5 – станки; 6 – ЭЖД; 7 – бак для воды; 8 – бак для молока; 9 – бак для комбикорма; 10 – офис оператора; 11 – ЦПиЛ лаборатория; 12 – станки для кормления телят; 13 – пандус; 14 – пастбище; 17 – кормовой стол; 19 – идентификационные ворота

В летний период животные поедают зеленый корм и получают подкормку концентратами в зависимости от их продуктивности. В летний период для фермы 75 коров используют только один вагон, в котором расположены робот доения, пункт идентификации, диагностики и ветеринарного обслуживания. Животные после доения и прохождения пункта диагностики повторно проходят идентификацию и либо выходят на пастбище, либо остаются на ферме для ветеринарного обслуживания. На ферме 25 станков, из которых 10-15 станков свободные. Они предназначены для размещения отелившихся животных, проходящих профилактическое лечение и выбракованных коров, которых должен забрать скотовоз. Кормление комбикормом осуществляется в работе доения, в ветстанках и на кормовых столах для проблемных животных. В летний период микроклимат поддерживается естественным способом. Животные от дождя, ветра и солнца защищены ангаром, примыкающим к ферме. Здесь животные отдыхают в дневные часы и ночью.

В зимний период животные получают групповой полнорационный корм и индивидуальную подкормку концентратами в зависимости от продуктивности. В этот период ферма состоит из 3-х вагонов, которые соединяются между собой в единой конструкции для 75 голов. Для каждой коровы предусмотрены станки шириной 0,8 м и длиной 1,8 м, где коровы едят, лежат, жуют жвачку и отдыхают. Для того чтобы попасть в свой станок коровы обязательно должны пройти систему идентификации, доильный робот и пункт диагностики. Кормление происходит 2 раза в день – утром и вечером.

Для поддержания оптимальных условий в зимний период используется автоматизированная система поддержания микроклимата. Микроклимат – имеет следующие показатели воздушной среды: температура помещения, влажность воздуха, скорость и направление движения воздуха, насыщенность воздуха газами (концентрация углекислого газа, аммиака, сероводорода, окиси углерода), содержание пыли и микроорганизмов, интенсивность естественного и искусственного освещения и оптического излучения, уровень производственного шума, степень ионизации воздуха.



Рис. 2 – Показатели микроклимата

Требуемые параметры микроклимата обеспечивается совокупностью приборов и электрооборудования.

Электронагреватель воды. Рационально установить 3 бака: один накопительный для холодной воды, второй - для технических нужд с температурой +65 - 70°C, и третий для поения животных с температурой 15- 20 °С. Объем баков 1, 5 м³. Применяем электронагреватели ВЭТ- 1600, вместимостью 1600л и мощностью 31,5 кВт. Нагреватели данного типа обладают двумя нагревательными устройствами и двумя терморегуляторами [1]. Заливку воды в баки будет производить робот- водовоз.

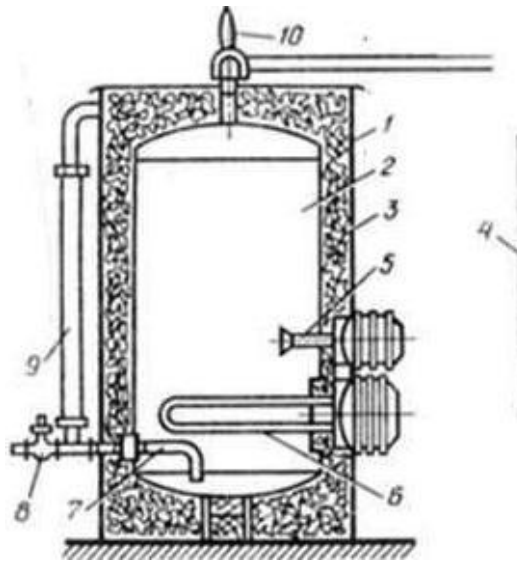


Рис. 3 – Устройство ВЭТ:

1 – кожух; 2 – резервуар; 3 – теплоизоляция; 4, 7 – патрубки; 5 – температурное реле; 6 – нагревательное устройство; 8 – кран спускной; 9 – изоляционная вставка; 10 – термометр

Подогрев корма для телят. Для того чтобы телята росли здоровыми, им необходимо качественное теплое молоко. Для нагрева молока используются подогреватели молока. Защищенная конструкция нагревательного элемента выполнена из литого алюминия, обеспечивает конвекцию молока. Подогретое молоко поднимается вверх, а холодное опускается вниз, и после подогреться, благодаря чему достигается равномерный подогрев молока. Потребляемая мощность 1700 Вт. Максимальная температура нагрева- 90°C.

Электрокалориферные установки - используют, в основном, в системах приточной вентиляции на животноводческих фермах и комплексах.

Установки СФОА и СФОЦ мощностью 16...100 кВт состоят из электрокалорифера типа СФО и трубчатым электронагревателем, соединенным с центробежным вентилятором Ц4-70 и односкоростным двигателем. Всё оборудование смонтировано на общей раме.

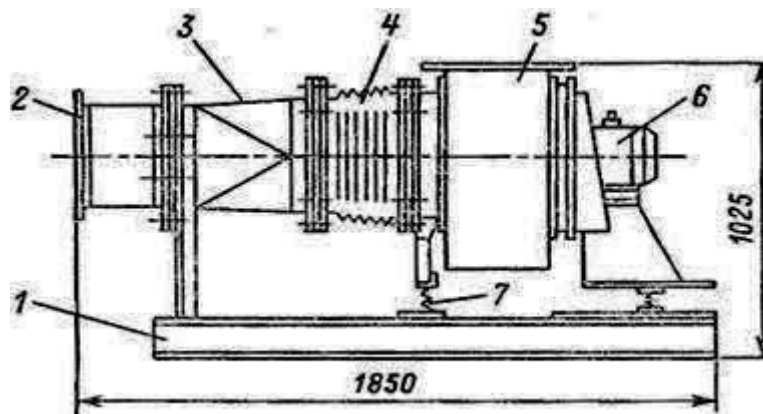


Рис. 4 – Общий вид электрокалориферной установки типа СФОА:

1 – рама; 2 – электрокалорифер; 3 – диффузор; 4 – мягкая вставка; 5 – вентилятор; 6 – электродвигатель; 7 – виброизолятор

Часовой объем приточного воздуха, м³/ч, необходимый для понижения концентрации углекислоты, вычисляют по формуле

$$L_{CO_2} = \frac{c \cdot n}{c_1 - c_2} = \frac{139 \cdot 75}{2,5 - 0,4} = 4964,29 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где с – количество CO₂, выделяемое одним животным, л/ч, с = 139 л/ч; n - количество животных в помещении, n = 75; с₁- предельно допустимая концентрация CO₂ в воздухе помещения, с₁ = 2,5 л/м³; с₂- концентрация CO₂ в наружном воздухе. В сельской местности с₂ = 0,3... 0,4 л/м³.

Часовой объем приточного воздуха, м³/ч, необходимого для растворения водяных паров находят по формуле:

$$L_w = \frac{W}{(d_1 - d_2) \rho} = \frac{31471,8}{(4,3 - 0,14) \cdot 1,24} = 6101,08 \text{ г/ч},$$

где W- суммарные выделения влаги, W = 3147,1 г/ч; d₁ и d₂- влагосодержание внутреннего и наружного приточного воздуха d₁= 4,3 г/кг сух. возд., d₂= 0,14 г/кг сухого воздуха; ρ - плотность воздуха в помещении, ρ = 1,24 кг/м³.

Кратность воздухообмена K, 1/ч; $K = L_w / V_n$, где V_n - внутренний объем помещения, м³.

$$V_n = 11 \cdot 75 \cdot 4 = 3300 \text{ м}^3; K = 6101,08 / 3300 = 1,85 < 3.$$

Освещение. В летний период применяют дежурное ночное освещение. В зимний период эффективно применять светодиодное освещение, управляемое через резонансную систему электроснабжения. Известно, что правильно подобранное освещение животноводческих ферм обеспечивает повышение продуктивности животных на 8-15%. При этом наилучшими условиями для содержания коров является освещенность около 150-300 Лк в течение 16-часового дневного периода [5,6].

Исследования показали возможность повышения эффективности установок освещения и облучения животноводческих ферм, совершенствования существующих и создания новых электрофизических методов и средств обеззараживания воздуха с применением резонансной системы питания, позволяющей создавать регулируемые системы освещения и облучения изменением подводимой частоты. Результаты экспериментальных и теоретических исследований свидетельствуют, что разработанная резонансная система питания светодиодных и газоразрядных источников света сокращает количество и сечение проводов, повышает надежность и уменьшает потребление электроэнергии систем освещения и облучения на 8...25%.

Обогрев. Животноводческие помещения в холодный период года необходимо обогревать. В производственных помещениях преимущественное применение получило воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. Тепловой поток системы отопления и вентиляции определяют из уравнения теплового баланса:

$$Q_{от} = Q_{огр} + Q_{в} + Q_{исп} + Q_{финф} + Q_{фк} - Q_{фж} - Q_{фэл} - Q_{фмэ} - Q_{фпод}, \text{ Вт}$$

Где, Q_{огр}, Q_в, Q_{исп}, Q_{финф}, Q_{фк} - тепловые потоки, теряемые помещением, соответственно, через наружные ограждения; на нагрев приточного воздуха; на испарение влаги в помещении; нагрев инфильтрующегося воздуха и поступающих извне кормов, Вт; Q_{фж}, Q_{фэл}, Q_{фмэ}, Q_{фпод} - тепловые потоки, поступающие в помещение от животных, электрооборудования, средств местного электрического обогрева и глубокой подстилки, Вт.

С использованием имеющихся экспериментальных данных по зимнему варианту фермы, уравнение теплового баланса численно примет вид:

$$\Sigma Q = 1212,6 + 160,7 + 74375 + 119445,48 + 2420,55 - 67875 = 129739,33 \text{ Вт}$$

$$\text{Общая мощность системы обогрева: } P_k = \frac{\Sigma Q}{3600} = \frac{129739,33}{3600} = 36 \text{ кВт},$$

Следовательно, мощность одного электрокалорифера P_{к1} будет равна:

$$P_{k1} = \frac{P_k}{Z} = \frac{36}{4} = 9 \text{ кВт}, \text{ а подача одного вентилятора в м}^3/\text{ч:}$$

$$L_{в1} = \frac{L_w}{Z} = \frac{6101,08}{4} = 716,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где Z=4 - число вентиляционных установок.

Выбираем СФОА – 10/0,5 ТЦ. Установленная мощность 9,85 кВт. Мощность электрокалорифера 9,6 кВт. Число нагревательных секций 2, число нагревательных элементов 6. Номинальная подача вентилятора 800 м³/ч.

Заключение Определен состав электрооборудования микроклимата для зимнего периода передвижной по культурным пастбищам фермы 75 коров. Приведены расчеты технических параметров электрооборудования для поддержания требуемых режимов микроклимата. Показано, что высококачественный микроклимат значительно улучшают использование генетического потенциала коров, способствуют сохранению здоровья и обеспечению расчетной продуктивности. Проведенные исследования показали, что только за счет обеспечения в помещениях требуемой воздушной среды продуктивность животных можно повысить на 10-15 %.

Список литературы / References

1. Малин Н.И. Теплотехнические системы предприятий. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. – 172 с.
2. Краусп В.Р. Интеллектуальная АСУ электророботизированным производством продовольствия «органик»// Международный экологический форум. Санкт-Петербург, 21-23мая 2013г., том 2, с. 164-170.
3. Краусп В.Р. Разработка индустриальной электророботизированной технологии производства продовольствия «органик» // Труды международной конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Минск, 2013. Том 1.
4. Краусп В.Р. Электророботизированная технология производства продовольствия «органик»// Вестник ВНИИМЖ. 2013. №3.
5. Краусп В.Р. Управление биоценозом в электророботизированных технологиях пастбищного животноводства для получения продовольствия «органик». - Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 9-й Международной научно-технической конференции (21 – 22 мая 2014 года, г. Москва.), Часть 5. Инфокоммуникационные технологии и нанотехнологии. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2014. – 268 с.
6. Юферев Л.Ю., Стребков Д.С., Некрасов А.И., Рошин О.А., Михалев А.А. Электрооборудование для резонансной системы освещения // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009, № 4(28) . С. 22-25.
7. Юферев Л.Ю., Алферова Л.К. Ультрафиолетовые светодиоды для стимулирования продуктивности животных и птицы // Техника в сельском хозяйстве. – 2009, № 4. С. 15-16.
8. Юферев Л.Ю., Стребков Д.С., Рошин О.А., Михалев А.А. Резонансные системы светодиодного освещения // Достижения науки и техники АПК. – 2009, №10, с. 20-21.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Malin N.I. Teplotekhnicheskie sistemy predpriyatij [Heattechnical systems of the factories]. Moscow, Moscow state agroengineering university, 2009, 172 p.
2. Krausp V.R. Intellektual'naja ASU jelektrorobotizirovannym proiz-vodstvom prodovol'stviya «organik» [Intellectual ACS of electrorobotic production of food "organik"] // Mezhdunarodnyj jekologicheskij forum [International ecological forum]. Saint-Petersburg, May, 21-23. 2013. Vol. 2, pp. 164-170. [in Russian]
3. Krausp V.R. Razrabotka industrial'noj jelektrorobotizirovannoj tehnologii proizvodstva prodovol'stviya «organik» [Development of the industrial electrorobotic production technology of food "organik"] // Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Nauchno-tehnicheskij progress v sel'skohoz'jajstvennom proizvodstve» [Works of the international conference "Scientific and Technical Progress in Agricultural Production"], Minsk, 2013. Vol. 1. [in Russian]
4. Krausp V.R. Jelektrorobotizirovannaja tehnologija proizvodstva pro-dovol'stviya «organik» [Electrorobotic production technology of food "organik"] // Vestnik VNIIMZh [Bulletin of All-Russian Research Institute of mechanization of livestock production], 2013. №3. [in Russian]
5. Krausp V.R. Upravlenie biocenozom v jelektrorobotizirovannyh tehnologijah pastbishhnogo zhivotnovodstva dlja poluchenija prodovol'stviya «organik» [Management of a biocenosis in electrorobotic technologies of pasturable livestock production for receiving food "organik"] // Jenergoobespechenie i jenergosberezhenie v sel'skom hoz'jajstve. Trudy 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskij konferencii (21 – 22 maja 2014 goda, g. Moskva,) [Power supply and energy saving in agriculture. Works of the 9th International scientific and technical conference, Moscow, 2014, May, 21-22] Part 5. Infokommunikacionnye tehnologii i nanotekhnologii [Infocommunication technologies and nanotechnologies]. – Moscow, All-Russian research institute of electrification of agriculture, 2014. – 268 p. [in Russian]
6. Juferev L.Ju., Strebkov D.S., Nekrasov A.I., Roshhin O.A., Mihalev A.A. Jelektrooborudovanie dlja rezonansnoj sistemy osveshhenija [Electric equipment for resonance system of irradiating]. // Jenergo-bezopasnost' i jenergosberezhenie [Energy security and energy saving]. 2009, № 4(28), pp. 22-25. [in Russian]
7. Juferev L.Ju., Alferova L.K. Ul'traioletovye svetodiody dlja sti-mulirovanija produktivnosti zhivotnyh i pticy [Ultraviolet LED for inducing of efficiency of animals and a bird] // Tehnika v sel'skom hoz'jajstve [Technique in agriculture]. – 2009, № 4, pp. 15-16. [in Russian]
8. Juferev L.Ju., Strebkov D.S., Roshhin O.A., Mihalev A.A. Rezonansnye sistemy svetodiodnogo osveshhenija [Resonance systems of LED illumination] // Dostizheniya nauki i tehniki APK [Achievement of science and technology of agrarian and industrial complex], 2009, № 10, pp. 20-21. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.078

Ширриме К.Ж.¹, Трубаев П.А.²¹ORCID: 0000-0002-5337-7923, Аспирант,²ORCID: 0000-0003-1710-1599, Доктор технических наук,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ИНДИКАТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МУНИЦИПАЛИТЕТОВ**Аннотация**

Целью работы является разработка и апробация методов оценки удельных показателей (индикаторов) энергоэффективности для отдельных подразделений или объектов муниципальных образований. Сделан вывод, что для осуществления оперативного контроля над энергоресурсами и эффективного управления в рамках муниципального образования необходимым является именно индивидуальный подход с учетом различной специфики учреждений, а также вида деятельности организации. Предложенная методика по оценке энергоэффективности позволяет избежать усреднения показателей энергетической эффективности и оценить возможные дополнительные факторы.

Ключевые слова: индикаторы энергоэффективности, энергосбережение, бюджетные учреждения, энергетический менеджмент.

Shirrimе K.J.¹, Trubaev P.A.²¹ORCID: 0000-0002-5337-7923, Postgraduate student, ²ORCID: 0000-0003-1710-1599, PhD in Engineering,

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

EVALUATION FEATURES OF ENERGY EFFICIENCY INDICATORS FOR MUNICIPALITIES SUBDIVISIONS**Abstract**

This paper presents methods for development and approbation of specific energy efficiency indicators for individual units or objects in municipalities. It was concluded that in municipality it is necessary an individual approach, taking into account specifics of various institutions and organization activities in framework of implementation the operational control over energy resources and effective management. The proposed technique of energy efficiency assessment avoids averaging of energy efficiency and helps to evaluate possible additional factors.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency indicators, energy conservation, public institutions, energy management.

Динамика развития экономики страны существенно зависит от ситуации в энергетическом секторе, поэтому большое внимание уделяется решению проблемы по наиболее эффективному и энергосберегающему

функционированию всех областей и регионов страны.

В работе представлена методика, которая описывает один из аспектов программы по созданию информационно-аналитической системы оценки показателей энергоэффективности [1-3]. Данная система ставит несколько задач, одной из которых является разработка методов оценки индикаторов энергоэффективности для отдельных подразделений или объектов и осуществление сравнительной оценки энергоэффективности различных подразделений и учреждений, производимых на основании рейтинга энергоэффективности с использованием сравнения показателей объектов (индикаторов энергоэффективности) с наиболее эффективными учреждениями, средними статистическими данными для типичных учреждений, нормативами энергопотребления [4].

Апробация методики по созданию рейтинговой оценки индикаторов энергоэффективности была осуществлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы на территории Белгородской области.

Был проведен детальный анализ по потреблению энергетических ресурсов на всех уровнях муниципального образования «Грайворонский район». Для этого были получены данные по потреблению электрической, тепловой энергии, а также природного газа и воды по всем потребителям данного района. Анализ выполнялся в двух основных плоскостях: конструктивные особенности зданий и культурно-организационный аспект использования энергетических ресурсов. Были собраны специальные опросные формы, включающие информацию как по характеристикам здания, так и статистическая информация за последние три года, включающая количество персонала и время использования того или иного оборудования по каждому объекту.

В ходе данного исследования было решено разграничить все три уровня финансирования организаций и провести анализ в рамках муниципальных учреждений.

Потребление муниципальными учреждениями (рис. 1) по сравнению с частным жилым сектором и федеральными учреждениями (в т.ч. здравоохранение и предприниматели) значительно меньше.

Специфика потребления энергетических ресурсов такова, что существенная доля затрат приходится на природный газ и электрическую энергию. В частных жилых домах (ИЖС) и федеральных учреждениях на данные виды энергетических ресурсов приходится более 90% от общих затрат.

Для более тщательного анализа было решено разделить организации по виду деятельности в рамках муниципального финансирования. Таким образом, были выделены следующие группы учреждений: административные, образовательные, социальные (соц. интернаты); муниципальные предприятия и учреждения культуры.

В рамках вышеперечисленных групп, был проведен расчет удельного показателя потребления энергетических ресурсов, расчет среднего значения и сравнения с ним в рамках каждой группы.

Следует отметить, что потребление в рамках отдельно взятой группы – муниципальных учреждений также отличается по видам осуществляемой деятельности среди потребителей (рис.1).

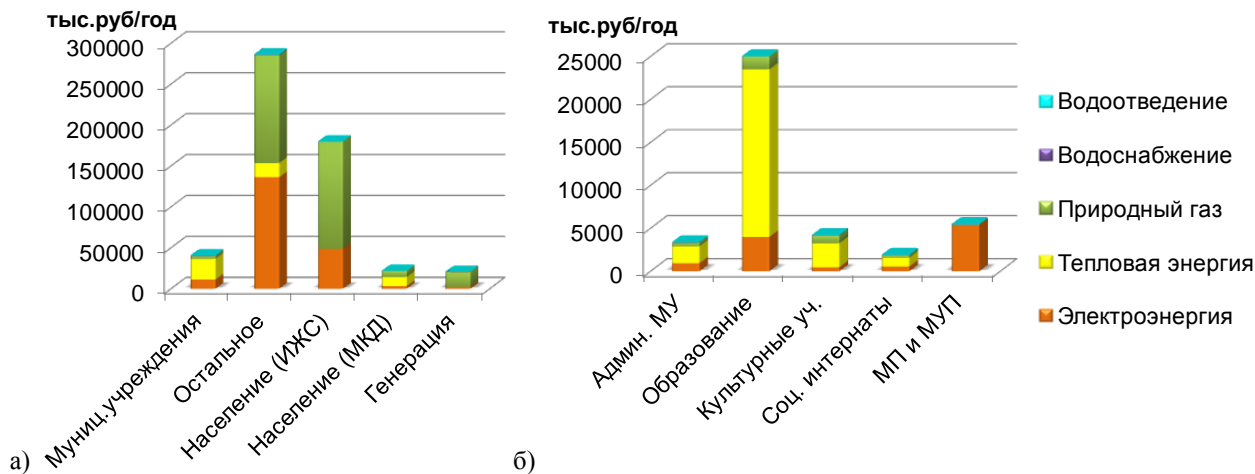


Рис. 1 – Потребление в районе (а) и в муниципальных учреждениях (б)

Следующим этапом стала оценка удельного потребления по каждому потребителю в рамках конкретного вида деятельности по трем энергетическим ресурсам: тепловая энергия, электрическая энергия и природный газ.

Таким образом, удалось избежать типичного усреднения показателей энергетической эффективности разных групп потребителей, и оценить возможные дополнительные факторы, влияющие на потребление в данной группе схожих по виду деятельности учреждений.

В заключение проведенного анализа удалось разработать рейтинговую оценку энергоэффективности зданий, строений, сооружений для совокупности объектов, объединенных по организационному принципу.

Использованные для этого индикаторы энергоэффективности представлены ниже (рис. 2).

Наименование организации	Эл. энергия, кВт·ч/(чел·год)	Тепловая энергия, Гкал/(м2·год)	Природный газ, куб. м/(м2·год)	Наименование организации	Эл. энергия, кВт·ч/(чел·год)	Тепловая энергия, Гкал/(м2·год)	Природный газ, куб. м/(м2·год)
Административные учреждения	475	1,12	0,033	Образование	252	0,13	0,021
Администрация Дунайского СП	585	0,23	-	МБОУ Порозовская	378	0,50	0,038
Администрация Ивановско-Лисичанская	731	0,54	-	МБОУ Безыменская	395	0,57	0,14
Администрация Смородинского СП	552	0,16	0,13	МБОУ Новостроевский д/с	0	-1,00	-
Адм.министрация Безыменского СП	447	-0,06	-	МБОУ Новостроевская ООШ	183	-0,27	0,038
Администрация Горьковского СП	412	-0,13	0,38	МБОУ Ивано-Лисичанская СОШ	322	0,28	0,034
Администрация Козинского СП	666	0,40	0,08	МБОУ «Головинская СОШ с КИОП»	216	-0,14	0,005
Администрация Мокро-Орловская	514	0,08	-	МБОУ СОШ с угл. изуч. отд. предмето в г.Грайворон	141	-0,44	0,12
Администрация Новостроевская	115	-0,76	-	МБОУ Гора-Подольская СОШ	345	0,37	0,10
Администрация Головинского СП	343	-0,28	-	МБОУ «Горьковская ООШ»	664	1,64	0,11
Администрация Доброивановская	99	-0,79	-	МБОУ Добросельская ООШ	653	1,59	0,11
Администрация Грайворонского р-на	754	0,59	4,84	МБОУ Дорогощанская СОШ	218	-0,13	0,15
Администрация Дорогощанского СП	-	-	0,19	МБОУ Дунайская	236	-0,06	-
Управление социальной защиты	487	0,02	-	МБОУ Козинская	212	-0,16	0,08
Федеральное здравоохранение	489	-	-	МБОУ Косиловская	151	-0,40	-
МУЗ "Грайворонская ЦРБ"	275	-0,44	-	МБОУ Мокро-Орловская СОШ	299	0,19	0,18
Грайворонский Психоневрологический Интернат	801	0,64	-	МБОУ Почаевская СОШ	795	2,16	-
ГУЗ "Обл.детский санаторий "Ласточка"	150	-0,69	-	МБОУ Смородинская СОШ	396	0,57	0,14
ГУЗ "Грайворонская обл.психиатрическая бол."	1054	1,15	-	МБОУ Чапаевская НШ-д/с	126	-0,50	-
Санаторий Красиво	165	-0,66	-	МБДОУ Головинский д/с Солнышко	284	0,13	-
Социальные интернаты	924	0,08	0,009	МБДОУ ДСОВ Капелька	414	0,64	0,21
МСУ "Дом	726	-0,21	0,05	МБОУ СОШ им	204	-0,19	0,12
МБУСОСЗН КЦСОН Грайворонского	322	-0,65	0,12	МБДОУ Головинский д/с Улыбка	0	-1,00	-
МУ "СРЦ для несовершеннолетних"	1725	0,37	-	МБДОУ Луговский д/с Елочка	0	-1,00	-
Учреждения культуры	226	0,25	0,025	МБОУ Замостянская ООШ	0	-1,00	-
МКУК ЦБ им Пушкина	325	0,44	0,22	МБОУ Детский сад "Радуга"	0	-1,00	-
МБУК Грайворонский РДК	491	1,17	0,17	МБУ ДО «ДЮСШ» Грайворонского	226	-0,10	0,01
Р-ый Краеведческий музей	0	-1,00	-	МБОУ ДОД ДШИ №1 г. Грайворона	8	-0,97	0,17
МУК Грайворонская	89	-0,61	0,37	МОУ Головинская школа искусств	178	-0,29	-

Рис. 2 – Индикаторы энергоэффективности

Представленная методика легла в основу разрабатываемой информационно-аналитической системы «ЭнергоРегион». Целью данной системы является анализ технологических и организационных мероприятий с целью повышения общей энергоэффективности непроизводственных структур, а также может быть использована крупными коммерческими структурами и в бюджетной сфере.

В программе «ЭнергоРегион» существует 2 уровня пользователей :

- нижний уровень (отдельные объекты, учреждения, подразделения);
- верхний уровень (органы управления коммерческими или государственными структурами).

На нижнем уровне система дает возможность осуществлять мониторинг и анализ текущего энергопотребления, сравнивать свои показатели с другими организациями, а также внедрять систему поощрения сотрудников.

Таким образом, в результате применения данной рейтинговой системы оценок является возможным осуществление мониторинга и информационно-аналитического сопровождения управления энергосбережением.

Для органов управления организации, региона, муниципального образования, отраслевых структурных подразделений система может быть применима для реализации своих управленческих функций, и позволяет осуществлять:

- мониторинг и информационно - аналитическое сопровождение управления энергосбережением;

- контроль над эффективным расходованием средств на коммунальные платежи и в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- нормирование и лимитирование потребления коммунальных ресурсов организаций и подразделений;
- планирование финансирования с учетом наиболее эффективного инвестирования в энергосберегающие мероприятия;
- составление и прогнозирование топливно - энергетических балансов организации, региона или муниципального образования;
- формирование исходных данных для внедрения энергосервисных контрактов, разработка презентаций для предполагаемых инвесторов и технико- экономических обоснований энергосервисных контрактов и мероприятий по энергосбережению, мониторинг их выполнения;
- информационное сопровождение и популяризация энергосбережения (рейтинг энергоэффективности учреждений).

Подразделениям (учреждениям) предлагаемая разработка даст следующие функциональные возможности:

- мониторинг и анализ энергопотребления, сравнение показателей с другими учреждениями;
- оценка потенциала энергосбережения и возможных энергосберегающих мероприятий;
- премирование сотрудников с учетом показателей энергоэффективности.

Поэтому данная система рейтинговой оценки в рамках применения системы «ЭнергоРегион» позволяет осуществлять до этого не достаточно проработанные задачи:

- мониторинг и анализ энергопотребления, контроль за эффективным расходованием средств на коммунальные платежи;
- нормирование и лимитирование потребления коммунальных ресурсов для подразделений;
- оценка потенциала энергосбережения и возможных энергосберегающих мероприятий;
- премирование сотрудников с учетом показателей энергоэффективности.

В заключение, стоит отметить, что для осуществления оперативного контроля над энергоресурсами и эффективного управления в рамках муниципального образования необходимым является именно индивидуальный подход с учетом различной специфики учреждений, а также вида деятельности организации. Предложенная методика по оценки энергоэффективности позволяет избежать усреднения показателей энергетической эффективности и оценить возможные дополнительные факторы.

Полученная рейтинговая оценка энергоэффективности позволяет планировать последующие инвестиции в приоритетные, с точки зрения энергосбережения, мероприятия и сектора экономики.

Список литературы / References

1. Нусс М.В., Трубаев П.А., Классен В.К., Коновалов В.М. Советующая интеллектуальная система управления процессом обжига цементного клинкера // Белгород: Изд-во БГТУ, БИЭИ, 2015. – 171 с.
2. Сергеев С.К., Потапенко А.Н., Белоусов А.В., Потапенко Е.А. Ма-тематические модели управления процессами теплоснабжения зданий для автоматизированных систем управления // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2007. № 1. С. 113-117.
3. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Гребеник А.Г. Модель распределения изменяющихся климатических параметров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 116-120.
4. Ширрime К.Ж., Трубаев П.А. Анализ показателей энергоэффективности образовательных учреждений // Промышленная энергетика. 2015. № 3. С. 6-11.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Nuss M.V., Trubaev P.A., Klassen V.K., Kononov V.M. Sovetuyushchaya intellektual'naya sistema upravleniya protsessom obzhiga tsementnogo klinkera [Intelligent system of management process for cement clinker burning] . – Belgorod: Izd-vo BGTU, BIEI, 2015. – P.171. [in Russian]
2. Sergeyev S.K., Potapenko A.N., Belousov A.V., Potapenko Ye.A. Ma-tematicheskiye modeli upravleniya protsessami teplosnabzheniya zdaniy dlya avtomatizirovannykh sistem upravleniya [Mathematical model of heating control process in buildings for automated control systems] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2007. # 1. P. 113-117. [in Russian]
3. Belousov A.V., Koshlich YU.A., Grebenik A.G. Model' raspredeleniya izmenyayushchikhsya klimaticheskikh parametrov [Model distribution of changing climatic parameters] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. # 1. P. 116-120. [in Russian]
4. Shirrime K.J., Trubaev P.A. Analiz pokazateley energoeffektivnosti obrazovatel'nykh uchrezhdeniy [Analysis of the educational institutions of energy efficiency]// Promyshlennaya energetika [Industrial power]. – 2015. #3. P. 6-11. [in Russian]

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.155

Волосатова Т.А.¹, Данекянц А.Г.²¹ORCID: 0000-0001-6416-0212

Кандидат физ.-мат. наук,

²ORCID: 0000-0002-0409-0694

Кандидат физ.-мат. наук,

Донской государственный технический университет

Данная работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-01-00184а)

**ОПТИМИЗАЦИЯ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ:
СЛУЧАЙ ТРЕХ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПРИОРИТЕТОВ****Аннотация**

Данная статья является продолжением исследований математической модели экономической системы, предложенной в работах [1]-[2]. В пространстве R^n заданы три неотрицательные ненулевые непрерывные функции F_i ($i=1,2,3$). Существует экономическая система (например, бюджетная организация). Внутренние требования системы выражаются функцией F_3 . Экономическая система не является независимой и на нее действуют внешние "оптимизаторы" (например, различные министерства). В данной работе рассмотрена задача с двумя внешними "оптимизаторами". Требования оптимизаторов к системе описываются функциями F_1 и F_2 . Внутренние цели системы и цели "оптимизаторов" в большинстве случаев не совпадают, поэтому функции F_i ($i=1,2,3$) естественно рассматривать как разнонаправленные целевые функции. Существует некий арбитр (регулятор), который может влиять как на развитие самой системы, так и на "оптимизаторов". Арбитр заинтересован в плодотворном взаимодействии всех структур. В соответствии с [1-2] мы рассматриваем целевую функцию арбитра вида: $F = F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} F_3^{\alpha_3}$, где $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ и $\alpha_i > 0$. Детерминированные показатели $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ называются приоритетами. В рамках предложенной квазилинейной модели получены необходимые условия существования стационарных точек целевой функции и найдена точка локального максимума функции F .

Ключевые слова: локальный максимум целевой функции арбитра, функции квазилинейного вида, детерминированные приоритеты.

Volosatova T.A.¹, Danekyants A.G.²¹ORCID: 0000-0001-6416-0212

PhD in Physics and Mathematics,

²ORCID: 0000-0002-0409-0694

PhD in Physics and Mathematics,

Don State Technical University (Rostov-on-Don)

This work was supported by RFBR (grant number 16-01-00184a)

**OPTIMIZATION OF QUASILINEAR COMPLICATED SYSTEMS:
CASE OF THREE DETERMINED PRIORITIES****Abstract**

This paper is prolongation of researches of mathematical model of the economic system offered in works [1] - [2]. In space R^n three nonnegative nonzero continuous functions F_i ($i=1,2,3$) are set. There is an economic system (for example, the state enterprise). Function F_3 describes interior requirements of the system. The economic system is dependent on external "optimizers" (for example, the various ministries). The problem with two exterior "optimizers" is considered in this work. "Optimizer's" system requirements are described by functions F_1 and F_2 . Interior purposes of the system and "optimizers" does not match in most cases, therefore F_i ($i=1,2,3$) is considered as multidirectional target functions. There is a certain arbiter (governor) who can influence both the system development, and "optimizers". The arbiter is interested in productive interaction of all structures. According to [1-2] we consider target arbiter function type: $F = F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} F_3^{\alpha_3}$, where $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ and $\alpha_i > 0$. The determined indicators $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ are called as priorities. Required stationary points conditions of target function and function F local maximum are determined within the limits of the offered quasilinear model.

Keywords: local maxima of target function of the arbiter, function of the quasilinear aspect, the determined priorities.

В пространстве R^n рассмотрим неотрицательные ненулевые непрерывные функции $F_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$, дважды непрерывно дифференцируемые на открытых множествах $B^i = \{F_i > 0\}$ соответственно, где $i=1,2,3$. При этом $\bigcap_{i=1}^3 B_i \neq \emptyset$, а через $B_i^c = \{F_i \leq 0\}$ обозначаем в дальнейшем их дополнения. Функции F_i ($i=1,2,3$), будем интерпретировать как разнонаправленные целевые функции. Целевая функция F_3 выражает внутренние требования

системы, а функции F_1 и F_2 формулируют требования некоторых внешних “оптимизаторов” к этой системе. Построим новую целевую функцию арбитра

$$F = F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} F_3^{1-(\alpha_1+\alpha_2)}, \quad (1)$$

показатели которой удовлетворяют условиям: $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ и $\alpha_i > 0$. В дальнейшем, показатели $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ будем называть приоритетами. Умножение в формуле (1) предполагает, что арбитр, оказывая влияние на внутреннюю структуру системы и на внешних “оптимизаторов”, стремится обеспечить эффективную работу всей системы, то есть максимизировать целевую функцию F .

Исходя из вышеизложенного, считаем, что $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$, то есть принимаем в рассмотрении только ситуации, когда существуют точки локальных и глобальных максимумов функции F . Если $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \bigcup_{i=1}^3 B_i^c$, то $F(x) = 0$, то есть такие точки являются точками глобального минимума функций F . Будем предполагать, что F_i являются функциями «квазилинейного» вида:

$$F_i(x) = \left(\sum_{k=1}^n a_k^i x_k + b_i \right) I_{\left\{ \sum_{k=1}^n a_k^i x_k + b_i > 0 \right\}}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

где I_A есть индикатор множества A .

Найдем частные производные функций $F(x)$, $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$. При этом будем использовать обозначения

$$G_1(x) = \frac{F_1(x)}{F_3(x)}, \quad G_2(x) = \frac{F_2(x)}{F_3(x)} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Имеем: } \frac{\partial F}{\partial x_k} &= \alpha_1 a_k^1 \frac{F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} F_3}{F_1 F_3^{\alpha_1} F_3^{\alpha_2}} + \alpha_2 a_k^2 \frac{F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2} F_3}{F_2 F_3^{\alpha_1} F_3^{\alpha_2}} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) a_k^3 \frac{F_1^{\alpha_1} F_2^{\alpha_2}}{F_3^{\alpha_1} F_3^{\alpha_2}} = \\ &= G_1^{\alpha_1} G_2^{\alpha_2} \left(\alpha_1 a_k^1 G_1^{-1} + \alpha_2 a_k^2 G_2^{-1} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) a_k^3 \right). \end{aligned}$$

Из того, что $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$, и из условий (2) вытекает, что $G_1(x) > 0$ и $G_2(x) > 0$. Таким образом, существование точки $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$, в которой $\frac{\partial F}{\partial x_i}(x) = 0$ при всех $i = 1, 2, \dots, n$, равносильно выполнению следующего условия:

$$\begin{pmatrix} a_1^3 \\ a_2^3 \\ \vdots \\ a_n^3 \end{pmatrix} = \frac{\alpha_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_1^{-1} \begin{pmatrix} a_1^1 \\ a_2^1 \\ \vdots \\ a_n^1 \end{pmatrix} + \frac{\alpha_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_2^{-1} \begin{pmatrix} a_1^2 \\ a_2^2 \\ \vdots \\ a_n^2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

В стационарной точке $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$ функции $G_1^{-1}(x) = \text{const} = c_1 > 0$ и $G_2^{-1}(x) = \text{const} = c_2 > 0$. С учетом того, что $\alpha_i > 0$ принимают фиксированные значения, из формулы (4) вытекает, что существование стационарной точки $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$ равносильно линейной зависимости системы векторов $\{\bar{a}^1, \bar{a}^2, \bar{a}^3\}$.

Введем обозначения $s = \sum_{k=1}^n a_k^1 x_k$, $t = \sum_{k=1}^n a_k^2 x_k$, тогда $F_1(x) = s + b_1$, $F_2(x) = t + b_2$.

В стационарной точке имеем:

$$\begin{pmatrix} a_1^3 \\ a_2^3 \\ \vdots \\ a_n^3 \end{pmatrix} = \frac{\alpha_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_1^{-1} \begin{pmatrix} a_1^1 \\ a_2^1 \\ \vdots \\ a_n^1 \end{pmatrix} + \frac{\alpha_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_2^{-1} \begin{pmatrix} a_1^2 \\ a_2^2 \\ \vdots \\ a_n^2 \end{pmatrix}.$$

$$F_3(s, t) = \sum_{k=1}^n a_k^3 x_k + b_3 = \sum_{k=1}^n \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} a_k^1 + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} a_k^2 \right) x_k + b_3 =$$

$$= \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \sum_{k=1}^n a_k^1 x_k + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \sum_{k=1}^n a_k^2 x_k + b_3 =$$

$$= \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3$$

Тогда

$$F(s, t) = (s + b_1)^{\alpha_1} (t + b_2)^{\alpha_2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (5)$$

Исследуем функцию $F(s, t)$ на экстремум.

$$\frac{\partial F(s, t)}{\partial s} = (s + b_1)^{\alpha_1} (t + b_2)^{\alpha_2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} \cdot$$

$$\left(\alpha_1 (s + b_1)^{-1} + (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-1} \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)$$

$$\frac{\partial F(s, t)}{\partial t} = (s + b_1)^{\alpha_1} (t + b_2)^{\alpha_2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} \cdot$$

$$\left(\alpha_2 (t + b_2)^{-1} + (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-1} \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)$$

Таким образом, в стационарной точке $x \in \bigcap_{i=1}^3 B_i$, с учетом условий (2), необходимое условие экстремума функции

$F(s, t)$ будет иметь вид:

$$\begin{cases} \left(\alpha_1 \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} - \alpha_1 c_1 \right) s + \alpha_1 \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t = -\alpha_1 b_3 + \alpha_1 c_1 b_1 \\ \alpha_2 \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \left(\alpha_2 \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} - \alpha_2 c_2 \right) t = -\alpha_2 b_3 + \alpha_2 c_2 b_2 \end{cases} \quad (6)$$

Определим, имеет ли система (6) решение. Вычислим главный определитель системы.

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha_1 \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} - \alpha_1 c_1 & \alpha_1 \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \\ \alpha_2 \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} & \alpha_2 \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} - \alpha_2 c_2 \end{vmatrix} = \frac{\alpha_1 c_1 \alpha_2 c_2}{1 - ((\alpha_1 + \alpha_2))}$$

Так как приоритеты $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 > 0$, $\alpha_3 = 1 - ((\alpha_1 + \alpha_2)) > 0$ и константы $c_1 > 0$, $c_2 > 0$, то $\Delta > 0$, значит система (6) имеет единственное решение. Решаем систему (6) и находим критическую точку $M(s, t)$ функции $F(s, t)$.

$$M\left(\frac{1}{c_1}((\alpha_1 - 1)(c_1 b_1 - b_3) + \alpha_2(c_2 b_2 - b_3)); \frac{1}{c_2}(\alpha_1(c_1 b_1 - b_3) + (\alpha_2 - 1)(c_2 b_2 - b_3))\right) \quad (7)$$

Определим, является ли стационарная точка $M(s, t)$ точкой экстремума. Найдем частные производные второго порядка:

$$A = \frac{\partial^2 F(s, t)}{\partial s^2} = (s + b_1)^{\alpha_1 - 2} (t + b_2)^{\alpha_2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-(\alpha_1 + \alpha_2) - 1} \cdot$$

$$\cdot \left(\alpha_1 (\alpha_1 - 1) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^2 + 2\alpha_1 (s + b_1) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} + \right.$$

$$\left. + (s + b_1)^2 (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) (-(\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)^2 \right)$$

$$B = \frac{\partial^2 F(s, t)}{\partial s \partial t} = (s + b_1)^{\alpha_1 - 1} (t + b_2)^{\alpha_2 - 1} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-(\alpha_1 + \alpha_2) - 1} \cdot$$

$$\cdot \left(\alpha_1 \alpha_2 \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^2 + \alpha_1 (t + b_2) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} + \right.$$

$$\left. + (s + b_1) \alpha_2 (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} + \right.$$

$$\left. + (s + b_1) (t + b_2) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) (-(\alpha_1 + \alpha_2)) \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)$$

$$C = \frac{\partial^2 F(s, t)}{\partial t^2} = (s + b_1)^{\alpha_1} (t + b_2)^{\alpha_2 - 2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-(\alpha_1 + \alpha_2) - 1} \cdot$$

$$\cdot \left(\alpha_2 (\alpha_2 - 1) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^2 + 2\alpha_2 (t + b_2) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} + \right.$$

$$\left. + (t + b_2)^2 (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) (-(\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)^2 \right)$$

В точке

$$M\left((\alpha_1 - 1) \frac{1}{c_1} (c_1 b_1 - b_3) + \alpha_2 \frac{1}{c_1} (c_2 b_2 - b_3); \alpha_1 \frac{1}{c_2} (c_1 b_1 - b_3) + (\alpha_2 - 1) \frac{1}{c_2} (c_2 b_2 - b_3)\right) \quad \text{функция} \quad F(s, t)$$

достигает своего локального максимума, если в этой точке выполняются следующие условия: $B^2 - AC < 0$, $A < 0$.

Проверим, что $A(M) < 0$.

$$A = (s + b_1)^{\alpha_1 - 2} (t + b_2)^{\alpha_2} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-(\alpha_1 + \alpha_2) - 1} \cdot$$

$$\cdot \left(\alpha_1 (\alpha_1 - 1) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^2 + 2\alpha_1 (s + b_1) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} + \right.$$

$$\left. + (s + b_1)^2 (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) (-(\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)^2 \right)$$

Так, как $F_i > 0, \forall i = 1, 2, 3$, то первые три множителя строго больше 0.

Исследуем знак выражения:

$$\alpha_1 (\alpha_1 - 1) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^2$$

$$+ 2\alpha_1 (s + b_1) (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) \frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} +$$

$$+ (s + b_1)^2 (1 - (\alpha_1 + \alpha_2)) (-(\alpha_1 + \alpha_2)) \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)^2$$

В данном выражении первое слагаемое отрицательное, т.к. $(\alpha_1 - 1) < 0$, второе слагаемое отрицательное, так как только множитель $((\alpha_1 + \alpha_2) - 1) < 0$, и третье слагаемое отрицательное, так как только множитель $-(\alpha_1 + \alpha_2) < 0$. Значит, $A < 0$, в любой точке.

Определим знак выражения $B^2 - AC$. В стационарной точке М выполняются равенства (6), из которых получаем:

$$\left\{ \begin{aligned} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) &= (s + b_1) c_1 \\ \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right) &= (t + b_2) c_2 \end{aligned} \right.$$

Тогда

$$B^2 - AC = \left((s + b_1)^{\alpha_1 - 1} (t + b_2)^{\alpha_2 - 1} \left(\frac{\alpha_1 c_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} s + \frac{\alpha_2 c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} t + b_3 \right)^{-(\alpha_1 + \alpha_2) - 1} \right)^2 \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{c_1 (s + b_1) (t + b_2) c_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} \right)^2 \cdot (\alpha_1 \alpha_2)^2 - (\alpha_1^2 + \alpha_3) \cdot (\alpha_2^2 + \alpha_3)$$

Первый и второй множители в произведении строго положительны, исследуем знак третьего множителя. Так как $\alpha_3 > 0$, получаем $\alpha_1^2 \alpha_2^2 < (\alpha_1^2 + \alpha_3) \cdot (\alpha_2^2 + \alpha_3)$, откуда следует, что $B^2 - AC < 0$.

Таким образом, мы доказали, что точка $M(s, t)$ – точка локального максимума функции $F(s, t)$.

Итак, нами доказана следующая

ТЕОРЕМА. Для того, чтобы функция $F(x)$, заданная равенством (1)-(3), имела стационарные точки, необходимо, чтобы система векторов $\{\bar{a}^1, \bar{a}^2, \bar{a}^3\}$ была линейно зависима и выполнялось равенство

$$\bar{a}^3 = \frac{\alpha_1}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_1^{-1}(\bar{a}^1) + \frac{\alpha_2}{((\alpha_1 + \alpha_2) - 1)} G_2^{-1}(\bar{a}^2).$$

Обратно, пусть эти условия выполнены. Введем обозначения $G_i^{-1}(x) = \text{const} = c_i > 0, i = 1, 2$,
 $s = \sum_{k=1}^n a_k^1 x_k, t = \sum_{k=1}^n a_k^2 x_k$. Тогда целевая функция F примет вид (5). Исследуемая функция $F(s, t)$ имеет
 локальный максимум в точке

$$M\left(\frac{1}{c_1}((\alpha_1 - 1)(c_1 b_1 - b_3) + \alpha_2(c_2 b_2 - b_3)); \frac{1}{c_2}(\alpha_1(c_1 b_1 - b_3) + (\alpha_2 - 1)(c_2 b_2 - b_3))\right).$$

Доказанная теорема, показывает, что рассматриваемая в работе экономическая система может функционировать с оптимальной отдачей, если есть арбитр, который жестко расставляет приоритеты, основываясь на актуальных данных. Но надо понимать, что ситуации, возникающие в системе, могут трактоваться экспертами не однозначно, данные предоставленные разными сторонами арбитру могут существенно различаться и сам арбитр может иметь личные предпочтения. Поэтому в дальнейших исследованиях, логично предположить, что приоритеты – это случайные величины. Также следует рассмотреть модель с большим числом приоритетов.

Список литературы / References

1. Вагин В.С., Павлов И.В. Оптимизация квазилинейных моделей сложных систем с учетом вероятностного характера приоритетов. // Сборник тезисов Международной конференции «XXVI Крымская осенняя математическая школа-симпозиум по спектральным и эволюционным задачам». – Симферополь, 2015. – С. 109.
2. Вагин В.С., Павлов И.В. Моделирование и оптимизация квазилинейных сложных систем с учетом вероятностного характера приоритетов. // Научно-технический журнал «Вестник РГУПС» –Ростов-на-Дону, 2016. №1(61). – С. 135-139.
3. Волосатова Т.А., Данекянц А.Г. Оптимизация квазилинейных сложных систем с тремя приоритетами. // Сборник тезисов Международной научной конференции «Современные методы и проблемы теории операторов и гармонического анализа и их приложения VI» – Ростов-на-Дону, 2016. – С. 132.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Vagin V.S., Pavlov I.V. Optimizacija kvazilinejnyh modelej slozhnyh sistem s uchetoj verojatnostnogo haraktera prioritetov [Optimization of quasi-linear models of complicated systems with using random nature of priorities]. // Sbornik tezisev Mezhdunarodnoj konferencii «XXVI Krymskaja osennaja matematicheskaja shkola-simpozium po spektral'nyj i jevoljucionnym zadacham». –2015. – S. 109. [in Russian]
2. Vagin V.S., Pavlov I.V. Modelirovanie i optimizacija kvazilinejnyh slozhnyh sistem s uchetoj verojatnostnogo haraktera prioritetov [Modeling and optimization of quasi-linear models of complete systems with using random nature of priorities]. // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Vestnik RGUPS» [Scientific and Technical Journal «Vestnik RGUPS»]. – Rostov-na-Donu, 2016. #1(61). – S. 135-139. [in Russian]
3. Volosatova T.A., Danekjanc A.G. Optimizacija kvazilinejnyh slozhnyh sistem s tremja prioritetami [Optimization of quasi-linear complicated systems with three priorities]. // Sbornik tezisev Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Sovremennye metody i problemy teorii operatorov i garmonicheskogo analiza i ih prilozhenija VI» [The collection of theses of the Sixth International Scientific Conference "Modern Methods, Problems and Applications of Operator Theory and Harmonic Analysis VI"] – Rostov-na-Donu, 2016. – S. 132. [in Russian]



«Международный научно-исследовательский журнал» включен в базу данных **WorldCat**.

WorldCat — крупнейшая в мире библиографическая база данных, насчитывающая свыше 240 млн записей о всех видах произведений на 470 языках мира. База создается совместными усилиями более чем 72 тыс. библиотек из 170 стран мира в рамках организации OCLC.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.075

Кувыкин В.И.¹, Мелешкевич М.А.², Наумова С.В.³¹ORCID: 0000-0002-5283-0028, Доктор физико-математических наук,

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»

²ORCID: 0000-0003-1823-4131, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»,³ORCID: 0000-0002-7017-380X, ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СМЕШЕНИЕМ****Аннотация**

С целью оптимизации управления смешением использован системный подход для интеграции данных систем смешения продуктов, оптимального планирования и согласования баланса в единую информационную систему. Для организации взаимодействия построена универсальная математическая модель процесса, представляющая пересечение множеств моделей оптимального плана и баланса. Все элементы построенной информационной системы взаимодействуют между собой максимально эффективно для достижения единой цели предприятия. Практическая реализация системного подхода описана на примере смешения бензинов.

Ключевые слова: исследование операций, модели, методы оптимизации, смешение, компьютерные приложения.

Kuvykin V.I.¹, Meleshkevich M.A.², Naumova S.V.³¹ORCID: 0000-0002-5283-0028, PhD in Physics and Mathematics, ООО “LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez”²ORCID: 0000-0003-1823-4131 ООО “LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez”³ORCID: 0000-0002-7017-380X, ООО “LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez”**SYSTEMS-BASED APPROACH TO OPTIMIZING THE BLENDING MANAGEMENT****Abstract**

Systems-based approach is used to optimize the blending management in order to integrate mixing system with optimal planning and the balance reconciliation systems into a single information system. Interaction is based on the universal mathematical model, representing the intersection of the sets of optimal plan and balance reconciliation models. All designed information system elements work together as efficiently as possible to achieve the global goal of the enterprise. The implementation of the systems-based approach for gasoline blending is described.

Keywords: operations research, models, optimization methods, mixing, computer applications.

Одной из важных задач на сегодняшнем этапе развития является оптимизация операций смешения, которая используется в самых различных производствах: переработке сельскохозяйственной продукции [1], нефтехимической промышленности и других производствах [2,3].

Увеличить эффективность операций возможно за счет интеграции систем разного уровня управления в единое информационное пространство [4,5]. Для успешной интеграции требуется построить математическую модель, объединяющую бизнес-процессы [6].

Целью настоящей работы является использование системного подхода для интеграции моделей смешения, оптимального планирования, согласования баланса и анализа поступающей информации для оптимизации управления смешением.

Для отдельно взятой автоматизированной системы зачастую рассматривается самый простой случай, когда требуется обратить в максимум (минимум) один-единственный критерий L . Когда речь идет о сложных операциях, затрагивающих разнообразные процессы производства, то их эффективность, как правило, не может быть полностью охарактеризована с помощью единственного показателя L [7].

На практике системный подход в исследовании операций сводится к тому, что каждое звено, работа которого оптимизируется, рассматривается как часть другой, более обширной системы, и выявляется, как влияет работа данного звена на работу всей системы в целом [7].

С точки зрения системного анализа в данной работе автоматизированный узел смешения бензинов принимается в качестве системы, согласование баланса включено в подсистему, APS-модель (Advanced Planning & Scheduling) объемного и календарного планирования рассматривается как надсистема.

Математическая модель поточной схемы производства для согласования материального баланса может быть записана следующим образом:

$$\mathbf{B}\mathbf{y} = 0, \quad (1)$$

где \mathbf{y} - вектор переменных, описывающий потоки, остатки продукции на складе, потери; \mathbf{B} - матрица балансовых уравнений. Множество переменных y_i модели баланса обозначим U_1 .

Обозначим подмножество измеряемых величин $\bar{\mathbf{y}} \in U_1$, а сами измерения через \mathbf{y}_0 . В качестве критерия оптимизации подсистемы L_1 рассмотрим минимизацию квадратичной формы [2]:

$$L_{1\min}(\mathbf{y}) = \sum_i k_i (\bar{y}_i - y_{0i})^2. \quad (2)$$

Здесь k_i - коэффициенты, характеризующие погрешности соответствующих измерений. Подчеркнем, что в задаче (1), (2) переменными могут быть и качественные характеристики [3].

Критерий оптимизации для системы смешения L_2 , как правило, может быть выбран из нескольких возможных: минимизация стоимости смеси, минимизация отклонений по качеству или минимизация отклонения текущей рецептуры от заданной.

Одной из основных задач управления производством является увеличение маржинальной прибыли. Для этой цели разработаны и успешно применяются методы математического программирования [7,8]. Так наиболее часто используемую на практике задачу линейного программирования для n действительных переменных x_i и целевой функции L_3 можно сформулировать следующим образом

$$\mathbf{A}\mathbf{x}=\mathbf{b}, \quad \mathbf{x} \geq 0, \quad (3)$$

$$L_{3\max}(\mathbf{x}) = \mathbf{c}^T \mathbf{x}, \quad (4)$$

где \mathbf{A} - матрица $\|a_{ij}\|$ размера $m \times n$,

$$\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_n)^T, \quad \mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_m)^T \geq 0. \quad (5)$$

Компоненты векторов c_i и b_i – константы, знаком Т обозначено транспонирование. Система (3) - (5) относится к APS-моделям, множество переменных модели обозначим U_3 .

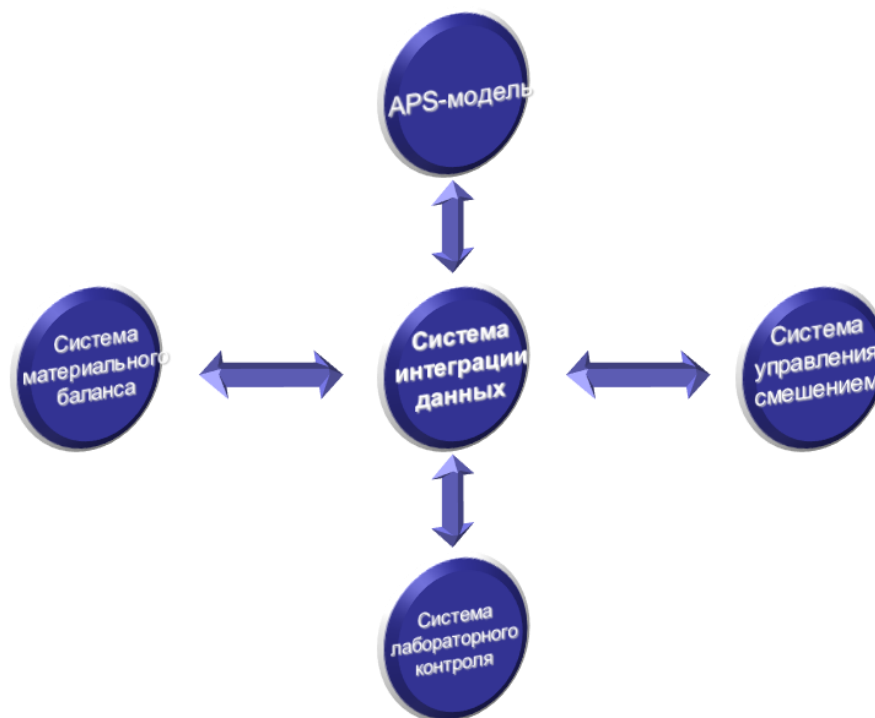


Рис. 1 – Схема интеграции автоматизированных систем управления

Возможность провести анализ количественных и качественных показателей системы позволяет специально созданное ИТ-приложение интеграции данных различных систем управления [9]. Взаимосвязь предлагаемой системы интеграции и анализа данных с системами материального баланса, лабораторного контроля, управления смешением и планирования производства представлена на рис.1.

Интеграция осуществляется на основе математической модели, которую назовем универсальной моделью процесса. Множество переменных универсальной модели U представим пересечением множеств $U = U_1 \cup U_2$, для уравнений смешения задач (1), (3). За основу при практической реализации может быть взята модель оптимального планирования (3). Использование единой модели существенно улучшает обмен и анализ информации.

Для выполнения системных требований важно установить иерархию целей и предложить алгоритм согласования целей. На рис.2 показана схема иерархии целей на трех уровнях: подсистема, система и надсистема.



Рис. 2 – Схема иерархии целей. L_1 , L_2 , L_3 - целевые функции

По предприятию маржинальная прибыль L_3 задается решением задачи линейного программирования, которая и определяет глобальную цель. С другой стороны, необходимо осуществить и обратную связь с учетом достижений звеньев нижнего уровня и избежать появления «узких мест».

Известно, что в автоматизированных системах основным фактором является корректность работы измерительных приборов, участвующих в оптимизации процесса [2]. На первом этапе рассматриваются слагаемые (2) критерия L_1 , при согласовании баланса выделяются грубые ошибки передачи данных и неисправность приборов, выявляются систематические ошибки измерительных систем, затем принимаются меры для их устранения.

На втором этапе системный подход затрагивает производственную часть: сравниваются плановые и согласованные значения, контролируются загрузки установок и качественные характеристики потоков компонентов. По результатам анализа принимаются решения по управлению производственным процессом для минимизации отклонения от плановых значений. При необходимости вносятся изменения в модель планирования.

И третий этап - это организация системы снабжения и сбыта, принятие оперативно-бюджетных решений при изменении конъюнктуры рынка или корректировка рецептур, либо режимов производственных мощностей, либо модели предприятия с пересчетом целевой функции надсистемы L_3 .

Эффективность управления зависит от менеджерских решений, информационная система дает лишь возможность объективного анализа [9]. Оптимизация управления смешением позволяет максимизировать приращение маржинальной прибыли ΔL_3 для величины $L_3^{(1)}$ по сравнению со значением $L_3^{(0)}$ без системы интеграции

$$\Delta L_3 = L_3^{(1)} - L_3^{(0)}. \quad (6)$$

Приведенный в статье метод был применен на нефтеперерабатывающем предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» при управлении производством бензинов. Станция смешения производит до 4 млн. т. товарных бензинов в год. Используются разработки компании Honeywell (RPMS, Production Balance, OpenBPC). Для показателей качества применяются поточные анализаторы фирмы Bruker.

Интеграция производится на основе универсальной математической модели, включающей потоки с показателями качества, в основу положена модель оптимального планирования. Подсистема согласования данных включает такую же математическую модель потоков и качества. Для интеграции, мониторинга смешения и поддержки принятия управленческих решений используется ИТ-приложение собственной разработки Quality & Quantity Blending Balance [9]. Программа позволяет консолидировать данные, оценивать работу средств измерения и качество продукции.

Набольший эффект достигается за счет своевременных управленческих решений по настройке приборного учета, рецептур, уменьшения отклонений от плановых значений. Описанные меры улучшают работу автоматизированной системы смешения и приводят к уменьшению запаса по качеству.

Следующий по значимости эффект связан с оптимизацией загрузки мощностей. Анализ плановых и согласованных значений позволяет своевременно скорректировать технологических режимы работы установок, улучшать APS-модель, выдерживать календарный график производства.

Расчет эффекта проведен в системе LP-моделирования на основе данных до и после внедрения системы интеграции на основе критерия оптимизации (6). Для предприятия с приведенными выше характеристиками возможно получение \$0.12/bbl дополнительной маржинальной прибыли без изменения существующего оборудования.

Таким образом, в работе приведена практическая реализация системного подхода, который предполагает объединение и анализ данных из систем управления смешением, планирования и сведения материального баланса. Разработан алгоритм построения универсальной математической модели, включающей потоки с показателями качества, являющейся основой успешной системной интеграции. Описан опыт использования предложенных решений для оптимизации управления смешением бензинов.

Список литературы / References

1. Stokes J. R., Tozer P. R. Optimal Feed Mill Blending // Review of Agricultural Economics. – 2006. – V.28. – P. 543–552.
2. Narasimhan S., Jordache C. Data reconciliation and gross error detection: – Houston: Gulf Publishing Company, 2000. – 406 p.
3. Кувыкин В.И. Согласование баланса при смешении бензинов // Инновации в науке. – 2016. – № 8 (57). – С. 22-27.
4. Chu Y., You F. Model-based integration of control and operations: Overview, challenges, advances, and opportunities // Computers and Chemical Engineering. – 2015. – V 83. – P. 2–20.
5. Кувыкин В.И. Использование моделей бизнес-процессов НПЗ в системах планирования и учёта. // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2013. – № 7. – С. 47-48.
6. Кувыкин В.И., Петухов М.Ю. Построение моделей бизнес-процессов в системах автоматизации НПЗ // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 10. – С. 39-42.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Советское радио, 1988. – 208 с.
8. Кувыкин В.И., Кувыкина Е.В., Петухов М.Ю. Анализ оптимальных решений в задачах нелинейного программирования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 4-5. – С. 2285-2286.
9. Kuvykin V. I., Matveev A.E., Naumova S.V., Potekhina E.V. Application of system analysis for gasoline blending benefits estimation // В сборнике: Актуальные вопросы современных математических и естественных наук. – 2016. – С. 65-67.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Stokes J. R., Tozer P. R. Optimal Feed Mill Blending // Review of Agricultural Economics. – 2006. – V.28. – P. 543–552.
2. Narasimhan S., Jordache C. Data reconciliation and gross error detection: an intelligent use of process data. – Houston: Gulf Publishing Company, 2000. – 406 p.
3. Kuvykin V.I. Soglasovanie balansa pri smeshenii benzinov [Gasoline Blending Balance Reconciliation] // Innovacii v nauke [Innovations in Science]. – 2016. – № 8 (57). – P. 22-27. [in Russian]
4. Chu Y., You F. Model-based integration of control and operations: Overview, challenges, advances, and opportunities // Computers and Chemical Engineering. – 2015. – V 83. – P. 2–20.
5. Kuvykin V.I. Ispol'zovanie modelej biznes-processov NPZ v sistemah planirovanija i uchjota [Refinery business process models application in plan and accounting systems]. // Mir nefteproduktov. Vestnik neftyanyh kompanij [World of Oil Products. The Oil Companies' Bulletin]. – 2013. – № 7. – P. 47-48. [in Russian]
6. Kuvykin V.I., Petukhov M.Yu. Postroenie modelej biznes-processov v sistemah avtomatizacii NPZ // [Building business process models in oil refinery automation systems]. // Avtomatizacija v promyshlennosti [Automation in Industry]. – 2012. – № 10. – P. 39-42. [in Russian]
7. Ventcel' E.S. Issledovanie operacij: zadachi, principy, metodologija [Operations research: problems, principles, methodology]. – М.: Sovetskoe radio, 1988. – 208 p. [in Russian].
8. Kuvykin V.I., Kuvykina E.V., Petuhov M.Yu. Analiz optimal'nyh reshenij v zadachah nelinejnogo programmirovaniya [The Analysis Of Optimal Solutions In Non Linear Programming Problems] // Vestnik Nizhegorod-skogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo [Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod]. – 2011. – № 4-5. – P. 2285-2286. [in Russian].
9. Kuvykin V. I., Matveev A.E., Naumova S.V., Potekhina E.V. Application of system analysis for gasoline blending benefits estimation // V sbornike: Aktual'nye voprosy sovremennyh matematicheskikh i estestvennyh nauk [Collection of scientific works: Actual questions of modern mathematical and natural sciences]. – 2016. – P. 65-67.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.093

Митрохин С.И.

Кандидат физико-математических наук, доцент, профессор РАЕ,
научно-исследовательский вычислительный центр МГУ им. М. В. Ломоносова**ОБ АСИМПТОТИКЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ МОДЕЛЬНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ
ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ С СУММИРУЕМЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ****Аннотация**

Рассматривается модельная краевая задача для семейства дифференциальных операторов с разделёнными граничными условиями с суммируемым потенциалом. Уравнение, задающее оператор, сведено к интегральному уравнению. Методом последовательных приближений выведена асимптотика решений соответствующего дифференциального уравнения при больших значениях спектрального параметра. Получено уравнение на собственные значения изучаемого оператора. Изучена индикаторная диаграмма полученного уравнения. Исследована асимптотика собственных значений изучаемого семейства дифференциальных операторов.

Ключевые слова: краевая задача, дифференциальный оператор, спектральный параметр, суммируемый потенциал, асимптотика собственных значений.

Mitrokhin S.I.

PhD in Physics and Mathematics, associate professor, professor RAE,
Scientific Research Computer Center of Moscow State University**ABOUT ASYMPTOTICS OF THE EIGENVALUES OF MODEL BOUNDARY PROBLEM FOR
THE FAMILY OF DIFFERENTIAL OPERATORS WITH SUMMABLE POTENTIAL****Abstract**

The model boundary value problem for a family of differential operators with separated boundary conditions with a summable potential is studied. The asymptotic of solutions of the corresponding differential equations for large values of the spectral parameter is deduced. The equation for the eigenvalues of the studied operators is obtained. The asymptotics of the eigenvalues of the studied family of differential operators is analyzed.

Keywords: boundary value problem, differential operator, spectral parameter, summable potential, asymptotics of the eigenvalues.

Введение. Постановка задачи. Исторический обзор.

Исследуем модельную краевую задачу для дифференциального оператора пятого порядка, определяемого дифференциальным уравнением

$$y^{(5)} + q(x) \cdot y(x) = \lambda \cdot a^5 \cdot y(x), 0 \leq x \leq \pi, a > 0, \quad (1)$$

с разделёнными граничными условиями вида

$$y^{(m_1)}(0) = y^{(m_2)}(0) = y^{(m_3)}(0) = y^{(n_1)}(\pi) = y^{(n_2)}(\pi) = 0, \quad (2)$$
$$m_1 < m_2 < m_3, n_1 < n_2; m_1, m_2, m_3, n_1, n_2 \in \{0, 1, 2, 3, 4\}.$$

В дифференциальном уравнении (1) число $\lambda \in C$ - спектральный параметр, функция $\rho(x) = a^5 = \text{const}$ - весовая функция, функция $q(x)$ - потенциал, который является суммируемой функцией на отрезке $[0; \pi]$:

$$q(x) \in L_1[0; \pi] (=) \left(\int_0^x q(t) dt \right)'_x = q(x) \text{ почти всюду на отрезке } [0; \pi]. \quad (3)$$

Все колебательные процессы физики и механики (колебания волн, стержней, мостов, балок, земной почвы) описываются дифференциальными уравнениями типа (1) с граничными условиями, аналогичными условиям (2). Дифференциальные операторы нечётного порядка вида (1)-(2) раньше фактически не изучались. Операторы чётного порядка раньше изучались при условии достаточно гладких потенциалов $q(x)$. В работах [1] и [2] исследованы операторы при условии бесконечно гладкого потенциала.

Случаи кусочно-гладкой весовой функции, разрывной весовой функции, разрывных коэффициентов изучены в работах [3], [4], [5]. В работе [6] впервые изучены операторы Штурма-Лиувилля с суммируемым потенциалом и найдена асимптотика любого порядка собственных значений и собственных функций. В работе [7] автором получена асимптотика собственных значений дифференциального оператора четвёртого порядка с суммируемыми коэффициентами. В работе [8] исследованы спектральные свойства дифференциального оператора шестого порядка с суммирующими коэффициентами с запаздывающим аргументом. Рассматривая граничные условия (2), мы одновременно исследуем целое семейство дифференциальных операторов и ищем асимптотику собственных значений таких операторов.

1. Изучение поведения решений дифференциального уравнения (1) при $\lambda \rightarrow \infty$. Пусть

$\lambda = s^5, s = \sqrt[5]{\lambda}$, при этом для корректности дальнейших рассуждений зафиксируем ту ветвь арифметического корня, для которой $\sqrt[5]{1} = +1$. Обозначим корни из единицы следующим образом:

$$w_k^5 = 1, w_k = e^{\frac{2\pi i}{5}(k-1)}, k=1,2,\dots,5; w_1=1, w_2 = e^{\frac{2\pi i}{5}} = \cos\left(\frac{2\pi}{5}\right) + i \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{5}\right) = z \neq 0, \quad (4)$$

$$w_3 = e^{\frac{4\pi i}{5}} = \cos\left(\frac{4\pi}{5}\right) + i \cdot \sin\left(\frac{4\pi}{5}\right) = z^2, w_4 = z^3, \dots, w_m = z^{m-1} (m=1,2,\dots,5).$$

Для этих чисел справедливы соотношения:

$$\sum_{k=1}^5 w_k^p = 0, p=1,2,3,4; \sum_{k=1}^5 w_k^p = 5, p=0, p=5. \quad (5)$$

Числа w_k ($k=1,2,3,4,5$) из (4) – (5) делят единичную окружность на пять равных частей, числа w_{1+k} и w_{6-k} являются комплексно-сопряженными:

$$w_{6-k} = \overline{w_{1+k}} (k=0,1,2); w_1 = \overline{w_5}; w_2 = \overline{w_4}; w_3 = \overline{w_3}. \quad (6)$$

Для дальнейших выкладок мы введём полезное обозначение $w_{5+m} = w_m, m=1,2,3,4,5$.

Дифференциальное уравнение (1) можно свести к интегральному уравнению с помощью методов, продемонстрированных в работах [9, гл. 2], [10, гл. 1], [7], [8].

Теорема 1. Пусть $y(x, s)$ – решение дифференциального уравнения (1). Оно удовлетворяет интегральному уравнению Вольтерры следующего вида:

$$y(x, s) = \sum_{k=1}^5 C_k \cdot e^{aw_k sx} - \frac{1}{5a^4 s^4} \cdot \sum_{k=1}^4 w_k \cdot e^{aw_k sx} \cdot \int_0^x q(t) \cdot e^{-aw_k st} \cdot y(t, s) dt, \quad (7)$$

при этом $C_k (k=1,2,\dots,5)$ – произвольные числа.

Формула (7) выводится методом вариации постоянных с применением свойств (5).

Для нахождения асимптотики решений дифференциального уравнения (1) (при больших значениях спектрального параметра λ) применим интегральное уравнение (7) и метод последовательных приближений Пикара. Находим $y(t, s)$ из уравнения (7), подставим это выражение в уравнение (7), сделаем необходимые преобразования. В результате докажем следующее утверждение.

Теорема 2. Обозначим через $y(x, s)$ общее решение дифференциального уравнения (1). Общий вид функции $y(x, s)$ представляется следующим образом:

$$y(x, s) = \sum_{k=1}^5 C_k \cdot y_k(x, s); y^{(p)}(x, s) = \sum_{k=1}^5 C_k \cdot y_k^{(p)}(x, s), p=1,2,3,4, \quad (8)$$

$C_k (k=1,2,\dots,5)$ – произвольные постоянные,

$$y_k(x, s) = e^{aw_k sx} - \frac{A_{4,k}(x, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{e^{|\operatorname{Im} s|ax}}{s^8}\right), k=1,2,\dots,5, \quad (9)$$

$$\frac{y_k^{(p)}(x, s)}{(as)^p} = w_k^p \cdot e^{aw_k sx} - \frac{A_{4,k}^{(p)}(x, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{e^{|\operatorname{Im} s|ax}}{s^8}\right), k=1,2,\dots,5, p=1,2,3,4, \quad (10)$$

$$A_{4,k}(x, s) = w_1 e^{aw_1 sx} \cdot \int_0^x q(t) \cdot e^{a(w_1 - w_1)st} dt_{ak1} + w_2 e^{aw_2 sx} \cdot \int_0^x q(t) \cdot e^{a(w_1 - w_2)st} dt_{ak2} + \dots +$$

$$+ w_5 e^{aw_5 sx} \cdot \int_0^x q(t) \cdot e^{a(w_1 - w_5)st} dt_{ak5}, k=1,2,\dots,5; \quad (11)$$

$$A_{4,k}^{(p)}(x, s) = \sum_{n=1}^5 w_n \cdot w_n^p \cdot e^{aw_n sx} \cdot \int_0^x q(t) \cdot e^{a(w_k - w_n)st} dt_{akn}, k=1,2,\dots,5; p=1,2,3,4. \quad (12)$$

Из формул (8) – (12) следуют следующие начальные условия:

$$A_{4,k}(0, s) = 0; A_{4,k}^{(p)}(0, s) = 0; y_k(0, s) = 1; y_k^{(p)}(0, s) = w_k^{(p)} \cdot (as)^p;$$

$$y(0, s) = \sum_{k=0}^5 C_k \cdot 1; y^{(p)}(0, s) = \sum_{k=0}^5 C_k \cdot w_k^p \cdot a^p \cdot s^p, k=1,2,\dots,5; p=1,2,3,4. \quad (13)$$

Оценки (9) – (12) мы получили аналогично оценкам, выведенным для гладкого потенциала $q(x)$ в монографиях [10, глава 2], [11, глава 1].

2. Изучение граничных условий (2). Используя формулы (8) – (13), граничные условия (2) перепишем следующим образом:

$$\begin{cases} y^{(m_r)}(0, s) = 0 (=) \sum_{k=1}^5 C_k y_k^{(m_r)}(0, s) = 0 (=) \sum_{k=1}^5 C_k w_k^{(m_r)}(as)^{m_r} = 0, r = 1, 2, 3. \\ y^{(n_j)}(\pi, s) = 0 (=) \sum_{k=1}^5 C_k y_k^{(n_j)}(\pi, s) = 0; j = 1, 2. \end{cases} \quad (14)$$

(15)

Когда система (14) – (15) (из пяти уравнений с пятью неизвестными C_1, C_2, \dots, C_5) будет иметь ненулевые решения ($C_1^4 + C_2^4 + \dots + C_5^4 \neq 0$)? Это происходит только в том случае, когда определитель этой системы будет равен нулю. Поэтому верно следующее утверждение.

Теорема 3. Собственные значения дифференциального оператора (1) – (2) – (3) являются корнями уравнения, которое имеет следующий вид:

$$g(s) = \begin{vmatrix} y_1^{(m_1)}(0, s) = b_{1,1} & y_2^{(m_1)}(0, s) = b_{1,2} & \dots & y_4^{(m_1)}(0, s) = b_{1,4} & y_5^{(m_1)}(0, s) = b_{1,5} \\ y_1^{(m_2)}(0, s) = b_{2,1} & y_2^{(m_2)}(0, s) = b_{2,2} & \dots & y_4^{(m_2)}(0, s) = b_{2,4} & y_5^{(m_2)}(0, s) = b_{2,5} \\ y_1^{(m_3)}(0, s) = b_{3,1} & y_2^{(m_3)}(0, s) = b_{3,2} & \dots & y_4^{(m_3)}(0, s) = b_{3,4} & y_5^{(m_3)}(0, s) = b_{3,5} \\ y_1^{(n_1)}(\pi, s) = b_{4,1} & y_2^{(n_1)}(\pi, s) = b_{4,2} & \dots & y_4^{(n_1)}(\pi, s) = b_{4,4} & y_5^{(n_1)}(\pi, s) = b_{4,5} \\ y_1^{(n_2)}(\pi, s) = b_{5,1} & y_2^{(n_2)}(\pi, s) = b_{5,2} & \dots & y_4^{(n_2)}(\pi, s) = b_{5,4} & y_5^{(n_2)}(\pi, s) = b_{5,5} \end{vmatrix} = 0. \quad (16)$$

В определителе $g(s)$ из (16) применим начальные условия (13) и поделим в k -ой строке на $(as)^{m_k} \neq 0$ ($k = 1, 2, 3$). Применим теорему Лапласа о разложении определителя $g(s)$ по последним двум строчкам для изучения корней уравнения (16). В результате находим:

$$g(s) = \phi_{1,2} \cdot \psi_{1,2} + \phi_{2,3} \cdot \psi_{2,3} + \phi_{3,4} \cdot \psi_{3,4} + \phi_{4,5} \cdot \psi_{4,5} + \phi_{5,1} \cdot \psi_{5,1} - \phi_{1,3} \cdot \psi_{1,3} + \\ + \phi_{1,4} \cdot \psi_{1,4} + \dots = \sum_{j_1, j_2=1}^5 \phi_{j_1, j_2} \cdot \psi_{j_1, j_2} = 0, \quad (17)$$

$$\phi_{1,2} = \begin{vmatrix} b_{4,1} & b_{4,2} \\ b_{5,1} & b_{5,2} \end{vmatrix}; \phi_{2,3} = \begin{vmatrix} b_{4,2} & b_{4,3} \\ b_{5,2} & b_{5,3} \end{vmatrix}; \dots; \phi_{j_1, j_2} = \begin{vmatrix} b_{4, j_1} & b_{4, j_2} \\ b_{5, j_1} & b_{5, j_2} \end{vmatrix}; \quad (18)$$

$$\psi_{1,2} = D_{3,4,5}; \psi_{2,3} = D_{1,4,5}; \psi_{3,4} = D_{1,2,5}; \psi_{4,5} = D_{1,2,3}; \dots; D_{k_1, k_2, k_3} = \begin{vmatrix} b_{1, k_1} & b_{1, k_2} & b_{1, k_3} \\ b_{2, k_1} & b_{2, k_2} & b_{2, k_3} \\ b_{3, k_1} & b_{3, k_2} & b_{3, k_3} \end{vmatrix}, k_m \in \{1, 2, \dots, 5\}, \quad (19)$$

при этом (b_{mk}) – элементы определителя $g(s)$ из (16).

Знаки «+» и «-» элементов суммы (17) находятся по известным правилам: они зависят от чётности или нечётности перестановок, которые образуют индексы элементов ϕ_{j_1, j_2} и ψ_{j_1, j_2} .

Вычислим в явном виде некоторые из определителей $D_{k_1, k_2, \dots, k_8, k_9}$ из (19), которые понадобятся нам в процессе исследования спектра краевой задачи (1) – (2) – (3), используя очень удобные обозначения (4) – (6).

Из формул (19), (13), (16) находим:

$$D_{1,2,3} = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_1^{m_1} & w_2^{m_1} & w_3^{m_1} \\ w_1^{m_2} & w_2^{m_2} & w_3^{m_2} \\ w_1^{m_3} & w_2^{m_3} & w_3^{m_3} \end{vmatrix} \stackrel{(4)(4)}{=} \begin{vmatrix} 1^{m_1} & z^{m_1} & z^{2m_1} \\ 1^{m_2} & z^{m_2} & z^{2m_2} \\ 1^{m_3} & z^{m_3} & z^{2m_3} \end{vmatrix} = \prod_{p>r, p,r=1,2,3} (z^{m_p} - z^{m_r}) = D_3 \neq 0, \quad (20)$$

(определитель $D_{1,2,3}$ – это определитель Вандермонда чисел $z^{m_1}, z^{m_2}, z^{m_3}$).

Применяя свойства определителей и формулы (4) – (6), выводим:

$$D_{2,3,4} = \begin{vmatrix} b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_2^{m_1} & w_3^{m_1} & w_4^{m_1} \\ w_2^{m_2} & w_3^{m_2} & w_4^{m_2} \\ w_2^{m_3} & w_3^{m_3} & w_4^{m_3} \end{vmatrix} \stackrel{(4)(4)}{=} \begin{vmatrix} z^{m_1} & z^{2m_1} & z^{3m_1} \\ z^{m_2} & z^{2m_2} & z^{3m_2} \\ z^{m_3} & z^{2m_3} & z^{3m_3} \end{vmatrix} = z^{m_1} \cdot z^{m_2} \cdot z^{m_3} \cdot \begin{vmatrix} 1 & z^{m_1} & z^{2m_1} \\ 1 & z^{m_2} & z^{2m_2} \\ 1 & z^{m_3} & z^{2m_3} \end{vmatrix} = \quad (21)$$

$$= z^{M_3} \cdot D_3 \neq 0, M_3 = m_1 + m_2 + m_3 = \sum_{k=1}^3 m_k.$$

Таким же образом получаются следующие формулы:

$$D_{3,4,5} = z^{2M_3} \cdot D_3; D_{4,5,1} = D_{1,4,5} = z^{3M_3} \cdot D_3; \dots; D_{n,n+1,n+2} = z^{(n-1)M_3} \cdot D_3, n = 1, 2, \dots, 5. \quad (22)$$

Определители ϕ_{j_1, j_2} из (17) – (18) вычислим, применяя (16) и формулы (9) – (10):

$$\begin{aligned} \phi_{1,2} &= \begin{vmatrix} b_{4,1} & b_{4,2} \\ b_{5,1} & b_{5,2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{y_1^{(n_1)}(\pi, s)}{(as)^{n_1}} & \frac{y_2^{(n_1)}(\pi, s)}{(as)^{n_1}} \\ \frac{y_1^{(n_2)}(\pi, s)}{(as)^{n_2}} & \frac{y_2^{(n_2)}(\pi, s)}{(as)^{n_2}} \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} w_1^{n_1} \cdot e^{aw_1 s \pi} - \frac{A_{4,1}^{n_1}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) & w_2^{n_1} \cdot e^{aw_2 s \pi} - \frac{A_{4,2}^{n_1}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) \\ w_1^{n_2} \cdot e^{aw_1 s \pi} - \frac{A_{4,1}^{n_2}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) & w_2^{n_2} \cdot e^{aw_2 s \pi} - \frac{A_{4,2}^{n_2}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) \end{vmatrix} = \\ &= P_{1,2} \cdot e^{a[w_1 + w_2]s\pi} - \frac{R_{1,2,4}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right); P_{1,2} = \begin{vmatrix} w_1^{n_1} & w_2^{n_1} \\ w_1^{n_2} & w_2^{n_2} \end{vmatrix}; \end{aligned} \quad (23)$$

$$R_{1,2,4}(\pi, s) = \begin{vmatrix} A_{4,1}^{n_1}(\pi, s) & w_2^{n_1} \\ A_{4,1}^{n_2}(\pi, s) & w_2^{n_2} \end{vmatrix} \cdot e^{aw_2 s \pi} + \begin{vmatrix} w_1^{n_1} & A_{4,2}^{n_1}(\pi, s) \\ w_1^{n_2} & A_{4,2}^{n_2}(\pi, s) \end{vmatrix} \cdot e^{aw_1 s \pi}. \quad (24)$$

Действуя аналогичным способом, выводим следующие формулы:

$$\phi_{2,3} = \begin{vmatrix} b_{4,2} & b_{4,3} \\ b_{5,2} & b_{5,3} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{y_2^{(n_1)}(\pi, s)}{(as)^{n_1}} & \frac{y_3^{(n_1)}(\pi, s)}{(as)^{n_1}} \\ \frac{y_2^{(n_2)}(\pi, s)}{(as)^{n_2}} & \frac{y_3^{(n_2)}(\pi, s)}{(as)^{n_2}} \end{vmatrix} = P_{2,3} e^{a(w_2 + w_3)s\pi} - \frac{R_{2,3,4}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right); P_{2,3} = \begin{vmatrix} w_2^{n_1} & w_3^{n_1} \\ w_2^{n_2} & w_3^{n_2} \end{vmatrix}; \quad (25)$$

$$R_{2,3,4}(\pi, s) = \begin{vmatrix} A_{4,2}^{n_1}(\pi, s) & w_3^{n_1} \\ A_{4,2}^{n_2}(\pi, s) & w_3^{n_2} \end{vmatrix} \cdot e^{aw_3 s \pi} + \begin{vmatrix} w_2^{n_1} & A_{4,3}^{n_1}(\pi, s) \\ w_2^{n_2} & A_{4,3}^{n_2}(\pi, s) \end{vmatrix} \cdot e^{aw_2 s \pi}. \quad (26)$$

По аналогии с формулами (20) – (22) имеем:

$$P_{1,2} = \begin{vmatrix} w_1^{n_1} & w_2^{n_1} \\ w_1^{n_2} & w_2^{n_2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1^{n_1} & z^{n_1} \\ 1^{n_2} & z^{n_2} \end{vmatrix} = z^{n_2} - z^{n_1} = \det Wand's(z^{n_1}, z^{n_2}) = P_2 \neq 0, \quad (27)$$

$$P_{2,3} = \begin{vmatrix} w_2^{n_1} & w_3^{n_1} \\ w_2^{n_2} & w_3^{n_2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} z^{n_1} & z^{2n_1} \\ z^{n_2} & z^{2n_2} \end{vmatrix} = z^{N_2} \cdot P_2, N_2 = n_1 + n_2; \quad (28)$$

$$P_{3,4} = z^{2N_2} \cdot P_2; P_{4,5} = z^{3N_2} \cdot P_2; \dots; P_{n,n+1} = z^{(n-1)N_2} \cdot P_2, n = 1, 2, \dots$$

3. Вычисление асимптотики собственных значений дифференциального оператора

(1)-(2)-(3). Для изучения уравнения (16) на собственные значения, которое мы привели к виду (17) – (19), подставим в него формулы (23) – (28) и (20) – (22) и видим, что основное приближение получившегося уравнения записывается следующей формулой:

$$\begin{aligned} g_0(s) &= P_2 e^{a(w_1 + w_2)s\pi} z^{2M_3} D_3 + z^{N_2} P_2 e^{a(w_2 + w_3)s\pi} z^{3M_3} D_3 + z^{2N_2} P_2 e^{a(w_3 + w_4)s\pi} z^{4M_3} D_3 + \\ &+ z^{3N_2} P_2 e^{a(w_4 + w_5)s\pi} z^{5M_3} D_3 + z^{4N_2} P_2 e^{a(w_5 + w_1)s\pi} z^{6M_3} D_3 - e^{a(w_1 + w_3)s\pi} \psi_{1,3} + e^{a(w_1 + w_4)s\pi} \psi_{1,4} + \dots = 0, \end{aligned} \quad (29)$$

формулы для $\psi_{1,3}, \psi_{1,4}, \dots$ мы не приводим, в дальнейшем они нам не понадобятся.

Чтобы вывести асимптотику корней уравнения (29) (а также уравнений (16), (17) – (19)) необходимо изучить так называемую индикаторную диаграмму этого уравнения (см. [13, глава 12]), т.е. выпуклую оболочку множества показателей экспонент, входящих в уравнение (29). Следовательно, нам необходимо исследовать выпуклую оболочку множества точек $\{w_k + w_p; k, p = 1, 2, \dots, 5\}$. Из правила сложения векторов, применяя формулы (4)-(6), из геометрических соображений следует, что $|w_1 + w_4| < |w_1 + w_3| < |w_1 + w_2|$, $|w_2 + w_5| < |w_2 + w_4| < |w_2 + w_3|$ и т.д.

Значит, выпуклой оболочкой множества точек $\{w_k + w_p; k, p = 1, 2, \dots, 5\}$ является правильный пятиугольник $D_1 D_2 D_3 \dots D_4 D_5$, его вершинами являются точки $w_1 + w_2$, $w_2 + w_3$, $w_3 + w_4, \dots$, $w_4 + w_5$, $w_5 + w_6 = w_5 + w_1$.

Поэтому индикаторная диаграмма уравнения (29) имеет следующий вид:

$$D_1 D_2 D_3 D_4 D_5, D_1 \leftrightarrow w_1 + w_2, D_2 \leftrightarrow w_2 + w_3, \dots, D_5 \leftrightarrow w_5 + w_1. \quad (30)$$

Из общей теории (см. [11, глава 12], [12]) нахождения корней уравнений (29), (16), (17) – (19) следует, что корни этих уравнений лежат в пяти секторах, определяемых пятиугольником $D_1 D_2 D_3 D_4 D_5$ из (30), бесконечно малого раствора, биссектрисы которых перпендикулярны сторонам этого пятиугольника.

Вычислим асимптотику корней уравнения (17) – (19) в секторе 1), биссектриса которого перпендикулярна отрезку $[D_1; D_2] = [w_1 + w_2; w_2 + w_3]$. В этом секторе на асимптотику корней влияют только экспоненты с показателями $w_1 + w_2$ и $w_2 + w_3$, остальные экспоненты в этом секторе представляют собой бесконечно малые величины. Справедливо следующее утверждение.

Теорема 4. В секторе 1) индикаторной диаграммы (30), биссектриса которого перпендикулярна отрезку $[D_1; D_2] = [w_1 + w_2; w_2 + w_3]$, собственные значения дифференциального оператора (1) – (2) – (3) являются корнями уравнения, которое имеет следующий вид:

$$f_1(s) = \phi_{1,2} \cdot \psi_{1,2} + \phi_{2,3} \cdot \psi_{2,3} + o(1) = \left[P_{1,2} \cdot e^{a(w_1+w_2)s\pi} - \frac{R_{1,2,4}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) \right] \cdot z^{2M_3} \cdot D_3 + \\ + \left[P_{2,3} \cdot e^{a(w_2+w_3)s\pi} - \frac{R_{2,3,4}(\pi, s)}{5a^4 s^4} + O\left(\frac{1}{s^8}\right) \right] \cdot z^{3M_3} \cdot D_3 = 0, \quad (31)$$

где $P_{1,2} = P_2 \neq 0$, $P_{2,3} = z^{N_2} P_2$, функции $R_{1,2,4}(\pi, s)$ и $R_{2,3,4}(\pi, s)$ определены формулами (24), (26).

Используя асимптотические формулы (11) – (12), разложим получившийся определитель по столбцам на сумму определителей, сделаем необходимые выкладки, аналогичные работам [12]. [7] и [8], придём к выводу о справедливости следующего утверждения.

Теорема 5. Собственные значения дифференциального оператора (1) – (2) – (3) в секторе 1) индикаторной диаграммы подчиняются асимптотике, которая вычисляется по следующей формуле:

$$s_{k,1} = \frac{2i}{a(w_1 - w_3)} \cdot \left[\tilde{k} + \frac{d_{4,k,1}}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) \right], \tilde{k} = k + \frac{M_3 + N_2}{5}, k \in \mathbb{Z}. \quad (32)$$

Чтобы доказать теорему 5, необходимо доказать, что коэффициенты $d_{4,k,1}$ из (32) находятся единственным образом, причём в явном виде.

Используя формулы Тейлора, выводим:

$$e^{a(w_1-w_3)s\pi} \Big|_{s_{k,1}} \stackrel{(38)}{=} e^{2\pi i k} \cdot e^{2\pi i \cdot \left[\frac{d_{4,k,1}}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) \right]} = e^{2\pi i k} \cdot e^{2\pi i \cdot \frac{M_3 + N_2}{5}} \cdot e^{\left[\frac{d_{4,k,1}}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) \right]} = \\ = 1 \cdot z^{M_3} \cdot z^{N_2} \cdot \left[1 + \frac{2\pi i \cdot d_{4,k,1}}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) \right], \quad (33)$$

$$\frac{1}{s_{k,1}^4} \stackrel{(38)}{=} \frac{a^4 \cdot (w_1 - w_3)^4}{2^4 \cdot i^4} \cdot \frac{1}{\tilde{k}^4} \cdot \left[1 - \frac{d_{4,k,1}}{\tilde{k}^5} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^9}\right) \right]. \quad (34)$$

Используя формулы (32) – (34), уравнение (31) преобразуем к следующему виду:

$$\left[z^{M_3} \cdot z^{N_2} + z^{M_3} \cdot z^{N_2} \cdot \frac{d_{4,k,1} \cdot 2\pi i}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) - z^{M_3} \cdot z^{N_2} \right] - \frac{1}{5a^4} \cdot \frac{a^4 \cdot (w_1 - w_3)^4}{2^4 \cdot i^4} \cdot \frac{1}{\tilde{k}^4} \times \\ \times \left(1 + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^5}\right) \right) \cdot \tilde{f}_{1,4}(\pi, s) \Big|_{s_{k,1}} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) = 0,$$

отсюда находим:

$$d_{4,k,1} = \frac{1}{2\pi i} \cdot z^{-M_3} \cdot z^{-N_2} \cdot \frac{(w_1 - w_3)^4}{5 \cdot 2^4} \cdot (-1) \cdot \tilde{f}_{1,4}(\pi, s) \Big|_{s_{k,1,оч}}. \quad (35)$$

Сделав необходимые вычисления и преобразования, выводим:

$$d_{4,k,1} = -\frac{1}{5\pi} \cdot \frac{z^{-M_3} \cdot z^{N_2}}{i \cdot 2^5} \cdot (w_1 - w_3)^5 \cdot z^{M_3} \cdot z^{N_2} \cdot \left\{ \left(\int_0^\pi \dots \right)_{a11} + \frac{(-2i) \cdot e^{\frac{2\pi i}{5}}}{w_1 - w_3} \cdot \left(\int_0^\pi \dots \right)_{bk_2} \right\}. \quad (36)$$

Из обозначений (4) находим:

$$w_1 - w_3 = 1 - e^{\frac{2\pi i}{5} \cdot 2} = e^{\frac{2\pi i}{5}} \cdot \left[e^{-\frac{2\pi i}{5}} - e^{\frac{2\pi i}{5}} \right] = (-2i) \cdot e^{\frac{2\pi i}{5}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{5}\right). \quad (37)$$

Применяя формулы (33)-(37), сформулируем теорему 5 следующим образом.

Теорема 6. 1) Асимптотика собственных значений оператора (1) – (2) – (3) в секторе 1) $(\perp [w_1 + w_2; w_2 + w_3])$ индикаторной диаграммы (30) находится по следующей формуле:

$$s_{k,1} = -\frac{1}{a} \cdot e^{-\frac{2\pi i}{5}} \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{2\pi}{5}\right)} \cdot \left[\tilde{k} + \frac{d_{4,k,1}}{\tilde{k}^4} + O\left(\frac{1}{\tilde{k}^8}\right) \right], \tilde{k} = k + \frac{M_3 + N_2}{5}, M_3 = \sum_{k=1}^3 m_k, N_2 = n_1 + n_2; \quad (38)$$

величины $m_k (k=1,2,3)$ и n_1, n_2 определяются граничными условиями (2), при этом

$$d_{4,k,1} = -\frac{1}{5\pi} \cdot \left(\sin\left(\frac{2\pi}{5}\right) \right)^5 \cdot \left\{ \int_0^\pi q(t) dt_{a11} + \frac{1}{\sin\left(\frac{2\pi}{5}\right)} \cdot \int_0^\pi q(t) \cdot \sin\left[2\tilde{k}t + \frac{2\pi}{5} - \frac{2\pi}{5} \cdot M_3 \right] dt_{bk_2} \right\}, k \in \mathbb{Z}; \quad (39)$$

2) В остальных секторах индикаторной диаграммы (30) верны следующие формулы:

$$s_{k,2} = s_{k,1} \cdot e^{\frac{2\pi i}{5}}; s_{k,3} = s_{k,2} \cdot e^{\frac{2\pi i}{5}} = s_{k,1} \cdot e^{\frac{4\pi i}{5}}; \dots; s_{k,p} = s_{k,1} \cdot e^{\frac{2\pi i}{5}(p-1)}, p=1,2,3,4,5, \quad (40)$$

при этом $\lambda_{k,p} = s_{k,p}^5, p=1,2,3,4,5$.

Доказательство формул (40) осуществляется аналогично выводу формул (31)-(39) для сектора 1). Формулы (38) – (40) позволяют вычислить асимптотику собственных функций дифференциального оператора (1) – (2) – (3).

Список литературы / References

1. Лидский В. Б., Садовничий В. А. Асимптотические формулы для корней одного класса целых функций // Математический сборник. 1968. Т. 65, № 4. С. 558-566.
2. Садовничий В. А. О следах обыкновенных дифференциальных операторов высших порядков // Математический сборник. 1967. Т. 72, № 2. С. 293-310.
3. Ильин В. А. О сходимости разложений по собственным функциям в точках разрыва коэффициентов дифференциального оператора // Математические заметки. 1977. Т. 22, № 5. С. 698-723.
4. Митрохин С. И. О некоторых спектральных свойствах дифференциальных операторов второго порядка с разрывной весовой функцией // Доклады РАН. 1997. Т. 356, № 1. С. 13-15.
5. Митрохин С. И. О формулах регуляризованных следов для дифференциальных операторов второго порядка с разрывными коэффициентами // Вестник МГУ. Сер.: матем., мех. 1986. № 6. С. 3-6.
6. Винокуров В. А., Садовничий В. А. Асимптотика любого порядка собственных значений и собственных функций краевой задачи Штурма—Лиувилля на отрезке с суммируемым потенциалом // Известия РАН. Сер.: матем. 2000. Т. 64, № 4. С. 47-108.
7. Митрохин С. И. Асимптотика собственных значений дифференциального оператора четвертого порядка с суммируемыми коэффициентами // Вестник Московского университета. Сер.: матем., мех. 2009. № 3. С. 14-17.
8. Митрохин С. И. О спектральных свойствах одного дифференциального оператора с суммирующими коэффициентами с запаздывающим аргументом // Уфимский математический журнал. 2011. Т. 3, №4. С. 95-115.
9. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. М.: Наука, 1969. 528с.
10. Юрко В. А. Введение в теорию обратных спектральных задач. М.: Физматлит, 2007. 384с.
11. Беллман Р., Кук К. Л. Дифференциально-разностные уравнения. М.: Мир, 1967. 548 с.
12. Садовничий В. А., Любишкин В. А. О некоторых новых результатах теории регуляризованных следов дифференциальных операторов // Дифференциальные уравнения. 1982. Т. 18, № 1. С. 109-116.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Lidskij V. B., Sadovnichij V. A. Asimptoticheskie formuly dlja kornej odnogo klassa celyh funkcij [Asymptotic formulas for roots of one class of entire functions // Mathematical collection] // Matematicheskij sbornik. 1968. V. 65. Iss. 4. P. 558-566. [in Russian].
2. Sadovnichij V. A. O sledah obyknovennyh differencial'nyh operatorov vysshih porjadkov [About traces of ordinary differential operators of the highest orders // Mathematical collection] // Matematicheskij sbornik. 1967. V. 72. Iss. 2. P. 293-310. [in Russian].
3. Il'in V. A. O shodimosti razlozhenij po sobstvennym funkcijam v tochkah razryva koeficientov differencial'nogo operatora [About convergence of eigenfunction expansions at points of discontinuity of coefficients of the differential operator // Mathematical notes] // Matematicheskie zametki. 1977. V. 22. Iss. 5. P. 698-723. [in Russian].
4. Mitrohin S. I. O nekotoryh spektral'nyh svojstvah differencial'nyh operatorov vtorogo porjadka s razryvnoj vesovoj funkciej [About some spectral properties of differential operators of the second order with discontinuous weight function // Reports of the Russian Academy of Sciences] // Doklady RAN. 1997. V. 356. Iss. 1. P. 13-15. [in Russian].
5. Mitrohin S. I. O formulah reguljarizovannyh sledov dlja differencial'nyh operatorov vtorogo porjadka s razryvnymi koeficientami [On formulas for regularized traces for differential operators of the second order with discontinuous coefficients // Vestnik MGU. Series: Mathematics, mechanics] // Vestnik MGU. Seriya: matematika, mehanika. 1986. Iss. 6. P. 3-6. [in Russian].
6. Vinokurov V. A., Sadovnichij V. A. Asimptotika ljubogo porjadka sobstvennyh znachenij i sobstvennyh funkcij kraevoj zadachi Shturma—Liuvillja na otrezke s summiruемым potencialom [Asymptotics of any order for the eigenvalues and the eigenfunctions of the boundary value Sturm—Liouville problem on a segment with a summable potential // Izvestiya RAN. Series: mathematics] // Izvestija RAN. Ser.: matem. 2000. V. 64. Iss. 4. P. 47-108. [in Russian].

7. Mitrohin S. I. Asimptotika sobstvennykh znachenij differencial'nogo operatora chetvortogo porjadka s summiruemyimi koeficientami [Asymptotics of the eigenvalues of a differential operator of the fourth order with integrable coefficients // Bulletin of Moscow University. Series: Mathematics, mechanics] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser.: matematika, mehanika. 2009. Iss. 3. P. 14-17. [in Russian].

8. Mitrohin S. I. O spektral'nykh svojstvakh odnogo differencial'nogo operatora s summiruemyimi koeficientami s zapazdyvajushhim argumentom [On spectral properties of one differential operator with summable coefficients with a retarded argument // Ufa mathematical Journal] // Ufinskij matematicheskij zhurnal. 2011. V. 3, Iss. 4. P. 95-115. [in Russian].

9. Najmark M. A. Linejnye differencial'nye operatory [Linear differential operators. M.: Nauka]. M.: Nauka, 1969. 528 p. [in Russian].

10. Jurko V. A. Vvedenie v teoriju obratnykh spektral'nykh zadach [Introduction to the theory of inverse spectral problems. M.: Fizmatlit]. M.: Fizmatlit. 2007. 384 p. [in Russian].

11. Bellman R., Kuk K. L. Differencial'no-raznostnye uravnenija [Differential-difference equations. M.: World]. M.: Mir, 1967. 548 p. [in Russian].

12. Sadovnichij V. A., Ljubishkin V. A. O nekotorykh novykh rezul'tatah teorii reguljarizovannykh sledov differencial'nykh operatorov [About some new results of the theory of regularized traces of differential operators // Different. equations] // Differencial'nye uravnenija. 1982. V. 18. Iss.1. P. 109-116. [in Russian].

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.160

Вершинин В.В.¹, Лепехин П.П.²

¹Доктор экономических наук, ²аспирант,

Государственного университета по землеустройству (ФГБОУ ВО)

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЦЕНТР МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ
НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Аннотация

Рассмотрена общепринятая блок-схема мониторинга и отмечена необходимость в представленную блок-схему ввести объект наблюдения. Для нефтегазового комплекса предложено принять за объект наблюдения природно-техническую систему НГК. Предложено создание единого информационного специализированного Центра мониторинга земель нефтегазового комплекса Сахалинской области. Информация по результатам локальных мониторингов передается в единый Центр. Программы локальных мониторингов формируются в зависимости от объектов, входящих в НГК на основе выполненного функционального зонирования и разработки локальных подсистем мониторинга с соответствующим набором технологий, методик, оборудования и опорной наблюдательной сети.

Ключевые слова: мониторинг, нефтегазовый комплекс, природно-техническая система, информационный специализированный Центр, функциональное зонирование, локальные подсистемы.

Vershinin V.V.¹, Lepikhin P.P.²

¹PhD in Economics, ²postgraduate student,

State University of Land Use Planning (Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education)

**INFORMATION CENTER FOR MONITORING LAND AREA OF THE SAKHALIN OIL AND GAS
COMPLEXES**

Abstract

The article describes a block diagram of the conventional monitoring and the need to put the object of observation in the presented block diagram. For the oil and gas complex we suggest to take natural and technical system of oil and gas complex for subject to observation. We propose the creation of a unified information Monitoring Center of lands of oil and gas complex of the Sakhalin area. Information on results of local monitorings is transferred to the unified Center. Local monitoring programs are formed according to the objects included in the oil and gas complex based on the functional zoning and the development of local monitoring subsystem with the appropriate set of technologies, techniques, equipment and support observation network.

Keywords: monitoring, oil and gas complex, natural-technical system, unified information center, functional zoning, local subsystem.

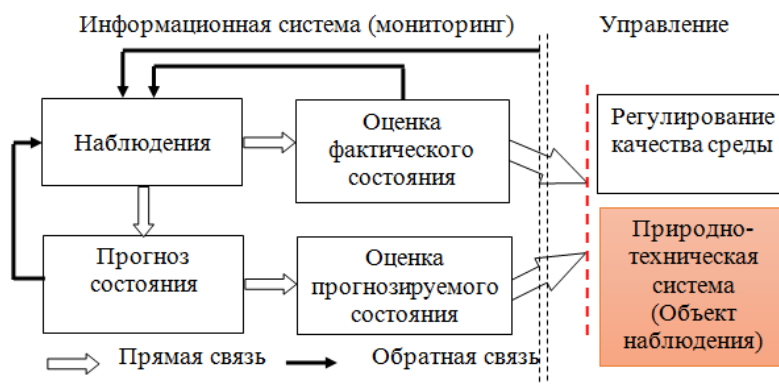
Развитие нефтегазового комплекса в Сахалинской области, привело к увеличению негативного воздействия на земельные ресурсы, что проявляется в механическом повреждении земель, загрязнении окружающей среды и загрязнении, и деградации значительных территорий, зачатую расположенных на землях особо охраняемых территорий и малых народностей о. Сахалин. Характер, интенсивность воздействия на земли зависят от многих факторов и определяются не только характеристикой объекта воздействия, но и особенностями геоэкосистемы реагировать на техногенные нагрузки, определяющейся природно-климатическими условиями, особенностями рельефа, свойствами почв, гидрологическим режимом и многим другим.

Взаимодействие объектов НГК и компонентов окружающей среды, учет всех возможных источников негативного воздействия на земельные ресурсы, выявление изменений состояния земель с точки зрения обеспечения экологической безопасности территории, находящейся в зоне влияния объектов НГК должны определяться при проведении мониторинга земель, который позволяет не только проводить регулярное обследование территории и на основе анализа полученных данных своевременно выявлять изменения о состоянии природно-технической системы

(ПТС) «объекты НГК - природная среда (земли)», но и по мере накопления данных разрабатывать прогнозы обеспечения оптимального состояния ПТС НГК, моделировать состояние земель и обосновывать мероприятия по предотвращению или восстановлению нарушенных земель, а также корректировать проектные решения по специальной инженерной защите производственных объектов и природной среды на участках, для которых установлено критическое состояние, что в свою очередь обеспечит право человека на благоприятную окружающую среду закрепленную в статье 42 Конституции Российской Федерации [1].

Существуют различные подходы, методы и способы определения состояния земель с применением современных приборов и оборудования, технологий. Все большую популярность приобретают дистанционные методы зондирования Земли, которые так или иначе встраиваются в блок-схему системы мониторинга, предложенную Ю.А. Израэлем (1984) (рис.1) и поддерживаемую многими учеными и специалистами, занимающимися исследованиями проблематики мониторинга (Дмитриев, 2004; Емельянов, 1994; Калинин, 2007; Майстренко, 2004).

Как следует из рисунка 1, мониторинг разделяется на блоки: «Наблюдения», «Оценка фактического состояния», «Прогноз состояния» и «Оценка прогнозируемого состояния».



Примечание: Источник: Израэль, 1984

Рис. 1 – Блок-схема системы мониторинга

Однако на практике эти блоки реализуются не полностью, нет представленного взаимодействия между блоками и что самое важное - отсутствует обратная связь, наблюдения разрознены по различным объектам, показателям и ведомствам. Из этого следует, что и информация, хранящаяся в единой базе данных, оказывается неполной, а, следовательно, недостоверной. Кроме этого, в этой схеме отсутствует еще один основной блок – «Объект наблюдения», который является наиболее сложной системой, включающей в себя, природный и техногенный объект и может быть представлен как природно-техническая система (ПТС).

Принятию решений, связанных с реализацией действий на земле, обязательно должен предшествовать анализ множества различных достоверных и регулярно обновляемых данных о состоянии земель и окружающей среды. А основная цель всякой Программы мониторинга — должна быть полная и достоверная информация на объект исследования, используемая в последующем для поддержания равновесного состояния и решения проблем устранения или предотвращения экологических нарушений.

Нефтегазовая отрасль, являясь сложной по структуре, технологическому оснащению, характеризуясь большой протяженностью линейных объектов, транспортирующих углеводородные сырье или продукты их переработки, является одной из экологически неблагоприятных. При этом транспортные магистральные системы представляют собой связующие элементы трансграничных энергопотоков. Источниками загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы являются практически все технологические объекты и сооружения, эксплуатируемые в составе нефтегазовой и нефтехимической отраслей. Мощное негативное воздействие оказывается при авариях на линейных и площадных источниках. Современный опыт показывает, что безопасное и эффективное функционирование крупных промышленных объектов может быть достигнуто в результате проведения комплексного мониторинга объекта с точки зрения его функционирования как единой природно-технической системы (ПТС) [2], а, следовательно, организация мониторинга, разработка Программы мониторинга должна осуществляться для единой природно-технической системы нефтегазового комплекса (ПТС НГК).

В основу специфики мониторинга земель нефтегазовых комплексов, как уже было отмечено, положен территориальный охват объектами. Показатели составляющих системы мониторинга должны формироваться с привязкой к определенной территории как природного ресурса, обладающего определенным природно-ресурсным потенциалом и пространственным базисом деятельности человека, которая является источником техногенеза. Измененные природные комплексы и их компоненты влияют на самого человека и его деятельность, что влечет за собой ряд часто нежелательных последствий. В связи с этим особое значение приобретает своевременное получение достоверной и полной информации об объекте хозяйственной деятельности, а объекты НГК относятся к объектам особо опасным для окружающей среды [3].

Исходя из содержания мониторинга, мониторинг земель НГК может быть представлен системой наблюдений за состоянием природно-техногенной системы нефтегазового комплекса (ПТС НГК), образованной природным объектом и техногенным объектом НГК (комплексом объектов НГК), взаимодействующих между собой в окружающей среде и определяющих во взаимосвязи интегрированные показатели состояния ПТС НГК, причем, необходимо определять ПТС НГК с учетом характера воздействия техногенного объекта на природную среду, от этого зависит набор

инструментов, технологий и методик осуществления мониторинга земель как основного базиса размещения объектов НГК и природного ресурса.

Исследование научных основ, технических средств и организационных решений по построению эффективной системы мониторинга за состоянием окружающей среды нефтегазовых комплексов в Сахалинской области осуществляется с 1996 года при непосредственном участии Государственного комитета по экологии и охране природы Сахалинской области (Госсахэкологии), однако в современных условиях система требует совершенствования для эффективного оперативного, непрерывного сбора, обработки и оперативного представления информации о состоянии объектов НГК окружающей среды и земель, что и является основной задачей системы мониторинга сахалинских НГК. Для создания системы мониторинга ПТС НГК необходимо объединить локальные, региональные и федеральные системы мониторинга состояния земель, окружающей среды. Все ключевые посты наблюдений могут быть дополнены соответствующими современными технологическими и компьютерными системами, обеспечивающими получение и обработку комплексной информации состояния ПТС НГК [4].

Непрерывное наблюдение возможно с использованием современного автоматизированного оборудования и систем дистанционного зондирования всех составляющих региональной РПТС НГК (рис.2) и передача таких данных в единый специализированный информационный Центр (рис.3).

Информационная система ПТС НГК формируется из локальных подсистем ЛПТС НГК, сформированных при зонировании территории НГК по функциональному использованию. Количество таких зон зависит от объектов НГК, их целевого назначения, расположенных на рассматриваемых земельных участках. В зависимости от хозяйственной деятельности объекта и категории земель зависит и набор технологий, методик сбора и обработки полученных данных, которые в автоматизированном режиме передаются в информационный специализированный Центр (рис.3).

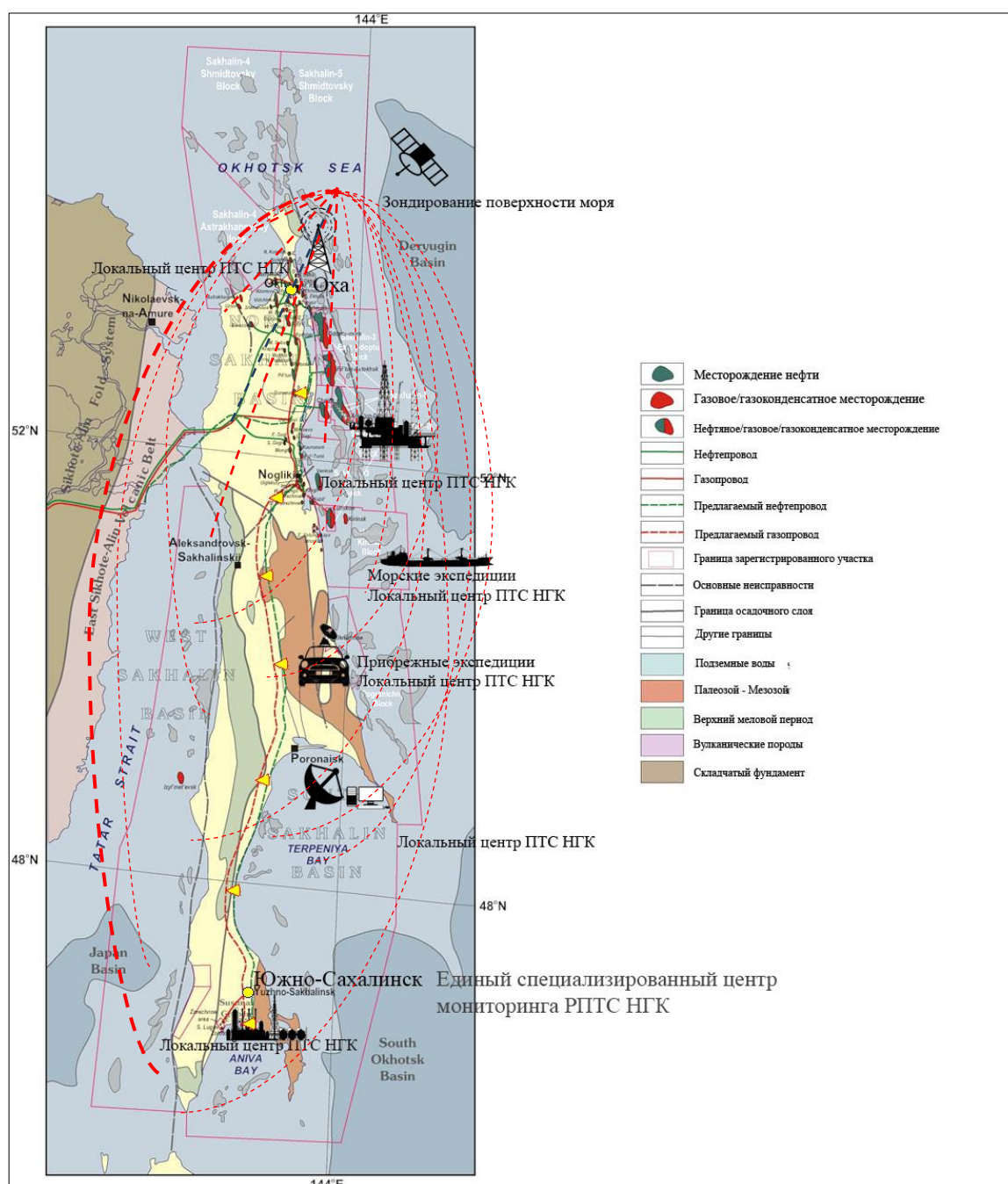


Рис.2 – Схема обеспечения комплексного мониторинга земель РПТС НГК

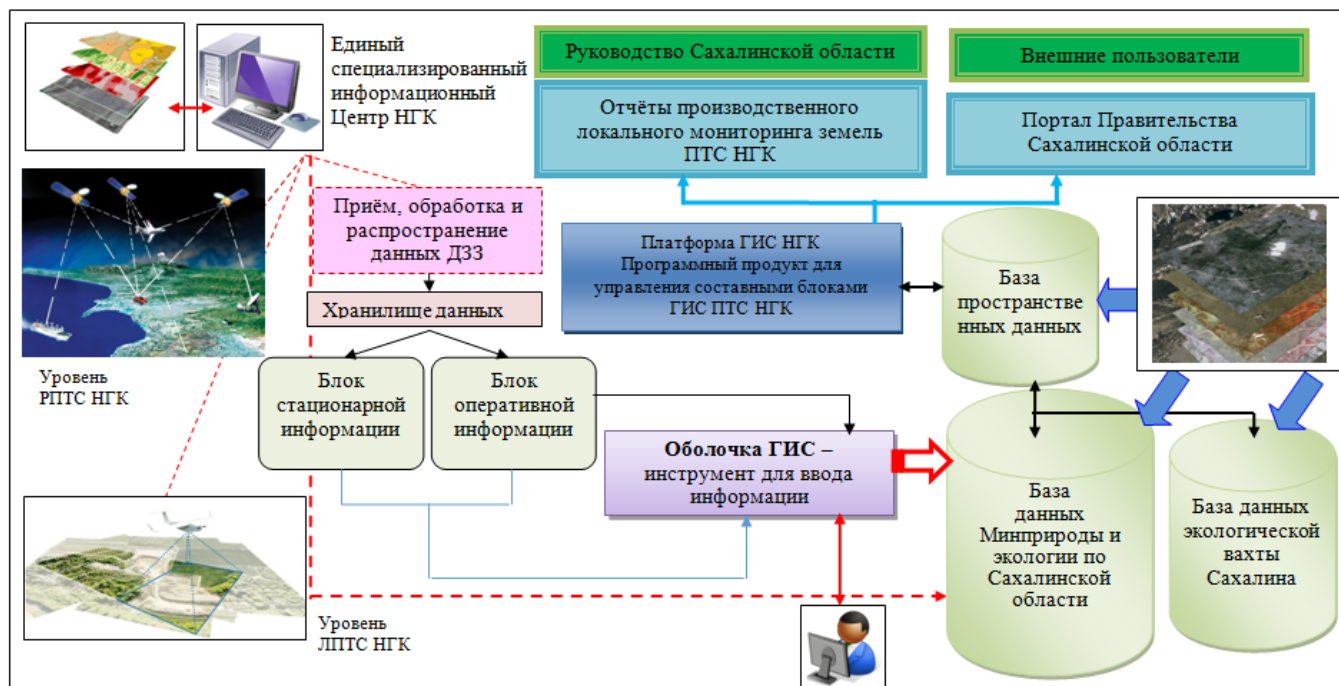


Рис.3 – Схема информационного взаимодействия при осуществлении комплексного мониторинга земель ПТС НГК

При создании системы мониторинга по такому принципу изначально могут быть учтены потребности в информационном специализированном Центре для объектов НГК, в который информация поступает непрерывно, что позволит оперативно принимать решения и проводить мероприятия, а это позволит более надежно обеспечить безопасность человеческой жизни, природной среды, попадающих в зону влияния объектов НГК. Это является веским основанием для развертывания комплексного мониторинга состояния земель, окружающей среды нефтегазовых комплексов. Информационный специализированный Центр мониторинга должен действовать в оперативном режиме и в составе Минприроды и экологии по Сахалинской области.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: принята всенародным голосованием 12.12.1993// Информационно-правовая система «Гарант».
2. Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: учебное пособие/В.А. Королев; под ред. В.Т. Трофимова.- М.:КДУ, 2007.- 416с.
3. Вершинин В.В., Мурашева А.А. и др. Экология землепользования (ч.1)/ Учебное пособие.- М.: Т8 Издательские технологии, 2015, 335с.
4. Мурашева А.А., Тарбаев В.А., Анализ показателей мониторинга сельскохозяйственных земель [текст]// А.А. Мурашева, В.А. Тарбаев//Саратов. Известия высших учебных заведений – 2014.- № 7.- С.23-28, 0,41 п.л.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Rossijskaya Federatsiya. Konstitutsiya Rossijskoj Federatsii [Elektronnyj resurs]: prinyata vsenarodnym golosovaniem 12.12.1993 [Russian Federation. The Constitution of the Russian Federation [the Electronic resource]: adopted by popular vote at December 12, 1993]. 1993 [in Russian]
2. Korolev V.A. Monitoring geologicheskikh, litotekhnicheskikh i ehkologo-geologicheskikh sistem: uchebnoe posobie/V.A. Korolev; pod red. V.T. Trofimova [Monitoring of ecological and geological systems: tutorial] // М.:КДУ. – 2007. 416p. [in Russian]
3. Vershinin V.V., Murasheva A.A. i dr Ekologiya zemlepol'zovaniya (ch.1)/ Uchebnoe posobie [Ecology of land management (Part 1)/ Tutorial].– М.: Т8 Izdatel'skie tekhnologii, 335p. [in Russian]
4. Murasheva A.A., Tarbaev V.A., Analiz pokazatelej monitoringa sel'skokhozyajstvennykh zemel' [tekst]. [Analysis of agricultural land monitoring indicators [text]]. – Saratov. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij [News of Higher Schools]– 2014.- № 7.- p.23-28, [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.025

Мирсаєтов О.М.¹, Насибуллин Р.М.², Ахмадуллин К.Б.³

¹Доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Альметьевского государственного нефтяного института, кандидат технических наук, доцент, ²ведущий инженер ОАО «Удмуртнефть», ³ведущий инженер ООО «Нефтетрейд-Удмуртия»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ В ОТКРЫТОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СТВОЛЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ЖИДКОГО ПАКЕРА

Аннотация

Статья посвящена задачам совершенствования технологии водоизоляционных работ в открытом горизонтальном стволе нефтяных скважин при отсутствии информации о расположении интервалов водопритока. Установлено, что структурирование водоизоляционных материалов и блокирующих жидкостей на основе полиакриамида и обратных нефтекислотных эмульсий позволяет повысить селективность воздействия водоизолирующей массы и обеспечить полное разложение блокирующей жидкости на две исходные фазы без остаточного загрязнения пласта. Приведены результаты исследования изменений остаточного фактора сопротивления водоизолирующей массы и времени саморазрушения блокирующей жидкости при их обработке.

Ключевые слова: водоизоляционные работы, горизонтальная скважина, открытый ствол, селективность воздействия, остаточный фактор сопротивления, жидкий пакер, нефтекислотная эмульсия, время жизни.

Mirsayetov O.M.¹, Nasibullin R.M.², Akhmadullin K.B.³

¹Associate Professor, Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Almeyevsk State Oil Institute, PhD in Engineering, Associated Professor, ²Chief Engineer of company "Udmurtneft" OJSC, ³Chief Engineer of company "Neftetrade-Udmurtia" LLC

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WATER-SHUTOFF WORKS IN THE OPEN HORIZONTAL BORE OF OIL WELLS USING LIQUID PACKER

Abstract

The article is dedicated to the problems of the technology improvement of water-shutoff works in the open horizontal bore of oil wells in the absence of information on the location of water inflow intervals. It was found that the structuring of waterproofing materials and polyacrylamide-based blocking liquids and return oil-acid emulsions allows improving the selectivity of the impact of water shutoff mass and ensuring full decomposition of the blocking fluid into two initial phases without the formation of residual contamination. The paper provides the results of the study of changes of the residual resistance factor of water shutoff mass and self-destruction time of the blocking fluid during their processing.

Keywords: water-shutoff works, horizontal well, open bore, exposure selectivity, residual resistance factor, liquid packer, oil-acid emulsion, lifetime.

Обводнение продукции горизонтальных скважин, особенно в карбонатных коллекторах является серьезным осложнением, так как технология изоляции водопритоков в открытом горизонтальном стволе включает в себя комплекс сложнейших работ по выявлению водоносных и нефтенасыщенных участков, блокированию нефтенасыщенных участков на период водоизоляционных работ, изоляции водопритоков, удалению (разрушению) устройств или реагентов, блокирующих нефтеносные зоны.

Эффективность технологии водоизоляции в значительной мере зависит от точного определения интервала водопритока, что до сих пор является серьезной технической задачей. Задача существенно осложняется при наличии двух и более интервалов водопритока по длине горизонтального ствола.

Многообразие причин обводнения и оценка существующих технологий не позволяют говорить о том, что задача изоляции водопритока в открытых стволах горизонтальных добывающих скважин решена на сегодняшний день. Например, применение цементов, пеноцементов и полимерцементов в горизонтальных участках ствола скважины приводит, при их отвердении, к образованию моста клинообразной формы. Как показывает промысловый опыт, при разбуривании такой формы моста долото уходит из основного ствола и образует второй ствол. Кроме того, нельзя исключать возможности снижения проницаемости продуктивной нефтенасыщенной части пласта. Использование технических устройств типа разбуриваемых пакеров не отличается высокой надежностью. Применение самоуплотняющихся пакеров [1] требует предварительных исследований изменения времени разбухания материалов втулок пакера в зависимости от физико-химических свойств скважинной продукции. Спуск в скважину и установка металлических перекрывающих устройств существенно снижают технологичность технологии.

Наиболее предпочтительным является применение в открытых стволах горизонтальных скважин водоизолирующих реагентов на основе полимеров. При их использовании в пласте возникает остаточный фактор сопротивления $R_{ост}$. Он определяется как отношение подвижности воды до и после обработки пористой среды

раствором полимера $R_{ост} = \frac{(k/\mu)_1}{(k/\mu)_2}$ [2]. Селективность характера закупорки водонасыщенных пор продуктивного

пласта растворами полимеров акриловых кислот определяется тем, что остаточный фактор сопротивления $R_{ост}$ в нефтенасыщенных породах до 8 раз меньше, чем в водонасыщенных [3]. Эффективное применение полиакриламида в качестве селективного водоизолирующего материала подтверждено отечественной и зарубежной нефтепромысловой практикой.

Достаточно хорошие результаты показывают водоизолирующие составы на основе полисахаридов. Физико-химические и реологические свойства растворов микробных полисахаридов не уступают свойствам растворов

полиакриламида, а устойчивость к температурным и сдвиговым нагрузкам даже выше, чем у полиакриламида. Применение микробных полисахаридов несколько сдерживает лишь более высокая стоимость по сравнению с полиакриламидами (ПАА).

Основным недостатком ПАА является неустойчивость водоизолирующей массы во времени, связанная недостаточно высокой стойкостью раствора ПАА к воздействию гидродинамического поля нагнетаемой воды. В работе [4] предложен и обоснован способ структурирования раствора ПАА, обеспечивающий повышение стойкости полимерного экрана к воздействию водой. Кроме того, выявлено, что создаваемый структурированным раствором ПАА остаточный фактор сопротивления в нефтенасыщенных породах в 10 раз ниже, чем в водонасыщенных в отличие от разницы в величинах остаточного фактора для обычного раствора ПАА, равной 8 (рис.1).

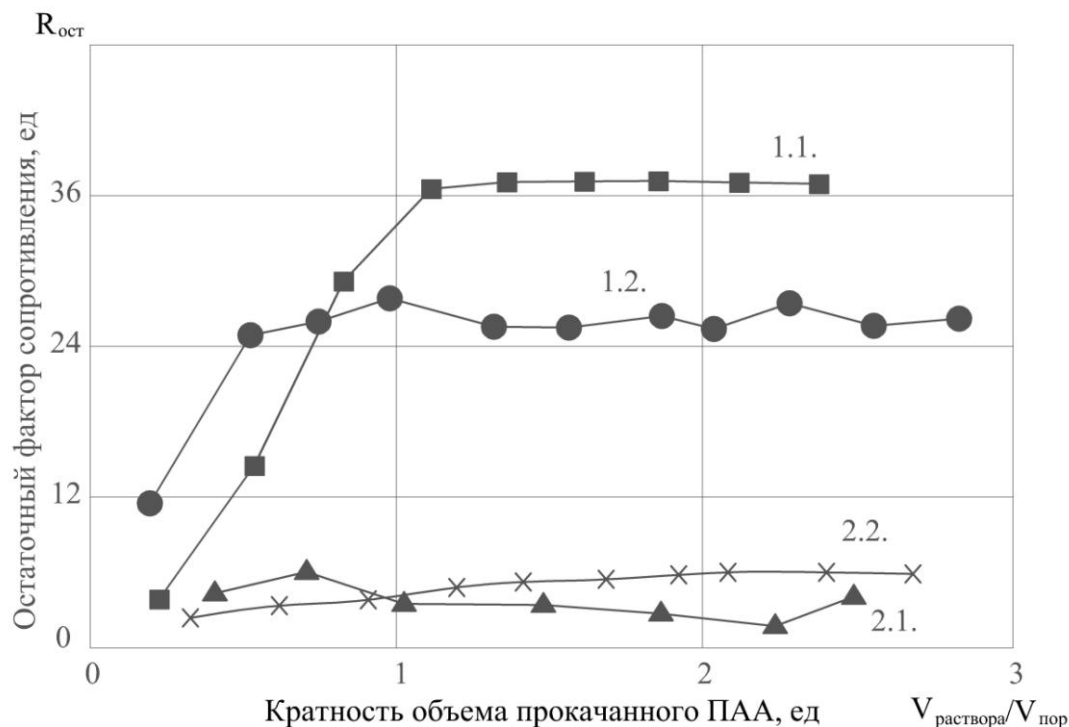


Рис.1 – Изменение остаточного фактора сопротивления в зависимости от объема прокачки раствора ПАА через водонасыщенную (1) и нефтенасыщенную (2) карбонатную пористую среду (пористость 28%; проницаемость 0,148 мкм²): 1.1.; 2.1. - закачка структурированного раствора ПАА; 1.2.; 2.2. - закачка обычного раствора ПАА. Вязкость нефти 5мПа•с.

Для регулирования вязкостной стойкости вязкоупругих систем на основе полиакриламида, в раствор полимера, как правило, добавляют дополнительные сшивающие вещества: ацетат хрома; алюмохлорид и другие реагенты. Полученные результаты доказывают, что применение структурированного раствора ПАА в качестве водоизолирующего реагента в большей мере обеспечивает соблюдение принципа селективности воздействия и вносит существенный вклад в решение задачи повышения эффективности водоизоляционных работ.

Блокирование нефтенасыщенных участков горизонтальной скважины на период водоизоляционных работ и последующее удаление (разрушение) блокирующих устройств или реагентов относятся к задачам, оказывающим большое влияние на эффективность работ в целом, и привлекающим постоянное внимание многих исследователей и промысловых инженеров.

Задачу временного блокирования нефтеносных участков, в какой-то мере, позволяют решить надувные пакеры, однако их установка требует дополнительной подготовки ствола скважины. Наиболее эффективно задачи блокирования и деблокирования нефтенасыщенного участка в открытом стволе горизонтальной скважины решает применение жидкого пакера. Жидкий пакер представляет собой блокирующую жидкость, физико-химические свойства препятствуют ее фильтрации в пласт. Установка жидкого пакера, в отличие от надувного, не требует дополнительной подготовки ствола скважины. Задача удаления блокирующей жидкости из скважины решается за счет саморазрушения.

Применение селективных водоизолирующих реагентов и блокирующих жидкостей, не фильтрующихся в пласт и обладающих свойством саморазрушения, позволили создать технологию ограничения водопритоков в открытых стволах горизонтальных скважин в условиях отсутствия информации о расположении интервалов водопритока [5].

Одним из перспективных путей повышения эффективности данной технологии и целью данной работы является совершенствование свойств реагентов на эмульсионной основе для временного блокирования нефтенасыщенных участков в открытом стволе горизонтальной скважины. По мнению автора работы [6] временноблокирующие составы должны быть адаптированы к пластовым условиям и обладать хорошими адгезионными свойствами, повышенными вязкоупругими характеристиками, тампонирующей способностью при возможно малых объемах закачки, регулируемым временем разрушения и повышенными значениями остаточного фактора сопротивления.

Перспективным является применение в качестве блокирующих жидкостей обратных эмульсий на углеводородной основе. Потенциальные возможности их эффективного применения обусловлены малокомпонентностью,

экологической чистотой, совместимостью с природными флюидами и низкой степенью влияния на процессы подготовки нефти. Они характеризуются способностью к сохранению, восстановлению и повышению естественных коллекторских свойств пласта, широким спектром плотностей, структурно-реологических, фильтрационных и других технологических параметров, а также доступностью составляющих компонентов. При этом в качестве внутренней фазы таких эмульсий используют не только различные по составу воды, но и растворы кислот, щелочей, минеральных солей, полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ), а в качестве внешней среды нефть и нефтепродукты. При использовании в качестве внешней среды дизельного топлива регулирование стабильности (времени жизни) эмульсии производится изменением концентрации ПАВ [7].

Если в качестве внешней среды используется нефть, время жизни эмульсии регулируется подкислением воды [8]. На рис.2 из работы [8] приведена зависимость изменения стабильности эмульсии от концентрации соляной кислоты в минерализованной воде.

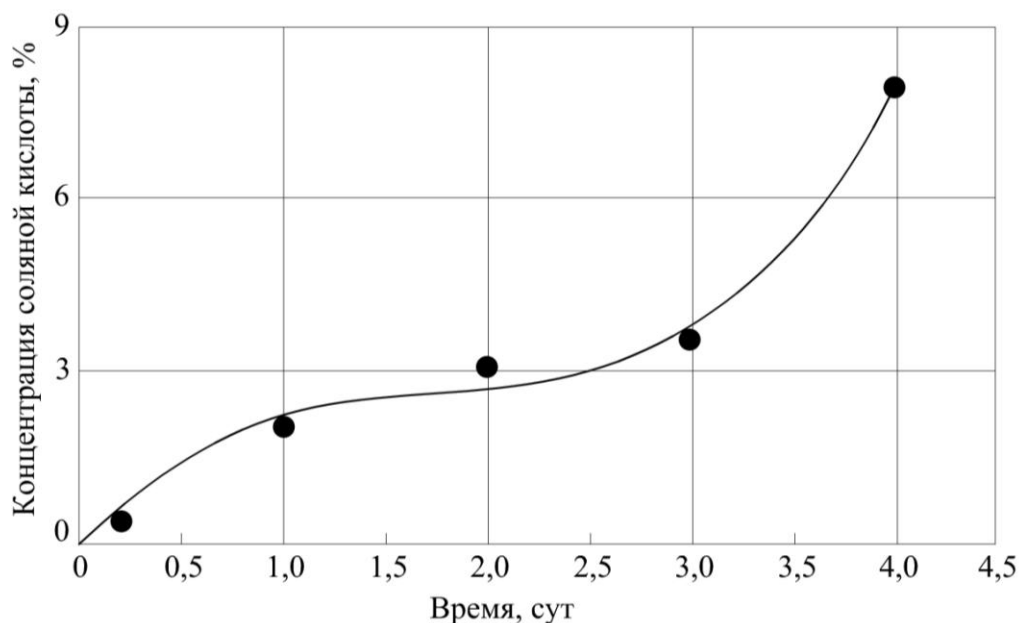


Рис. 2 – Изменение стабильности эмульсии в зависимости от концентрации соляной кислоты в минерализованной воде [8]

Отсутствие специальных ПАВ-эмульгаторов обуславливает практически полное разложение эмульсии на две исходные фазы без остаточного загрязнения пласта, что является существенным преимуществом данного способа. Вместе с этим, из графика следует, что время жизни эмульсии, в течение которого происходит формирование водоизолирующей массы на основе полиакриламида в пластовых условиях, равное одним суткам, достигается при концентрации соляной кислоты 2 %. Очевидно, что при этом не исключаются процессы коагуляции продуктивной части порового пространства за счет растворения породы карбонатного пласта.

В работе [9] предложен метод регулирования времени жизни обратных нефтекислотных эмульсий при изменении объемного содержания соляной кислоты в воде, превышающем 2%. В рамках настоящей работы исследована возможность регулирования времени жизни эмульсий при низких объемных содержаниях соляной кислоты в воде, при которых процессы коагуляции незначительны.

Водный раствор соляной кислоты получали путем растворения соляной кислоты в пластовой воде. Пластовую воду, предварительно, экспонировали в слабоминерализованной воде, подвергнутой электрохимической обработке, до достижения и стабилизации максимального значения величины ее окислительно-восстановительного потенциала. При этом происходит увеличение времени жизни получаемой эмульсии. Регулирование времени жизни нефтекислотной эмульсии до заданной величины осуществляли путем ее экспонирования в слабоминерализованной воде, подвергнутой электрохимической обработке. Цикл экспонирования повторяли до достижения заданного значения времени жизни эмульсии.

На рис. 3 представлен график изменения стабильности нефтекислотной эмульсии в зависимости от количества циклов экспонирования в электрохимически обработанной воде с минерализацией 6 г/л.

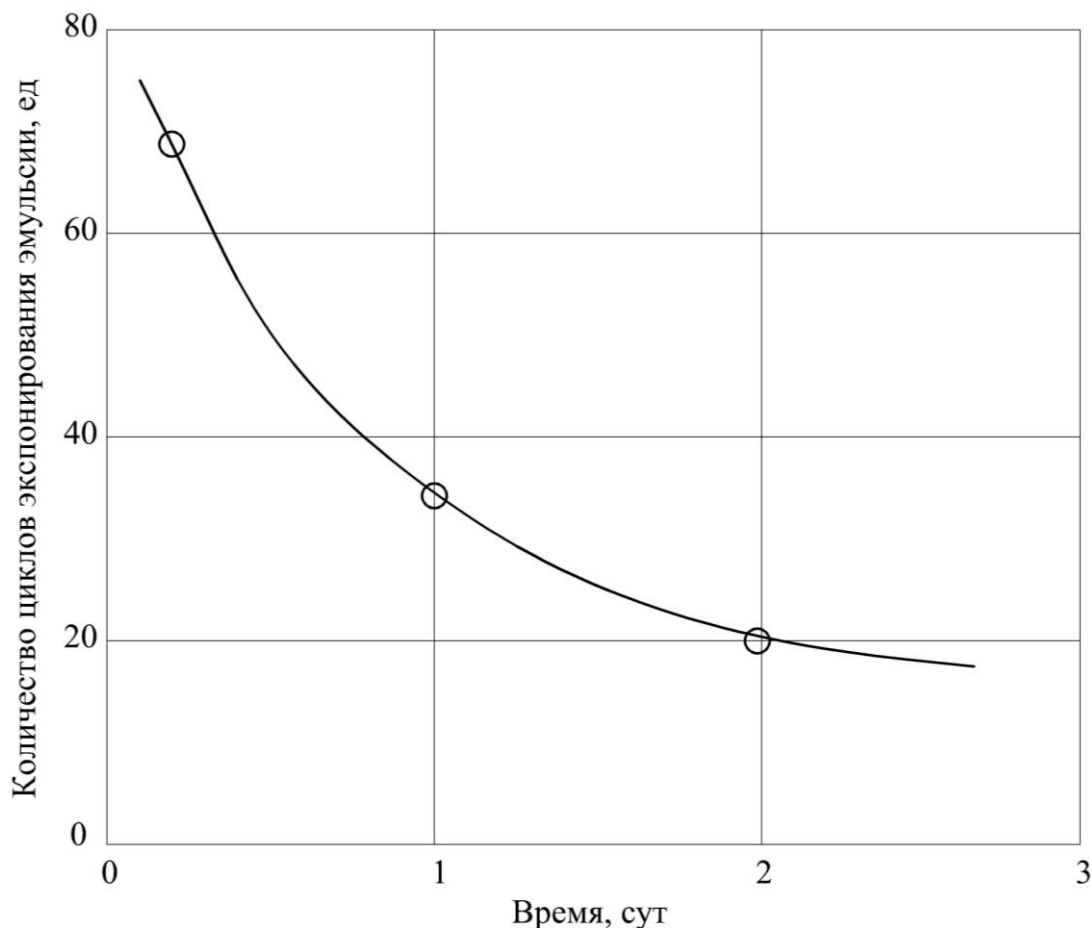


Рис. 3 – Изменение стабильности эмульсии в зависимости от количества циклов экспонирования водонефтяной эмульсией в электрохимически обработанной минерализованной воде при объемном содержании соляной кислоты в пластовой воде 0,2%

Было установлено, что время жизни, равное 1 суткам может быть достигнуто при объемном содержании соляной кислоты в пластовой воде до 0,2% и 35 циклах экспонирования нефтекислотной эмульсии.

Выводы

1. Установлено, что условиями, определяющими эффективность технологии водоизоляционных работ в открытом горизонтальном стволе нефтяных скважин при отсутствии информации о расположении интервалов водопритока, являются селективность и стабильность во времени водоизолирующей массы, а также регулируемость величины времени жизни, малокомпонентность, экологическая чистота, совместимость с природными флюидами жидкого пакера.

2. Экспериментально доказано, что водоизолирующая масса, полученная на основе структурирования раствора полиакриламида, обладает повышенными значениями остаточного фактора сопротивления в водонасыщенной карбонатной пористой среде до 10 ед.

3. Предложен метод регулирования времени жизни жидких пакеров, полученных на основе обратных нефтекислотных эмульсий при низких до 0,2% объемных содержаниях соляной кислоты в воде, при которых процессы коагуляции пласта незначительны.

4. Комплексирование полученных результатов исследований позволяют в большей мере соблюдать принципы селективности воздействия водоизолирующей массы на водонасыщенные зоны пласта, полного разложение блокирующей жидкости на две исходные фазы без остаточного загрязнения пласта, что обеспечивает повышение эффективности технологии водоизоляционных работ в открытом горизонтальном стволе нефтяных скважин при отсутствии информации о расположении интервалов водопритока.

Список литературы / References

1. Пат. 2392417 Российская федерация, МПК E21B33/12, Самоуплотняющийся пакер / Дуглас Дж. Мари (US); патентообладатель Бейкер Хьюз Инкорпорейтед (US).-№2008133473/03; заявл. 18.01.2007; опубл. 20.06.2007.
2. Сургучев М.Л., А.Т. Горбунов, Забродин Д.П. и др. Методы извлечения остаточной нефти.- М.: Недра, 1991.- 347 с.
3. Мартос В.Н. Применение полимеров в нефтедобывающей промышленности.- М.:ВНИИОЭНГ, ОЗЛ., 1974.- 96 с.
4. Насибуллин Р.М., Мирсаетов О.М., Ахмадуллин К.Б. Повышение стабильности полимерного водоизолирующего экрана в призабойной зоне добывающих скважин // Международный научно-исследовательский журнал.- №9 (51).- Часть 2. - С. 144-149.

5. Пат. 2363841 Российская федерация, МПК E21B43/32, Способ поинтервальной изоляции и ограничения водопритоков в горизонтальные скважины / Павлов И.В., Акимов Н.И., Казанбаева О.В.; патентообладатель Павлов И.В. (RU).-№200810677/03; заявл. 19.03.2008; опубл. 10.08.2009.
6. Герштанский О.С. Интенсификация добычи нефти путем применения временноблокирующих составов // Нефтяное хозяйство. 2004. № 9. С. 96 - 98.
7. Орлов Г.А., Кендис М.Ш., Глушенко В.Н. Применение обратных эмульсий в нефтедобыче. М.: Недра, 1991. 224 с.
8. Мусабилов М.Х. Сохранение и увеличение продуктивности нефтяных пластов.- Казань: Изд-во «Фэн» Академия наук РТ, 2007.- 424 с.
9. Мирсаетов О.М., Федоров Ю.В. Получение и применение наноструктурированных нефтекислотных эмульсий для интенсификации добычи нефти // II Международный форум по нанотехнологиям / М.: ГК «Роснанотех», 2009. – С. 393-395.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Pat. 2392417 Rossijskaja federacija, MPK E21V33/12, Samouplotnjajushhij pakier / Duglas Dzh. Mari (US); patentobladatel' Bejker H'juz Inkorporejted (US).-№2008133473/03; zajavl. 18.01.2007; opubl. 20.06.2007 [Pat. 2392417 Russian Federation, IPC E21V33 / 12, self-sealing packer / Douglas J. Marie (US).; patent Baker Hughes Incorporated (US) .- №2008133473 / 03; appl. 18.01.2007; publ. 20.06.2007.]. [in Russian]
2. Surguchev M.L., A.T. Gorbunov, Zabrodin D.P. i dr. Metody izvlechenija ostatochnoj nefti [Methods of extracting residual oils].- М.: Nedra, 1991.-347 s. [in Russian]
3. Martos V.N. Primenenie polimerov v neftedobyvajushhej promyshlennosti [The use of polymers in the oil industry].- М.:VNIIOJENG, OZL., 1974.-96 s. [in Russian]
4. Nasibullin R.M., Mirsaetov O.M., Ahmadullin K.B. Povyshenie stabil'nosti polimernogo vodoizolirujushhego jekrana v prizabojnoj zone dobyvajushhih skvazhin [Increasing the stability of the polymer water shutoff screen in the bottomhole zone wells] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal].- №9 (51).- Chast' 2. - S. 144-149. [in Russian]
5. Pat. 2363841 Rossijskaja federacija, MPK E21V43/32, Sposob pointerval'noj izoljatsii i ogranichenija vodopritokov v gorizonta'nye skvazhiny / Pavlov I.V., Akimov N.I., Kabanbaeva O.V.; patentobladatel' Pavlov I.V. (RU).-№200810677/03; zajavl. 19.03.2008; opubl. 10.08.2009 [Pat. 2363841 Russian Federation, IPC E21V43 / 32 interval standardized method of isolation and restrictions on water inflows horizontal wells / IV Pavlov, Ivan NI Kabanbaeva OV .; patent Pavlov IV (RU) .- №200810677 / 03; appl. 19.03.2008; publ. 10.08.2009.]. [in Russian]
6. Gershtanskij O.S. Intensifikacija dobychi nefti putem primenenija vremennoblokirujushhih sostavov [Intensification of oil production by applying the compositions vremennoblokiruyuschih] // Neftjanoe hozjajstvo [Oil Industry]. 2004. № 9. S. 96 - 98.
7. Orlov G.A., Kendis M.Sh., Glushhenko V.N. Primenenie obratnyh jemul'sij v neftedobyche [The use of inverse emulsion in oil production]. М.: Nedra, 1991. 224 s. [in Russian]
8. Musabirov M.H. Sohranenie i uvelichenie produktivnosti neftjanyh plastov [Preserving and increasing the productivity of oil plastov].- Kaban': Izd-vo «Fjen» Akademija nauk RT, 2007.- 424 s. [in Russian]
9. Mirsaetov O.M., Fedorov Ju.V. Poluchenie i primenenie nanostrukturirovannyh neftekislotnyh jemul'sij dlja intensifikacii dobychi nefti [Preparation and application of nano-oil emulsions for enhanced oil] // II Mezhdunarodnyj foruma po nanotehnologijam [Rusnanotech II][II International Forum on Nanotechnology] / М.: GK «Rosnanotech», 2009. – S. 393-395. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.003

Петров Д.Н.¹, Необутов Г.П.², Зубков В.П.³

¹Кандидат технических наук, научный сотрудник, ²старший научный сотрудник, кандидат технических наук, старший научный сотрудник; ³старший научный сотрудник, кандидат технических наук; заместитель директора по научной работе; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Севера им.Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЬДОПОРОДНОЙ ЗАКЛАДКИ

Аннотация

В статье представлены рекомендации по выбору и расчету параметров камерной системы разработки с льдопородной закладкой, направленные на оптимизацию устойчивости закладочного массива, сокращения времени его возведения и смерзания. По результатам расчета для условий месторождения Бадран, установлено влияние глубины залегания, угла падения рудного тела и конструктивных параметров системы разработки на нормативную прочность льдопородных целиков. Приведены данные экспериментальных исследований, подтверждающие зависимость прочности льдопородной закладки от температуры и структурных характеристик. Предложены рекомендации по технологическим параметрам производства закладочных работ в зависимости от геомеханических условий и применяемой технологии, отличающиеся учетом ее свойств и закономерностей формирования, позволяющие повысить эффективность применения льдопородной закладки.

Ключевые слова: льдопородная закладка, нормативная прочность, система разработки, промораживание, технологическая схема, закладочные работы.

Petrov D.N.¹, Neobutov G.P.², Zubkov V.P.³

¹PhD in Engineering, Researcher; ²Senior Researcher, PhD in Engineering, Senior Researcher; ³Senior Researcher, PhD in Engineering, Deputy Director for Science, Institute of Mining of the North, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

GUIDE TO SELECTION OF OPTIMUM PARAMETERS FORMATION ICE-ROCK BACKFILL

Abstract

The article presents recommendations on the selection and sizing of ice-rock backfill mining method parameters to optimize the stability of filling mass, reducing the time of its construction and freezing. Based on the calculation results to the field conditions Badran, the effect of the depth, the angle of incidence of the ore body and design parameters of the mining method for the normative strength of ice-rock pillars. The results of experimental studies confirming the relationship strength ice-rock backfill from temperature and structural characteristics. Recommendations on technological parameters of production backfilling operations depending on the geomechanical conditions and technologies used, which differ depending on its properties and regularities, which allows to increase the efficiency of use ice-rock backfill.

Keywords: ice-rock backfill, normative strength, mining method, freezing, technological scheme, filling operations.

Одним из перспективных направлений в развитии технологий, обеспечивающих рациональное освоение месторождений криолитозоны, является совершенствование систем разработки с управлением горным давлением закладкой из льдопородных смесей. Основным преимуществом технологии является высокие показатели извлечения при надежном поддержании выработанного пространства и минимальных затратах на материалы, максимальное использование имеющихся минерально-сырьевых ресурсов и природно-климатических особенностей; возможность комбинирования с вариантами других систем; снижение ущерба окружающей среде уменьшением площадей породных отвалов [1, 2, 3, 4].

Рекомендации представленные в статье, основаны на опыте применения льдопородной закладки на руднике Бадран и результатах комплекса научно-исследовательских работ, выполненных в лаборатории Проблем рационального освоения минерально-сырьевых ресурсов ИГДС СО РАН [1, 2].

Динамика нагружения искусственных целиков существенно зависит от порядка отработки залежей, а значит нормативная прочность закладки для одних и тех же условий будет неодинаковой при различном порядке отработки. [1, 5]. Требуемую прочность закладки рассчитывают по одному, а чаще нескольким факторам: устойчивости вертикального обнажения, горизонтальной подработке, допустимым деформациям закладки, возможности движения по ней оборудования. В качестве нормативной прочности принимают максимальное значение, полученное при расчетах [1]. При камерной системе разработки с льдопородной закладкой сначала отрабатывают камерные запасы под защитой рудных целиков (первая стадия), а затем извлекают целики между заложенными камерами, которая является распространенной при системах разработки с закладкой выработанного пространства.

С учетом результатов натурных и лабораторных исследований, а также фактических данных горного производства, был определен порядок расчета нормативной прочности льдопородных целиков, позволяющий учитывать влияние глубины разработки, угла падения рудного тела и конструктивных параметров системы разработки. Расчет нормативной прочности, проведенный для условий месторождения Бадран (рис. 1), показал, что при увеличении ширины блока нагрузка на закладку резко возрастает. Установлено, что определяющим фактором при выборе конструктивных параметров системы разработки с льдопородной закладкой является нормативная прочность закладки, рассчитанная для стадии выемки рудных целиков.

При применении льдопородной закладки решающее влияние на устойчивость оказывает также температура массива и рудничного воздуха [1, 2].

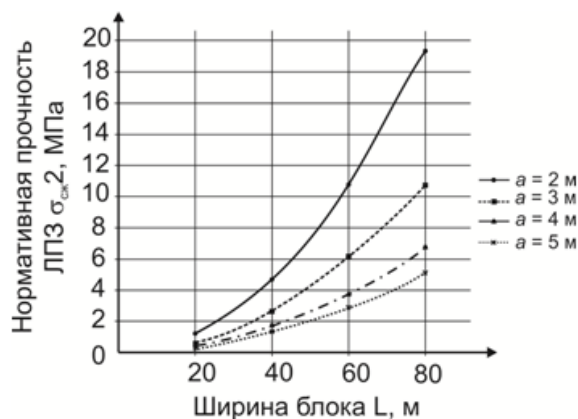


Рис. 1 – Нормативная прочность льдопородных целиков на стадии отработки рудных целиков при разном пролете камеры a в зависимости от ширины блока L

Испытаниями на одноосное сжатие образцов льдопородного материала установлена зависимость его прочности от температуры промораживания. Предел прочности возрастает при изменении температуры промораживания от -5°C до -20°C , при дальнейшем понижении температуры происходит снижение прочностных свойств (рис. 2). Причиной установленного характера изменений прочности является то, что при температуре пород до -15°C основная часть воды локализуется и замерзает в нижней части слоев, а при формировании образцов при температуре ниже -20°C вода замерзает на поверхности слоев, не успевая смочить весь прослой, вследствие чего образуются участки с слабыми структурными связями. При температуре -20°C достигается равномерное распределение замерзшей воды, и формируется льдопородный материал максимальной прочности.

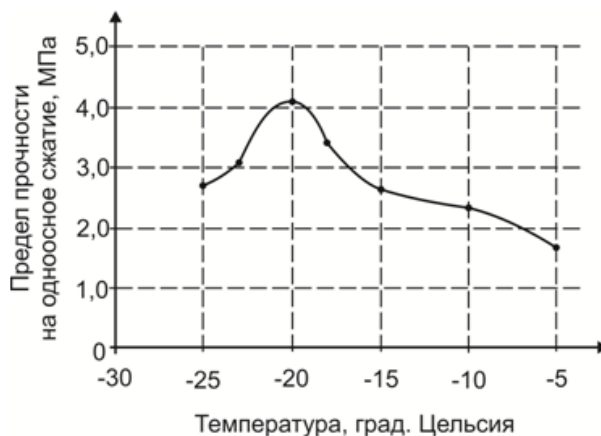


Рис. 2 – Изменение средних значений предела прочности на одноосное сжатие в зависимости от температуры формирования

Кроме вышеперечисленных факторов, устойчивость закладочного массива зависит от его технологических свойств. Например, изменяя структурные характеристики закладочного массива можно также влиять на устойчивость искусственных целиков. Определение пределов прочности на одноосное сжатие образцов, сформированных с различным количеством слоев, показали возрастание прочности при увеличении их количества – например, предел прочности пятислойной конструкции в 2,5 раза выше, чем двухслойной (рис. 3).

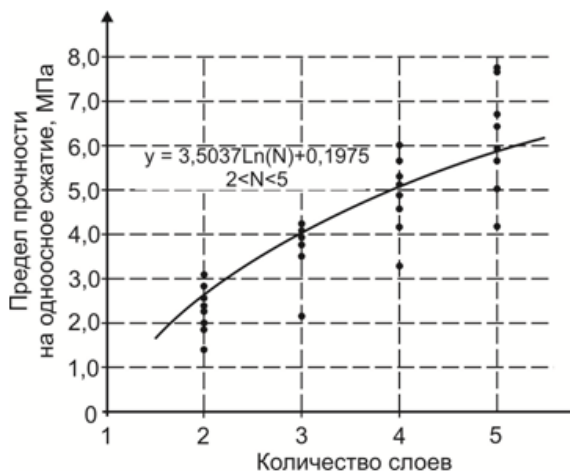


Рис.3 – Зависимость предела прочности льдопородной закладки на одноосное сжатие от количества намораживаемых слоев

Установленное увеличение прочности льдопородного материала можно объяснить тем, что в многослойной конструкции лед-цемент равномерно распределен по всему объему образца, что, в свою очередь, приводит к увеличению числа смерзшихся контактов и соответственно, повышению прочности.

Количество слоев в льдопородном целике зависит от параметров закладываемой выработки и мощности слоев. На основе двумерной математической модели теплообмена рудничного воздуха с возводимой льдопородной закладкой и окружающим массивом горных пород были проведены численные эксперименты по расчету послойного намораживания закладки для условий месторождения Бадран, показавшие, что минимальное суммарное время формирования закладочного массива достигается при мощности слоя 0,4–0,5 м [1]. При этом, общие затраты времени на закладку одной камеры объемом 300 м³, при температуре рудничного воздуха минус 10 °С составит 16 – 18 суток, а при минус 20 °С – 13 – 15 суток.

С учетом результатов проведенных исследований были разработаны рекомендации по технологическим параметрам производства закладочных работ и способам их осуществления, приведенные в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Рекомендации по технологическим параметрам производства закладочных работ.

Рекомендации	Способ осуществления
Температура атмосферного воздуха и твердого заполнителя для формирования льдопородной закладки должна быть ниже -15°С. Температура массива горных пород ниже -3°С.	Перед началом работ необходимо аккумулирование холодного воздуха в горных выработках в холодные периоды года и использование различных способов теплоизоляции в теплые. Закладочные работы необходимо начинать при достижении устойчивой отрицательной температуры воздуха на поверхности ниже -15°С. Для эффективного формирования льдопородной закладки оптимальным является период с начала ноября месяца по конец марта. Дробленые горные породы предварительно охлаждаются путем размещения на поверхности или на свежей струе воздуха с отрицательной температурой.
Увеличение количества мелких фракций 50 – 100 мм в объеме дробленых горных пород до 80%. Снижение количества частиц дробленой породы лещадной и игольчатой форм менее 40%.	Использование в качестве твердого заполнителя льдопородной закладки менее прочных горных пород (милониты, мергели и т.д.). Применение оптимальных параметров БВР при отбойке или дробилок в технологической цепочке закладочного комплекса, обеспечивающих рекомендуемый грансостав и соотношение частиц в заполнителе.
Формирование закладки в выработанном пространстве проводить слоями мощностью 0,4 – 0,5 м.	Размещение дробленых горных пород проводить рабочим органом машин и механизмов (ковш ПДМ, скрепера, бульдозера). После размещения в выработке дробленых пород производить их планировку и уплотнение. Укладку следующего слоя начинать после полного промерзания предыдущего.
Использование воды в количестве 20-30% от объема закладываемых пород, температурой не выше 5°С и содержанием солей не более 500 мг/л.	Применение при распределении воды форсунок, дождевальных установок, регулирование температуры в емкостях перед подачей, контроль химического состава воды.
Температура рудничного воздуха в камере при промораживании должна быть в пределах от -15°С до -20°С.	Оптимизация схемы проветривания. Принудительное проветривание вентилятором местного проветривания, укладка труб в закладку, проведение окон-сбоек в рудных целиках
Основное требование — полнота заполнения выработанного объема камеры и прочность заложенного массива. Междуканальные целики отрабатываются после набора искусственными целиками требуемой нормативной прочности	При проведении закладочных работ особое внимание следует уделить участкам целика на контактах с кровлей и боками выработки. При необходимости после смерзания слоя применять дозаливку водой пустого пространства в указанных частях целика. При обнажении льдопородной закладки проводить визуальные обследования состояния выработанного пространства, периодическое снятие показаний прироста напряжений и смещения кровли при ведении горных работ и замеры температуры горных пород и воздуха в сети горных выработок.

Разработанные рекомендации по выбору оптимальных параметров технологии формирования льдопородной закладки в зависимости от геомеханических условий и применяемой технологии, отличающиеся учетом ее свойств и закономерностей формирования, позволят существенно (в 1,5 – 2 раза) сократить продолжительность закладочных работ, повысить производительность труда и безопасность горных работ.

Список литературы / References

1. Петров, Д. Н. Обоснование рациональных параметров формирования льдопородной закладки при подземной разработке месторождений криолитозоны: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.22 / Петров Дмитрий Николаевич. – Якутск, 2015. – 153 с.

2. Необутов, Г. П. Повышение эффективности добычи руды с использованием льдопородной закладки/ Г. П. Необутов, Д. Н. Петров// Известия Самарского науч. центра. – 2011. – Т. 13(39), № 1(5). – С. 1274–1276.
3. Cluff, D. L. Evaluation of frozen backfill for open stope mining in permafrost conditions [Электронный ресурс] / D. L. Cluff, J. Gallagher, A. Jalbout, V. Kazakidis, G. Swan // CIM 2008. – Режим доступа: www.infomine.com/publications/docs/Cluff2008.ppt
4. Frozen backfill research for Canadian mines / G. Kight, M. Harris, B. Gorski, and J.E. Udd // Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET). – 1994. – 21 p.
5. Закладочные работы в шахтах: справочник; под ред. Д. М. Бронникова, М. Н. Цыгалова. – М.: Недра, 1989. – 272 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Petrov, D. N. Obosnovanie racional'nyh parametrov formirovaniya l'doporodnoj zakladki pri podzemnoj razrabotke mestorozhdenij kriolitozony: diss. ... kand. tekhn. nauk: 25.00.22 [Justification of rational parameters of formation l'doporodnoy bookmarks in underground mining Cryolithozone: diss. ... PhD in Engineering] / Petrov Dmitrij Nikolaevich. – YAkutsk, 2015. – 153 p. [in Russian]
2. Neobutov G. P., Petrov D. N. Izvestiya Samarskogo nauch. Centra [Increased ore production efficiency using l'doporodnoy Bookmark]. 2011, V. 13(39), no. (5). – P. 1274–1276. [in Russian]
3. Cluff, D. L. Evaluation of frozen backfill for open stope mining in permafrost conditions [Электронный ресурс] / D. L. Cluff, J. Gallagher, A. Jalbout, V. Kazakidis, G. Swan // CIM 2008. – Режим доступа: www.infomine.com/publications/docs/Cluff2008.ppt
4. Frozen backfill research for Canadian mines / G. Kight, M. Harris, B. Gorski, and J.E. Udd // Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET). – 1994. – 21 p.
5. Zakladochnye raboty v shahtah: spravochnik [Stowing operations in mines: book of reference] Moskow, Nedra, 1989. – 272 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.123

Скрябина А.С.

ORCID: 0000-0002-0109-872X, Аспирант,
ПАО «ВНИПИГаздобыча», ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

ОПЫТ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГЕЛИЯ

Аннотация

Рассмотрен опыт США в области подземного хранения гелия в пористом пласте-коллекторе и законодательного регулирования в сфере хранения гелия. Приведен отечественный опыт подземного хранения гелия в подземных выработках в пластах каменной соли. Проанализированы основные задачи, связанные с сохранением и распределением гелиевых ресурсов, сосредоточенных в месторождениях углеводородов Восточной Сибири и Дальнего Востока. Даны рекомендации по их решению.

Ключевые слова: гелий, гелиевый концентрат, подземное хранение, подземное хранилище гелиевого концентрата Клиффсайд, США, Оренбургское подземное хранилище гелиевого концентрата.

Skryabina A.S.

ORCID: 0000-0002-0109-872X, Postgraduate student, OJSC VNIPIGAZDOBYCHA,
LTD Gazprom VNIIGAZ

EXPERIENCE OF UNDERGROUND STORAGE OF HELIUM

Abstract

This paper describes the US experience in the area of helium underground storage of porous reservoir and legal regulation in the sphere of helium storage. Russian experience of helium storage in underground salt caverns is considered. The main problems related to the preservation and distribution of helium resources concentrated in hydrocarbons fields in Eastern Siberia and the Russian Far East are analyzed and recommendations for their solution are given.

Keywords: helium, helium concentrate, underground storage, Cliffside underground storage of helium concentrate, the USA, Orenburg underground storage of helium concentrate.

Гелий востребован во многих отраслях промышленности и народного хозяйства. В настоящее время для получения гелия в промышленных объемах его выделяют из природных газов, причем стоимость выделения обратно пропорциональна концентрации гелия в смеси. Содержание гелия в природном газе колеблется в пределах от сотых и тысячных до нескольких процентов. При разработке месторождений гелийсодержащих газов в комплекс задач входят извлечение гелия и организация его хранения. Именно такие задачи предстоит решить в процессе разработки уникальных месторождений гелиеносных газов Восточной Сибири (ВС) и Дальнего Востока. Среднее содержание гелия в пластовом газе Чаяндинского и Ковыктинского месторождений составляет, соответственно, 0,43–0,65% и 0,26–0,28% [1]. Чаяндинское и Ковыктинское месторождения являются сырьевой базой контракта на поставку природного газа в Китайскую Народную Республику (КНР). К началу промышленной разработки этих месторождений необходим ввод мощностей по выделению гелия. Основными препятствиями для этого являются малая доступность района, отсутствие опыта работы и инфраструктуры и логистической сети в данном районе.

Согласно данным Геологической службы США, Россия занимает четвертое место в мире по ресурсам гелия (табл. 1) [2].

Информация приведена без учета запасов недавно открытого в Танзании, единственного установленного в мире, месторождения гелия. Запасы гелия оцениваются в объеме порядка 1,5 млрд.м³ [3]. Вполне возможно, что широкое применение поискового метода внесет существенные изменения в мировой баланс гелия.

Таблица 1 – Запасы гелия в мире

Страна	Ресурсы гелия, млрд. м ³
США	20.6
Катар	10.1
Алжир	8.2
Россия	6.8
Канада	2
Китай	1.1

По прогнозам ФГУП «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт», опубликованным в 2010 году, мировая потребность в гелии будет расти (рис. 1) [4].

Объем газа, млн.м³

Рис. 1 – Мировая потребность в гелии до 2030 года

Таким образом, в перспективе, на мировом рынке гелия для России сложится благоприятная ситуация, положительный эффект от которой может быть достигнут при условии реализации преимущества сырьевой базы (рис. 2). Под положительным эффектом понимается не только монетарный эффект, также учитывается формирование предпосылок для освоения новых сфер влияния: выход на новые торговые площадки и рынки сбыта, развитие высокотехнологичных отраслей промышленности, фундаментальных и прикладных наук и др.

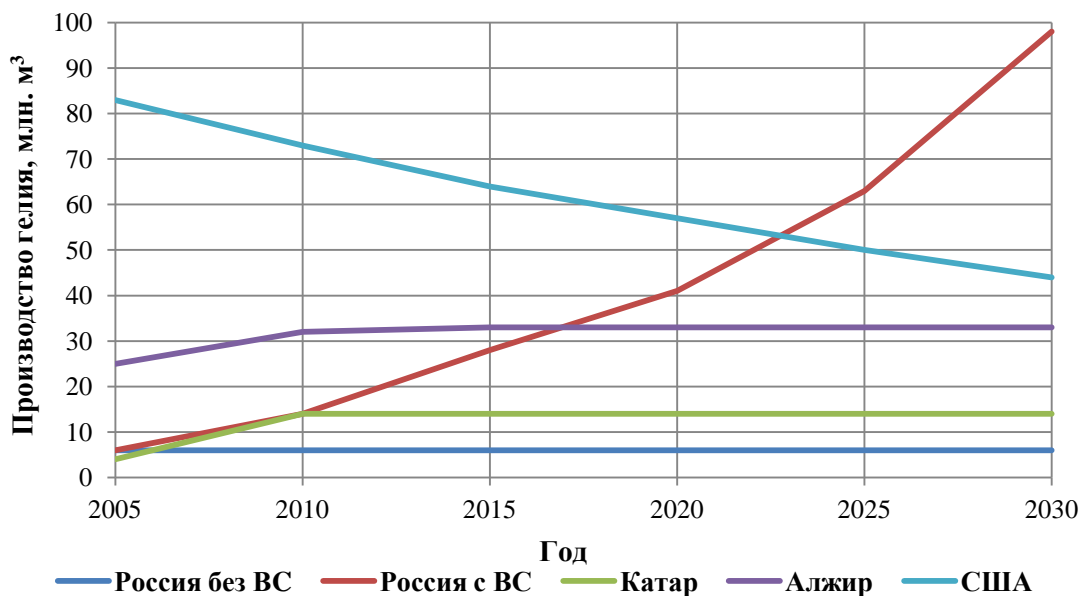


Рис. 2 – Прогноз производства гелия

Задача подземного хранения гелия впервые нашла решение в США, где для хранения промышленных объемов гелия во второй половине XX века были применены технологии подземного хранения природного газа. Подземное хранение гелия берет свое начало в США, штат Техас, где в 1963 году газогелиевое месторождение Клиффсайд, (начальное содержание гелия 1,8%) было переведено в режим закачки гелиевого концентрата и отбора пластового газа. Позже, в 1973 году, была прекращена добыча природного газа, и объект стал использоваться исключительно для хранения и продажи гелиевого концентрата [5, 6]. В подземном хранилище гелиевого концентрата (ПХГК) Клиффсайд хранится Федеральный гелиевый резерв США.

Правительство США стимулировало развитие гелиевой промышленности:

- программа по охране ресурсов гелия (запрет на разработку гелиеносных месторождений с содержанием гелия от 0,3 % без его извлечения),
- запрет на экспорт гелия, за исключением экспортных продаж по правительственным лицензиям,
- создание Федерального гелиевого резерва, в основе чего лежали долгосрочные правительственные контракты с частными компаниями на поставку гелия для хранения на Клиффсайд.

Результатом совместной работы правительства и частных компаний стала система транспортировки, хранения и переработки гелиевого концентрата, сформировавшаяся на территории трех штатов. Система состоит из основного, государственного трубопровода, и частных трубопроводов-отводов к гелиевым и газоперерабатывающим заводам. Конечным пунктом транспортировки является ПХГК Клиффсайд.

В 1979 году в России, в Оренбургской области, на практике применены технологии хранения природного газа в подземных выработках пластов каменной соли для хранения гелия в составе гелиевого концентрата. Хранилище представляет собой шесть подземных выработок на интервале глубин «-1347» - «-1470» м, общим геометрическим объемом 235 тыс. м³ [5]. На рисунке 6 приведено схематичное изображение подземного резервуара.

На хранение направлялся гелиевый концентрат с Оренбургского гелиевого завода. Технологией хранения владеет ПАО «Газпром», управляет работой подземного хранилища гелиевого концентрата ООО «Газпром Оренбург». Стоит отметить, что технология выделения гелиевого концентрата из газа Оренбургского месторождения уникальна, т.к. разработана для газов с низким содержанием гелия (в начальном составе пластового газа Оренбургского месторождения содержание гелия составляло 0,055%). К 2010 году в двух из шести резервуаров на хранении находился гелиевый концентрат в объеме 8,5 млн. м³. С 1 января 2012 года единым оператором ПАО «Газпром» по реализации гелия в России стало АО «Газпром газэнергосеть». В июле 2014 года в рамках реализации инвестиционной программы АО «Газпром газэнергосеть» на территории гелиевого завода ООО «Газпром добыча Оренбург» введена в эксплуатацию установка сжижения гелия ОГ-500 производительностью 4,2 млн.л/год [7].

Согласно Восточной газовой программе ПАО «Газпром» для осуществления поставок природного газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) предполагается организация четырех центров газодобычи, ряд месторождений которых характеризуется высокой концентрацией гелия в пластовом газе. Промышленную разработку таких месторождений предполагается вести с выделением гелия до подачи природного газа в экспортную магистраль.

В связи с этим необходима организация гелиевой программы России, базисом которой станет рациональное обращение с невозобновляемым ресурсом – гелием. Следующие вопросы должны регулироваться в рамках гелиевой программы:

- внедрение и совершенствование технологий выделения гелия;
- разработка законодательной базы;
- практическое применение и совершенствование методик направленного поиска месторождений гелийсодержащих газов;
- рациональное распределение накопленных запасов гелия;
- освоение и совершенствование технологий хранения гелия.

Для выделения гелия или промежуточного гелиевого продукта из природного газа необходимо сооружение газохимического комплекса в малоосвоенном и плохо доступном регионе. В целях сокращения капитальных вложений в обустройство месторождений и оптимизации технологического процесса планируется внедрение мембранных технологий газоразделения. На Ковыктинском ГКМ по запатентованной технологии реализована установка с двухступенчатой системой мембранного газоразделения, на которой, в рамках программы по импортозамещению, с конца 2015 года ведутся испытания мембранных элементов отечественного производства. Результаты опытно-промышленных испытаний используются для проектирования установки мембранного выделения гелиевого концентрата на Чаяндинском НГКМ [1].

Опираясь на опыт США, можно сделать вывод, что законодательная база, направленная на стимулирование компаний инвестировать в развитие гелиевой промышленности и защиту интересов как компаний, так и государства, при разработке месторождений гелийносных углеводородных газов и при распределении выделенного чистого гелия или промежуточного гелиевого продукта.

При практическом опробовании в Танзании нового метода направленного поиска месторождений гелийсодержащих газов впервые было открыто месторождение гелийсодержащего газа с высокой концентрацией гелия [3].

Принципы рационального распределения накопленных запасов гелия должны учитываться при обращении с ресурсами гелия Восточной Сибири и Дальнего Востока. Спрос на гелий на внутреннем рынке достаточно низкий, а реализация крупных объемов гелия на мировом рынке может привести к его обвалу. В связи с этим требуется аккумулирование гелия.

Для крупномасштабного и долгосрочного хранения гелия целесообразно применить технологии подземного хранения. Для создания подземного хранилища рассматривались различные структуры [8]. В зависимости от типа выбранного объекта (пористый пласт-коллектор, соляной пласт и др.) будет необходима разработка комплекса геологоразведочных работ (ГРП). Результаты анализа данных ГРП необходимы для создания геологической цифровой 3D модели и дальнейшего построения газогидродинамической 3D модели объекта эксплуатации. Также необходимо использовать результаты ГРП для установления герметичности перекрывающих перспективный объект хранения горизонтов, степени их выдержанности по мощности пласта и площади простирающейся структуры, установить наличие тектонических нарушений в разрезе. Стоит отметить, что наряду с необходимостью исследования экранирующих свойств вышележащих горизонтов существует необходимость снижения численности фонда разведочных и эксплуатационных скважин до минимально возможной, т.к. процесс бурения вызывает перераспределение геомеханических напряжений в окрестности скважины, которое, в конечном счете, влияет на ее продуктивность (или приемистость) [9]. Помимо этого, распространенной проблемой на ПХГ является миграция газа по негерметичным участкам цементного камня. Строительство скважин необходимо вести с применением технологий и оборудования, обеспечивающих необходимую герметичность. При выборе объектов хранения рационально отдать предпочтение тем, в газе которых присутствует гелий. При этом на хранении может находиться чистый гелий или промежуточный гелиевый продукт. При выборе объекта хранения необходимо учесть его географическое местоположение, состав хранимого продукта, тип объекта хранения, режим работы хранилища (оперативное хранение или долгосрочное). В оперативном режиме хранилище работает для выполнения оперативных поставок на внешний или внутренний рынки. В мировой практике ПХГ в выработках каменной соли создаются пиковые ПХГ. Однако отечественный опыт хранения гелиевого концентрата в подземных выработках каменной соли может не найти применения в виду не повсеместной распространенности соляных пластов, что делает необходимым освоение технологий подземного хранения чистого гелия или промежуточного гелиевого продукта в хранилищах другого типа [10]. В ООО «Газпром ВНИИГАЗ» разработан и запатентован способ создания подземного хранилища гелия при разработке группы месторождений гелийсодержащего природного газа различной емкости [11].

При разработке проекта создания и эксплуатации подземного хранилища выполняется обоснование и выбор основных технических параметров хранилища и технологических режимов эксплуатации с применением построенной газогидродинамической модели.

Распространенной проблемой при создании и эксплуатации хранилищ природного газа являются его потери по тем или иным путям миграции. Учитывая высокую проникающую способность гелия, можно предположить актуальность этой проблемы и при его хранении. В связи с этим, необходимо уделить внимание способам предотвращения и обнаружения потерь, а также методикам их оценки. Высокая проникающая способность гелия требует разработки комплексной программы контроля при создании и эксплуатации подземного хранилища гелия с учетом этой особенности, в частности необходимо вести мониторинг пластовой миграции и учет потерь гелия.

Чтобы реализовать преимущество сырьевой базы, России необходимо в достаточно короткий срок на практике реализовать решения по промышленному внедрению технологий мембранного газоразделения и подземного хранения гелия. Для накопления и распределения гелия в условиях выполнения контракта с КНР на поставку природного газа необходимо обеспечить ввод мощностей по выделению гелия не позднее начала разработки месторождений сырьевой базы контракта, организовать работу подземного хранилища гелия.

Список литературы / References

1. Милованов С.В., Кисленко Н.Н., Тройников А.Д. Разработка и внедрение инновационных технологий извлечения гелия из природного газа // Научный журнал Российского газового общества. 2016. №2. С.10-17.
2. U.S. Geological Survey, 2016 [Электронный ресурс]: Mineral commodity summaries 2016. U.S. Geological Survey. 202 p. URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf> (дата обращения: 10.07.2016).
3. New High-Grade Helium Discoveries in Tanzania. Danabalan D., Gluyas J.G., Macpherson C.G., Abraham-James T.H., Bluett J.J., Barry P.H., Ballentine C.J. [Электронный ресурс]: Goldschmidt Conference Abstracts. 2016. 595 p. URL: <http://goldschmidt.info/2016/uploads/abstracts/finalPDFs/A-Z.pdf> (дата обращения 23.09.2016).

4. Конторович А. Э., Удут В. Н., Пак В. А., Довгань А. В. Прогноз развития гелиевой промышленности Восточной Сибири: региональные, общероссийские и глобальные аспекты // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2006. Т.5. С.67-75.
5. Хан С.А., Игошин А.И., Казарян В.А., Скрыбина А.С., Сохранский В.Б. Подземное хранение гелия. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2015. 272 с.
6. Якуцени В.П. Традиционные и перспективные области применения гелия // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. Т.4. №1. С. 1-8.
7. Гелий // GAZPROMLPG.RU: официальный веб-сайт компании. URL: [gazpromlpg.ru /?id=352](http://gazpromlpg.ru/?id=352) (дата обращения: 10.07.2016).
8. Рубан Г.Н., Бондарев В.Л., Королева В.П., Королев Д.С. Оценка возможности создания хранилищ гелиевого концентрата в Иркутской области // Газовая промышленность. 2010. №4. С.24-25.
9. Карев В.И., Коваленко Ю.Ф. Геомеханика нефтяных и газовых скважин // Вестник ННГУ. 2011. №4-2. С.448-450.
10. Изюмченко Д.В., Косачук Г.П., С.В. Буракова С.В., Буточкина С.И., Мальникова Е.В., Будревич. Н.В. Анализ мирового опыта и оценка перспективных соленосных толщ под строительство ПХ гелия на территории Восточной Сибири // Газовая промышленность. 2012. №4. С.72-77.
11. Установка очистки природного газа высокого давления от гелия: пат. 114423 Рос. Федерация № 2011145825/05; заявл. 11.11.2011; опубл. 27.03.2012, Бюл. № 9.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Milovanov S.V., Kislenko N.N., Trojnikov A.D. Razrabotka i vnedrenie innovacionnyh tehnologij izvlechenija gelija iz prirodnogo gaza [Development and introduction of innovative technologies of extraction of helium from natural gas] // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo gazovogo obshhestva [Scientific Journal of Russian Gas Society]. 2016, #2. S.10-17 [in Russian]
2. U.S. Geological Survey, 2016, Mineral commodity summaries 2016: U.S. Geological Survey, 202 p. URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf> (data obrashhenija: 10.07.2016)
3. New High-Grade Helium Discoveries in Tanzania. Danabalan D., Gluyas J.G., Macpherson C.G., Abraham-James T.H., Bluett J.J., Barry P.H., Ballentine C.J. Goldschmidt Conference Abstracts. 2016. 595 p. URL: <http://goldschmidt.info/2016/uploads/abstracts/finalPDFs/A-Z.pdf> (data obrashhenija: 23.09.2016).
4. Kontorovich A. Je., Uдут V. N., Pak V. A., Dovgan' A. V. Prognoz razvitija gelievoj promyshlennosti Vostochnoj Sibiri: regional'nye, obshherossijskie i global'nye aspekty [Forecast of helium industry's development in Eastern Siberia: regional, national and global aspects] // Interjekspo Geo-Sibir'. 2006. T.5. S.67-75. [in Russian]
5. Han S.A., Igoshin A.I., Kazarjan V.A., Skrjabina A.S., Sohranskij V.B. Podzemnoe hranenie gelija [Underground storage of helium] M.-Izhevsk: Institut komp'juternyh issledovanij [Izhevsk: Institute of Computer Science] 2015. 272 s [in Russian]
6. Jakuceni V.P. Tradicionnye i perspektivnye oblasti primenenija gelija [Traditional and promising field of application of helium] // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika [Petroleum geology. Theory and practice] 2009. T.4. - #1. S.1-8 [in Russian]
7. Gelij [Helium] // GAZPROMLPG.RU: oficial'nyj veb-sajt kompanii [The official company website]. URL: [gazpromlpg.ru /?id=352](http://gazpromlpg.ru/?id=352) (data obrashhenija: 10.07.2016) [in Russian]
8. Ruban G.N., Bondarev V.L., Koroleva V.P., Korolev D.S. Ocenka vozmozhnosti sozdaniya hranilishh gelievogo koncentrata v Irkutskoj oblasti [Assessing the possibility of creating a helium concentrate storage facilities in the Irkutsk region] // Gazovaja promyshlennost' [Gas industry]. 2010, #4. S.24-25 [in Russian]
9. Karev V.I., Kovalenko Ju.F. Geomehanika nefjtjanyh i gazovyh skvazhin [Geomechanics of oil and gas wells] // Vestnik NNGU [Herald of UNN]. 2011, #4-2. S.448-450 [in Russian]
10. Izjumchenko D.V., Kosachuk G.P., S.V. Burakova S.V., Butochkina S.I., Mal'nikova E.V., Budrevich. N.V. Analiz mirovogo opyta i ocenka perspektivnyh solenosnyh tolshh pod stroitel'stvo PH gelija na territorii Vostochnoj Sibiri [Analysis of international experience and assessment of prospective strata of salt for the construction of PX helium in Eastern Siberia] // Gazovaja promyshlennost' [Gas industry]. 2012. #4. S.72-77 [in Russian]
11. Ustanovka ochistki prirodnogo gaza vysokogo davlenija ot gelija [A treating unit of high-pressure gas from helium]: pat. 114423 Ros. Federation #2011145825/05; zajavl. 11.11.2011; opubl. 27.03.2012, Bjul. #9 [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.058

Цвяк А.В.

ORCID: 0000-0002-4561-7034, Кандидат технических наук, Отдел геоэкологии Оренбургского НЦ УрО РАН

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №16-45-560579 p_a***МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННО-ПРИРОДНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ)****Аннотация**

В статье рассмотрены методические основы геодинамического мониторинга с использованием глобальных навигационных спутниковых систем, которые позволяют разрабатывать технологии добычи углеводородов и их транспортировки с учетом техногенной активности недр, обеспечивая значительное снижение риска чрезвычайных ситуаций и их последствий. Так же было показано, что для обеспечения высокой точности измерений продолжительность наблюдения должна составлять не менее полутора часов, величина длин измеряемых базовых линий не должны превышать тридцати километров.

Ключевые слова: геодинамический полигон, техногенные изменения, добыча углеводородов, тектоника.

Tsviak A.V.

ORCID: 0000-0002-4561-7034, PhD in Engineering, Geoecology Department of Orenburg SC UB RAS

*This work was supported by RFBR grant №16-45-560579 ra***METHODOLOGICAL BASIS OF MONITORING OF TECHNOGENIC NATURAL GEODYNAMIC PROCESSES USING GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (ON THE EXAMPLE OF SOUTH URAL)****Abstract**

The article describes the methodological foundations of geodynamic monitoring using global navigation satellite systems, which enable the development of hydrocarbon production and transportation technologies, taking into account anthropogenic subsoil activity, providing a significant reduction in the risk of emergencies and their consequences. It was also shown that for high accuracy measurements of the duration of observation should not be less than one and a half hours, the value of the lengths measured baselines shall not exceed thirty kilometers.

Keywords: geodynamic polygon, technological changes, extraction of hydrocarbons, tectonics.

Земная поверхность находится в постоянном движении. Одни ее участки испытывают поднятия, другие медленно опускаются. На естественные условия напряженного геодинамического состояния могут накладываться антропогенные влияния, например, при разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений, которые способны приводить к формированию условий возникновения разрушающих катастрофических явлений.

В Западном Оренбуржье, расположенном на Предуральской возвышенности на юге Западно-Уральского краевого прогиба, около 50 лет интенсивно эксплуатируются крупнейшее в Европе Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ).

Анализ геодинамической обстановки в Западном Оренбуржье позволил сделать выводы об уровне сейсмической активности в пределах платформенной части Оренбуржья. Кроме природной (естественной) сейсмичности, вызванной действием эндогенных и экзогенных факторов, значимым фактором становится техногенная сейсмичность, роль которой возрастает по мере усиления интенсивности добычи нефти и газа на месторождениях.

В отделе геоэкологии Оренбургского НЦ УрО РАН с 2008 г проводится фиксация землетрясений с помощью сети сейсмических станций, которая действует в Оренбургской области. За время наблюдений было установлено, что эпицентры землетрясений тяготеют к разломным структурам. Кроме этого, было установлено, что добыча нефти и газа влияет на сейсмическую активность в зоне интенсивной добычи углеводородов и за ее пределами. Средняя плотность зарегистрированных сейсмических событий в зонах месторождений в 2-3 раза больше, чем на остальной территории Южного Предуралья. При этом суммарная выделявшаяся энергия увеличилась в 30 раз, что является предвестником возможных событий большой энергии. В пределах гидродинамической воронки плотность зарегистрированных событий в 5-6 раз больше, а выделившейся энергии в 50 раз больше, чем в среднем по Южному Предуралью [2, 3].

Землетрясений, инициированных разработкой месторождений нефти и газа, в мировой практике, в последние годы становятся все больше, среди которых имеются сильные и разрушительные [4].

В связи с этим необходимо проведение мониторинга геодинамических процессов разрабатываемых месторождений нефти и газа и прилегающих территорий. Данные работы должны быть увязаны с маркшейдерскими работами по определению координат и высотного положения реперов.

Для решения задач обеспечения геодинамической безопасности применяется ряд методов контроля состояния движений земной поверхности в естественных условиях и в условиях разработки месторождений полезных ископаемых. Традиционно для этой цели используются маркшейдерско-геодезические наблюдения по реперам профильных линий по методике нивелирования I-II классов для определения оседаний поверхности и измерения длин линий между реперами для определения горизонтальных сдвижений и деформаций. Однако применение данного метода дорогостояще, занимает весьма продолжительное время, имеет свойство накопления ошибки при увеличении площади наблюдения и числа ходов. Поэтому такой подход оказывается практически не применим на месторождениях УВ, и тем более невозможен для мониторинга современных природных геотектонических процессов в региональном масштабе, например в Южном Предуралье.

Для определения горизонтальных и вертикальных сдвижений точек земной поверхности целесообразно использовать спутниковые наблюдения с применением глобальных навигационных спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС, GALILEO).

Технология мониторинга напряженного геодинамического состояния территорий с применением глобальных навигационных спутниковых систем позволяет существенно сократить расходы на его проведение и повысить уровень безопасности экологических, экономических и социальных рисков. Предлагаемый методический комплекс изучения геодинамических процессов может быть применен при изучении техногенных изменений в нефтегазоносном Южном Предуралье, выявлении наиболее геодинамически активных геологических структур в платформенных условиях, исследовании гидродинамических процессов в пластовых водах и прилегающих к ним водоносных горизонтах.

Применение данного подхода накладывает определенные требования к точности измерений и условиям, в которых они выполняются. Эти требования изложены в инструкции по нивелированию. Допустимой является погрешность при измерениях II класса не более 2 мм, III класса – 5 мм и IV класса – 10 мм. [1]

Нами предложена программа мониторинга современных геотектонических процессов при ОНЦ УрО РАН. Так как скорости таких перемещений оцениваются в 5 – 10 мм в год [5], должна использоваться очень чувствительная и высокоточная аппаратура, а замеры следует проводить через большие интервалы времени. Первые опыты проведены в 2014-2015 гг. с помощью спутниковых систем высокоточного позиционирования GNSS.

Миллиметровая точность для прикладных целей в геодезии достигается тем, что используется два или более приемников. Один приемник выставляется на опорную точку, координаты которой известны, другой на ту точку, координаты которой необходимо определить, и оба приемника одновременно проводят измерения некоторое количество времени, достаточное для уверенного осреднения координат каждой точки. Затем файлы измерений, которые записывались в приемники используются для постобработки в специальном программном обеспечении, где производится калибровка совместного измерения по точке с известными координатами. Другими словами: сравнивая координаты известной точки полученные со спутника с исходными мы получаем величину ошибки в каждой из трех координатных осей, затем вносится поправка к полученным координатам определяемой точки на величину ошибки. Приемник, который устанавливается на точку с известной координатой, принято называть базовым. Приемник применяемый на точке, координаты которой необходимо определить, называют ровером.

Недостатком прямого измерений координат, с использованием базового приемника и ровера является то, что невозможно оценивать точность измерений без их многократного повторения.

Для организации системы мониторинга нами создан геодинамический полигон из 4 реперов образующих точки наблюдения. Первая точка наблюдения расположен на здании Отдела геоэкологии Оренбургского НЦ УрО РАН по адресу г. Оренбург, ул. Набережная, д. 29. Она может использоваться как базовая с известными координатами. Координаты этой точки получены с использованием базовой станции OREN сети референчных станций «Смартнет» ООО «Навгеоком». Вторая точка расположена в центре гидродинамической воронки подземных вод на территории ОНГКМ. Третья точка - контрольная, расположенная в п. Южный Урал. Она находится за пределами ОНГКМ, однако, в пределах гидродинамической воронки. Четвертая точка, расположена на Донецко-Сыртовском выступе, находится за пределами техногенного воздействия ОНГКМ и позволяет следить за развитием природных геодинамических процессов.

Для наблюдения за геодинамикой использовались двухчастотные GNSS-приемники Leica Viva. Заявленные производителем характеристики позволяют достичь приемлемой точности геодинамического контроля. Для постобработки данных, полученных от GNSS-приемников, использовался программный комплекс Leica Geo Office.

С целью оценки точности измерений и ведения мониторинга за деформацией земной поверхности были проведены наблюдения по замкнутой линии, включающей первую, вторую и третью точку наблюдения (см. рис. 1). В качестве опорной использовалась точка наблюдения на здании отдела геоэкологии.

Наблюдения на точках велись в следующем порядке. Для первого наблюдения устанавливали ровер на второй точке наблюдения. Для постобработки использовали данные полученные с базового приемника, расположенного на первом опорной точке. Далее устанавливали базовый приемник на вторую точку и использовали его для постобработки данных, полученных с ровера, который был установлен на третьей точке. В качестве опорных мы использовали координаты полученные в предыдущем наблюдении. И так далее в соответствии с рисунком 1. В последнем наблюдении мы получили координаты точки «отдел геоэкологии». Оценка точности заключалась в определении невязки на опорной точке. Допустимой невязкой принимаем 10 мм.

Полученная невязка высотной отметки точки «отдел геоэкологии» составила 2,9 мм (см. таблицу 1), что говорит о достаточно высокой точности измерений.



Рис. 1 – Порядок замеров на точках наблюдения

Результаты измерений на точках наблюдения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты контроля движения земной коры на точках наблюдения

Точка наблюдения	Координаты		
Первая (опорная)	51° 45' 19.08811" С	55° 06' 33.87881" В	110,6205 м
Вторая	51° 37' 04.54044" С	54° 45' 09.25924" В	101,6471 м
Третья	51° 44' 08.99310" С	55° 01' 55.50966" В	76,3951 м
Первая	51° 45' 19.08869" С	55° 06' 33.88387" В	110,6234 м

Ключевым вопросом обеспечения высокой точности определения координат с помощью GNSS оборудования является обеспечение достаточной продолжительности сеанса наблюдения. Продолжительность сеанса может изменяться от нескольких минут до нескольких часов, которая зависит от внешних факторов, таких как большое количество видимых спутников при оптимальном их положении, отсутствие переотражающих поверхностей.

При благоприятных внешних факторах остается неизвестным зависимость точности определения координат от продолжительности наблюдения и расстояния от базовой станции. Для решения этого вопроса мы провели серию многократно повторяющихся наблюдений и определили взаимосвязь величины СКО высотной отметки и продолжительности наблюдений и расстояния ровера от базового приемника. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость СКО высоты от расстояния и продолжительности наблюдения

Точка наблюдения	Расстояние от базового приемника, км	Продолжительность наблюдения, ч	СКО высоты, мм
Вторая	28,5	1,5	1,98
		1	2,99
		0,5	5,04
		0,25	11,47
Третья	12	1,5	1,19
		1	2,96
		0,5	4,78
		0,25	6,8
Четвертая	49,5	1,5	8,64
		1	9,92
		0,5	19,68
		0,25	94,47

А также была получена статистическая зависимость СКО высотной отметки от указанных факторов:

$$y = 0,0198 - 0,0002 \cdot x_1 - 0,0504 \cdot x_2 - 0,0015 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,042 \cdot x_2^2$$

где y – СКО высоты, м;

x_1 – расстояние от базового приемника, км;

x_2 – продолжительность наблюдения, ч.

По результатам наблюдений можно сделать вывод, что использовать длинные измеряемых базовых линий более 30 км не желательно, а продолжительность наблюдения для обеспечения величины СКО не более трех миллиметров должна составлять не менее полутора часов.

В заключение нужно сказать, что определение координат с помощью спутниковых систем высокоточного позиционирования обладает существенными преимуществами по сравнению с традиционными геодезическими методами. К преимуществам GNSS измерений относятся высокая производительность и экономичность при достаточной точности измерения, что особенно заметно в труднодоступных и малонаселенных районах. Проведенные исследования показали, что для обеспечения высокой точности измерений (величина СКО не более трех миллиметров при благоприятных внешних условиях) продолжительность наблюдения должна составлять не менее полутора часов, величина длин измеряемых базовых линий не должны превышать тридцати километров. Предложенный методический подход геодинамического мониторинга позволяет разрабатывать технологии добычи углеводородов и их транспортировки с учетом природной и техногенной активности недр, обеспечивая значительное снижение риска чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Список литературы / References

1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов ГКИНП (ГНТА)-03-010-03, МОСКВА, ЦНИИГАИК. 2004.
2. Нестеренко М.Ю. Геоэкология недр нефтегазоносных районов Южного Предуралья. – Екатеринбург: УрО РАН, 2012. – 135 с.
3. Нестеренко Ю.М., Нестеренко М.Ю., Днистрянский В.И., Глянцев А.В. Влияние разработки месторождений углеводородов на геодинамику и водные системы Южного Предуралья // Литосфера. – 2010. – № 4. – С. 28–41.
4. Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. – М.: Недра, 2007. – 486с.
5. Ушаков С.А., Галушкин Ю.И. Кинематика плит и океаническая литосфера. Физика Земли. Т.3. – М, 1978. – 272 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Instrukcija po nivelirovaniju I, II, III i IV klassov GGINP [Manual leveling I, II, III and IV classes GGINP] (GNTA)-03-010-03, MOSKVA, CNIIGAIK. 2004. [in Russian]
2. Nesterenko M.Ju. Geojekologija neдр neftegazonosnyh rajonov Juzhnogo Predural'ja [Geoecology subsurface oil and gas regions of the Southern Urals]. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2012. – 135 s. [in Russian]
3. Nesterenko Ju.M., Nesterenko M.Ju., Dnistrjanskij V.I., Gljancev A.V. Vlijanie razrabotki mestorozhdenij uglevodorodov na geodinamiku i vodnye sistemy Juzhnogo Predural'ja [Influence the development of hydrocarbon deposits on hemodynamics and water systems of the Southern Urals] // Litosfera [Lithosphere]. – 2010. – № 4. – С. 28–41. [in Russian]
4. Kashnikov Ju.A., Ashihmin S.G. Mehanika gornyh porod pri razrabotke mestorozhdenij uglevodorodnogo syr'ja [Rock mechanics in the development of hydrocarbon fields]. – М.: Nedra, 2007. – 486s. [in Russian]
5. Ushakov S.A., Galushkin Ju.I. Kinematika плит i okeanicheskaja litosfera. Fizika Zemli [Kinematics of the plates and the oceanic lithosphere. Physics of the Earth]. Т.3. – М, 1978. – 272 s. [in Russian]

АРХИТЕКТУРА / ARCHITECTURE

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.189

Горшкова Г.Ф.**Доктор архитектуры, профессор, Нижегородский архитектурно-строительный университет
ГЕО-МЕТРИЧЕСКАЯ ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ОБРАЗНОГО ФОРМИРОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРЕ****Аннотация**

С помощью чертежных проекций можно увидеть зависимость очертания формы в архитектуре от геометрических особенностей пространства на планете Земля. Геометрическая структура земного пространства определяет особенности культурного развития во времени всей цивилизации на Земле. Такая взаимосвязанность подтверждается на примерах известных объектов общекультурного и архитектурного развития цивилизации. Рассмотренные графические примеры показывают, что интуитивная возможность и способность предвидеть или предчувствовать объективные законы и закономерности свойственно акту художественного творчества в большей степени, чем прогнозированию будущего только на рациональной основе.

Ключевые слова: геометрия земного пространства, архитектурное формообразование

Gorshkova G.F.

PhD in Architecture, professor, Nizhniy Novgorod,
Architectural-building university

GEO-METRICAL DEFINITENESS OF FIGURATIVE FORMATION IN ARCHITECTURE**Abstract**

With the help of drawing projections it is possible to see dependence of an outline of the form in architecture from geometrical features of space on a planet the Earth. The geometrical structure of terrestrial space determines features of cultural development in time of all civilization for the Earth. Such coherence proves to be true by the example of known objects of common cultural and architectural development of a civilization. The considered graphic examples show, that an intuitive opportunity and ability to expect or have a presentiment of objective laws and laws it is peculiar to the act of art creativity in the greater degree, than to forecasting of the future only on a rationale.

Keywords: geometry of terrestrial space, figurative formation in architecture.

Современная Геометрия известна как раздел математики, изучающей пространственные формы и законы их измерения, а также отражение пространственных форм на плоскости. В древнегреческой мифологии это понятие основывалось на слове *Гейя* (Γαῖα) - имени богини земли, от которой произошли боги и люди.

В архитектуре, как в объективной области человеческой деятельности в пространственной среде, связанной с проблемой объёмно-пространственной формы, её описания и измерения, законы геометрии проявляются в первую очередь. Это связано с понятием проекционного пространства, в структуре которого зашифрована логика построения любых пространственных объектов на земле, в том числе - зданий и сооружений.

Модель структурированного пространства [1], созданная на основе изучения неявных свойств архитектурного пространства, построена на геометрии 2-х-мерной проекции объективного тела в световом пространстве Земли. По линейным очертаниям плоскостной проекции можно считать все те частные внутренние отношения, которые определяют затем целостные внешние характеристики объекта.

Проекционное пространство строится как единая структура геометрических связей и отношений внутри треугольника, который символизирует границы трехмерного пространства Земли. Взаимодействием основных элементов треугольника – высот, биссектрис и медиан – определяются точки, фиксирующие уровни проекционного потока, соответствующие конкретным цветовым индексам видимого светового спектра: от фиолетового до красного. Любой материальный объект, встроенный линейными очертаниями в проекцию своего пространства, показывает объективную взаимосвязанность внутреннего содержания и внешней формы. Применяя проекционное построение к глобусу Земли (см. рис. 1), можно наглядно увидеть и узнать многие причинно-следственные отношения в пространстве глобального масштаба.

Во-первых, - в чём уникальность такого сферического тела, как планета Земля. Линии, проведённые от проекционных плоскостей касательно к телу глобуса, сходятся далеко за пределами собственного (объективного) 3-х-мерного пространства планеты. При этом верхняя проекция (световая) исходит из пространства 4-го порядка измерения, а нижняя (энергетическая) – из 3-го порядка измерения.

Интересно, что взаимное пересечение неравных по размерам проекционных конусов совпадает с уровнем диаметра земного глобуса, или с экватором планеты, а не с центром куба, который символизирует середину модуля нашего земного пространства. То есть, симметрия верха и низа в жизненном пространстве земли невозможна, в то время как зримая право-левая симметрия пространства воспринимается нами привычно.

Во-вторых, превосходство верхней (информационной) проекции относительно нижней (силовой) объясняет отличие Земли от других планет солнечной системы в качестве «живой» планеты, то есть пространства, обеспечивающего условия существования для такой формы жизни, как Природа и Человечество.

В-третьих, взаимодействие сферической и плоской поверхностей во многом определяет структурную многосложность земного пространства и законы формообразования его объектов. Так, проекционный конус энергии в границах собственного пространства Земли становится 4-х-сторонней пирамидой (четыре стороны света), следы которой фиксируются на плоскости, разделяющей куб наземного пространства с условным земным небом (уровень А). К этой границе земли и неба привязано тело планеты (северный полюс).

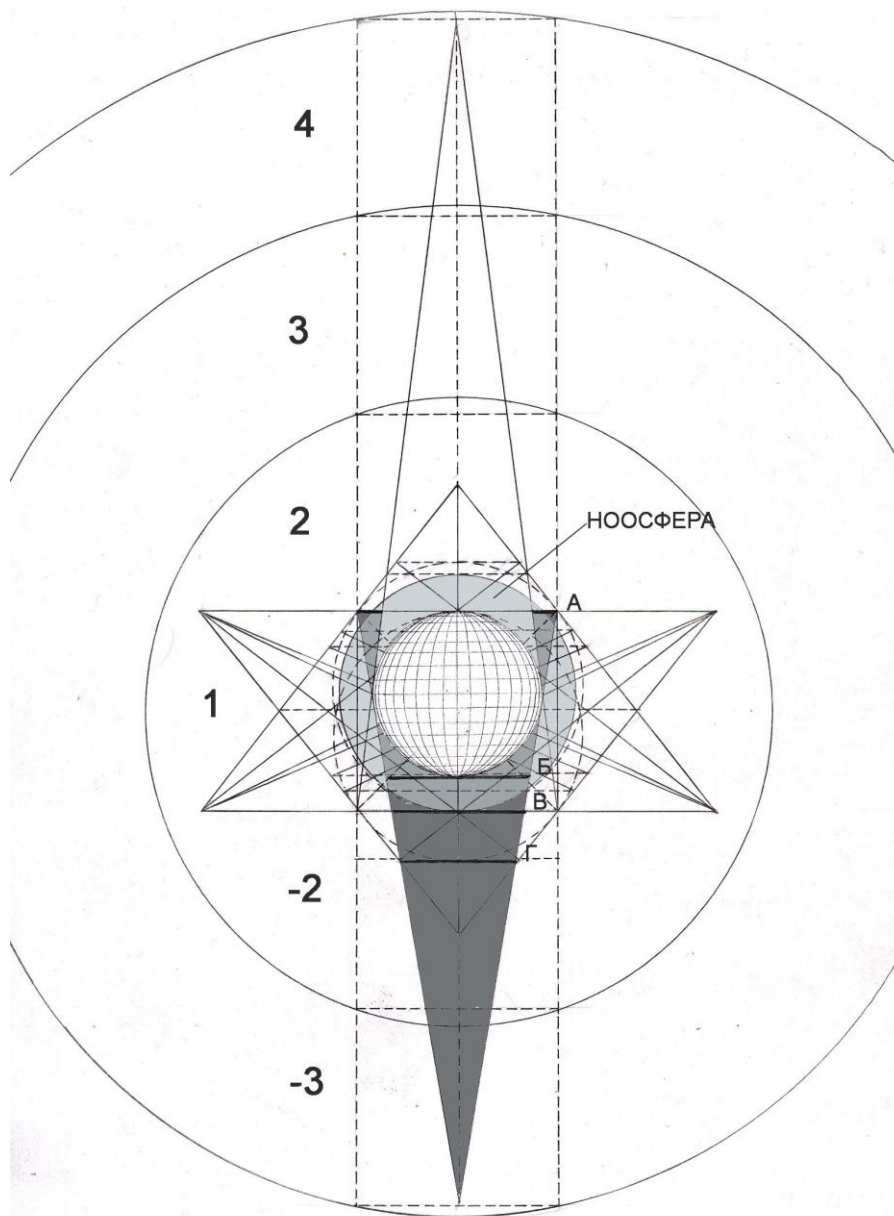


Рис. 1 – Проекционное пространство Земли

На этой границе встречаются потоки информационной и энергетической проекции, создавая феномен формы, определяемый сейчас как *рациональное знание*. То есть, импульс закодированной (оформленной) энергии движения в 3-х-мерном пространстве Земли встречается с зашифрованным сигналом информации небесного уровня. Этот формальное явление иллюстрируется известным метафорическим выражением «Знание – Сила». Становясь силовой формой, информация через знания, опускаясь далее последовательно через более низкие уровни земного пространства, реализуется в 2-х-мерную проекцию материального плана в виде линейных и точечных очертаний. При этом в характере сочетания этих знаков информационной (световой) проекции зашифровывается, кодируется, вся совокупность формы воплощенной материи в теле объекта.

Ноосфера (гр. *noos* = разум + *сфера*) – понятие, определяемое в XX веке, как новое состояние *биосферы* в процессе эволюции в связи с разумной деятельностью человека, являющейся решающим фактором её развития. Здесь на чертеже (см. рис. 1) Ноосфера, как сферическое пространство вокруг планеты Земля, одновременно и в согласии со структурной моделью объективного пространства геометрически очерчивает круг её пространственного сознания. Таким образом, наглядно определяется наличие живой, то есть разумной, сущности планетарного тела.

Основные сечения (А, Б, В, Г) проекционного пространства Земли представляют собой квадраты (см. рис. 2) с различной комбинацией черных и белых поверхностей.

Квадрат «А» с соотношением полос Ч/Б=1:6 показывает проекцию чёрной энергии на информационный уровень земного пространства («экран» земного Неба), на котором информационный сигнал материализуется с помощью энергии пространства в Знания. В акте пространственного движения чернота Бессознательного ограничивает возможности Сознательного, не дает человеку зримо фиксировать границы 3-х-мерного бытийного мира.

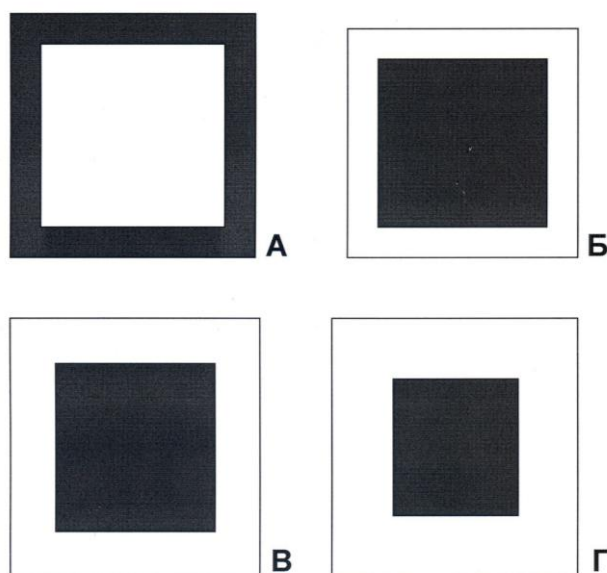


Рис. 2 – Основные сечения проекционного пространства Земли

Квадрат «Б» с соотношением полос Б/Ч=1:6 показывает проекцию информации (света) на уровень пространства, отвечающий за синхронизацию, т. е. за согласованную связанность потоков пространственного движения и сознания. Проекционный поток Сознательного пространства ограничивает поток Бессознательного, т. е. черная энергия сдерживается и регулируется проецируемым сверху информационным сигналом. Этот уровень в проекционном пространстве управляет синхронизацией потоков движения и сознания. На глобусе Земли он совпадает с южным полюсом планеты.

Квадрат «В» с соотношением полос Б/Ч=1:4 показывает проекцию информации (света) на условную поверхность Земли. Это тот уровень, на котором на проективной поверхности Земли материализуется линейный контур информационной (световой) проекции, иначе – её материальная форма. При этом тёмная энергия потока Бессознательного линейно ограничена, и форма структурно определяется информационным потоком Сознательного. Границы видимого светового проекционного потока совпадают с нижним пределом земного пространства, и через линейные очертания происходит окончательная материализация идеальной формы.

Квадрат «Г» с соотношением полос Б/Ч=1:3 показывает проекцию светового потока на подземный уровень до уровня кодирования материи из энергетической формы материи в структуру вещества (уровень кристаллизации, т. е. жесткого структурирования).

Фигура квадрата в сознании людей с незапамятных, мифологических, времён ассоциируется с планетой Земля, с условиями и правилами жизнедеятельности на земле. В практическом освоении земного пространства квадрат символизирует единичный, измерительный модуль земной поверхности. Эта связанность между прагматической действительностью и идеальностью представлений о некоем «ином мире» пространственных отношений характеризует всю эволюцию человеческого сознания и развития цивилизации. Она заложена также в некоторых константных отношениях, проявляемых при изучении существующих на земле материальных объектов, например, известной пирамиды Хеопса. Контур её очертаний, по сути, являются моделью проекционного пространства. В треугольнике её сечения отношение высоты к основанию равно числу 0,64. Радиус Земли, равный 6378245м, можно записать как приближённое $0,64 \cdot 10^4$ км, где число степени 4 согласуется с «4-х-этажностью» проекционного потока, приносящего информацию в земное пространство.

Взаимопроникновение таких разнохарактерных геометрических фигур, как треугольник, квадрат и круг, определяет свойства пространственной жизни на планете Земля, подвигает человечество от использования простых видимых свойств обыденного пространства к постижению всех сложных геометрических отношений мира идеального. Архитектура, как показывает история этой деятельности человечества, не только фиксирует, но и стимулирует развитие пространственного сознания человечества. Этот факт могут проиллюстрировать два примера, повлиявшие на процесс общекультурного и архитектурного развития человечества.

Первый пример – известное произведение «Чёрный квадрат» художника К.Малевича, с начала XX века и до сих пор волнующее зрителей. Особенное значение придается главному варианту из множества квадратов названного автора. Это квадрат «Б» (см. рис. 2), в котором соотношение ширины белой и чёрной полос численно равно 1:6. Именно такой квадрат в проекционной модели Земли обозначает момент синхронизации в движении планетарного тела, и он проявляется в нужный момент истории через конкретный творческий акт конкретного художника.

Как свидетельствуют современники, а затем и исследователи творчества К.Малевича [2], сам автор заявлял, что его квадрат является «голой иконой моего времени», а также: «Я видел самого себя в космосе, где меня скрывали точки и раскрашенные полосы; там, среди них я отправлялся в бездну. Этим летом я провозгласил себя президентом космического пространства». В статье «Бог не свергнут» Малевич замечает: «Природа скрывается в бесконечном и его многочисленных гранях, природу нельзя увидеть в предметах; она не имеет в своих проявлениях ни языка, ни формы, она бесконечна, и её нельзя постичь. Чудо природы состоит в том факте, что она остается в своей целостности, как в крохотном семечке, и, тем не менее, её нельзя постичь во всем её величии».

Квадрат К.Малевича «В» с соотношением белого к черному цвету, как 1:4, соответствует объективной проекции и материализации потока информации на земную плоскость. Квадрат «Г» с соотношением 1:3, по сути, показывает погружение потока пространственного сознания на подземный уровень, где происходит раскодирование материальной формы и переход материи в энергетическую фазу. Возможно, что как неосознанный символ выхода из жизненного пространства, именно такой квадрат в бумажной форме был помещен на могиле К.Малевича его друзьями.

В 1920 году Малевич начал уделять немалое внимание архитектуре. В ней он видел синтез всех видов искусств: «Архитектура – синтетическое искусство, и именно поэтому ей следует объединиться со всеми остальными областями искусства». Он писал, что его супрематистская система «сконструирована во времени и пространстве вне зависимости от какой-либо эстетической красоты, эмоции или состояния рассудка; это скорее философская система, раскрашенная новыми направлениями моих произведений, как познание».

Второй пример принадлежит художнику В.Татлину (см рис. 3а), который представил миру своё революционное произведение «Памятник III Интернационалу» в виде наклонной башенной конструкции также в 1920 году. Современник описывал эту авангардную позицию Татлина [2] как «приземлённую абстракцию» и привел интересное сравнение с Малевичем: «Каждого ожидала отдельная судьба. Не знаю, когда это началось, но, сколько я помню, они всегда занимались на Земле, в небесах и межпланетном пространстве». При этом Татлин обыкновенно оставлял Землю за собой, справедливо полагая, что Земля – та же планета и что она тоже может быть нефигуративной. Малевич же считал: «Творчество происходит лишь там, где на картине появляется форма, не имеющая ничего общего с тем, что создала природа; такая форма развивает живописные объёмы, не повторяя или не модифицируя первичные формы предметов в природе». Так зарождалось беспредметное изобразительное искусство и абстрактное мышление.

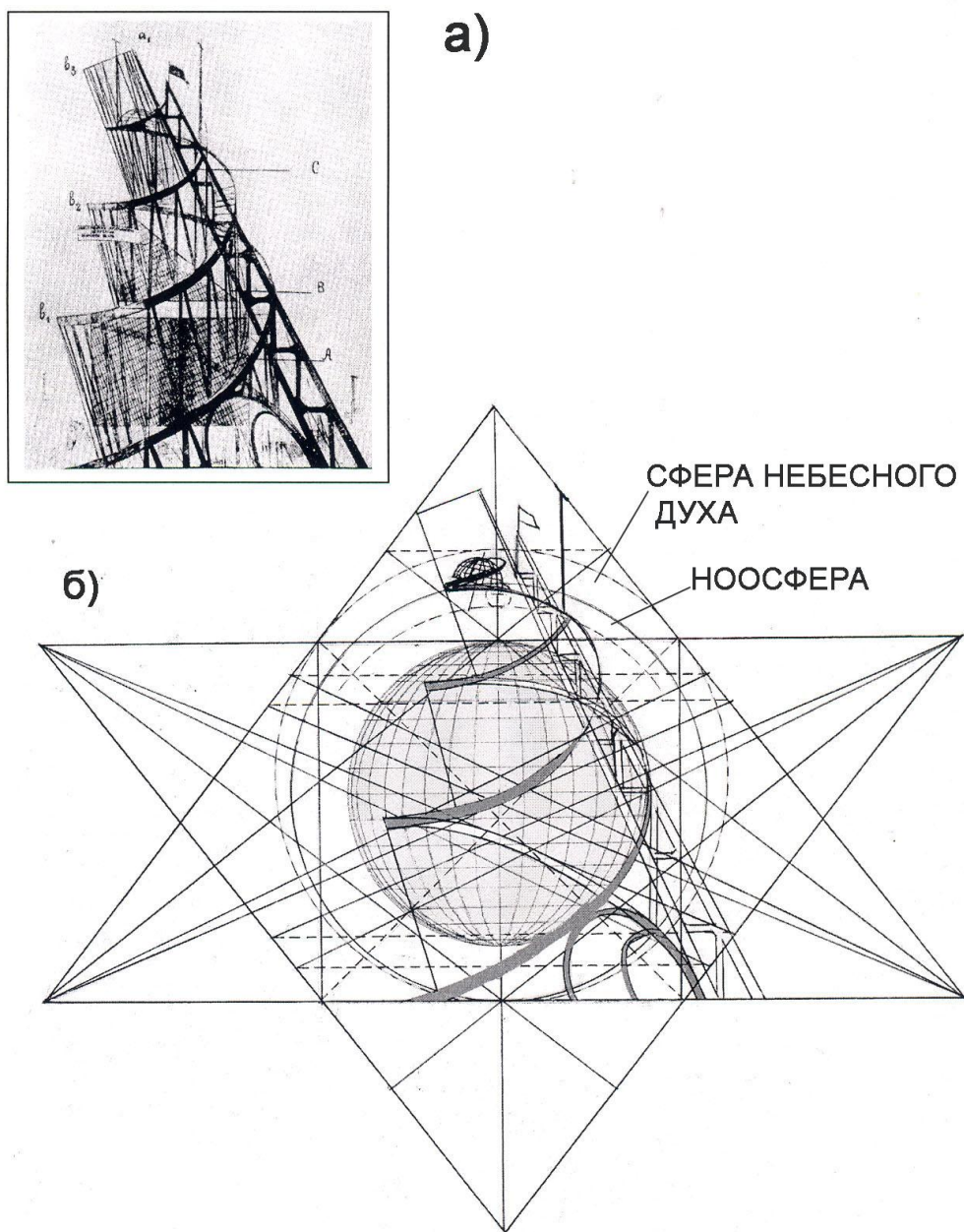


Рис. 3 – Планета Земля и её сфера пространственного сознания – Ноосфера:
 а) В.Татлин, башня III Интернационала, профильная проекция (1920 г.);
 б) совмещение траектории движения с пространственной структурой планеты

Если квадраты своими очертаниями символизируют горизонтальные срезы пространственной проекции, то, например, очертания вертикальных проекций в архитектурных объектах – это выражение движения вверх, к вершинам пространственного сознания. История архитектурного и технологического развития этому свидетельствует на примерах культовых зданий и сооружений, а также современных «небоскрёбов». Башня В.Татлина иллюстрирует собой эпоху начала социальной революции, когда шла цивилизационная смена понятий, и человек, проникаясь новыми образами идеального жизнеустройства, силой этих образов, сам отталкивался от бытийной поверхности и стремился как можно скорее подняться к высотам Духа.

Монументальное произведение В.Татлина оценивалось уже его современниками [3] вроде художественного манифеста или декларации новой революционной архитектуры. Всем казалось, что в поиске по форме, которая соответствовала прогрессивным общественным воззрениям революционного идеала, создатель этой башни находился полностью в образном мышлении и опирался на интуицию и эстетическое чувство, а не на хотя бы незначительные инженерные знания или научно-технический расчет, т. е. оставался необъективным. В действительности художественная интуиция (лат. *intuition* = взгляд), как безотчётное неосознанное чувство подсказывало правильное поведение, понимание чего-либо. Это способ постижения истины непосредственным путём без обоснования доказательствами ведет к созданию объективно верных образных очертаний.

Как это видно из схематического чертежа (см. рис. 3б), осевой наклон башни к нижней плоскости световой проекции соответствует углу наклона земной оси к плоскости эклиптики, который равен $66^{\circ}33'$. Такая знаковая направленность указывает на глубинные причинно-следственные связи между замыслом произведения и пространственной системой планетарного масштаба. Интересно также, что образная форма глобуса представлена одним, верхним (северным) своим полушарием, который символизирует собой ментальную часть планеты, соединяя между собой уровни планетарного подсознания и знания.

Планетарное значение произведения обнаруживается и прочитывается, если следовать за двумя спиральными траекториями, которые, подчиняясь наклону мачты, очерчивают основные контуры построения башни. Здесь обнаруживается, что обе спирали описывают тело глобуса, замыкая собой определённые функциональные уровни пространства Земли. Так, одна из спиралей, начинаясь с уровня проекционной поверхности, формирующего движение, проходит последовательно через уровни активизации и синхронизации двигательной части пространства, скользя по касательной к сферической поверхности планеты, поднимается к уровню формирования образов, а затем следующим витком достигая границы пространственного сознания Земли – Ноосферы, выносит образ планеты на уровень небесного Духа. Одновременно вторая спираль, проходя через уровень подсознания пространства, «выстреливает» его сразу на тот же уровень небесной духовности. При этом, обе спирали своими витками объединяются, проходя уже вместе через сферу пространственного понимания, или осознания.

Интересно также, что образная форма глобуса представлена одним, верхним (северным) своим полушарием, который символизирует собой ментальную часть планетарного тела, соединяя между собой уровни земного знания и подсознания.

Становится понятной взаимосвязанность эволюции человечества и всей исторической действительности: цивилизационные процессы актуализируются и реализуются в соответствии с пространством и временем нашей планеты, синхронизируясь по законам планетарной и космической динамики. Рассмотренный здесь примеры подтверждают тот факт, что интуитивная возможность и способность предвидеть, предчувствовать, предугадывать объективные законы и закономерности свойственно акту художественного творчества в большей степени, чем прогнозированию будущего только на рациональной основе.

Список литературы / References

1. Горшкова Г.Ф. Геометрическая структура архитектурного пространства: монография / Г.Ф. Горшкова; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2007. – 243 с., ил. ISBN 978-5-87941-5000-1
2. Нере, Ж. Малевич / Ж. Нере. TASCHEN GmbH, Köln, 2003. – АРТ-РОДНИК, издание на рус. яз., 2003. – 96 с., ил. ISBN 5-9561-0015-X
3. Afanasjew K.N. Ideen-Projekte-Bauten. Sowjetische Architektur 1917 bis 1932 / VEB Verlag der Kunst, Dresden 1973. – 159 s.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Gorshkova G.F. Geometricheskaja struktura arhitekturnogo prostranstva: monografija [The geometrical structure of architectural space: monograph] / G.F. Gorshkova; Nizhegorod. gos. arhit.-stroit. un-t – N. Novgorod: NNGASU, 2007. – 243 s., il. ISBN 978-5-87941-5000-1 [in Russian]
2. Nere, Zh. Malevich / Zh. Nere. TASCHEN GmbH, Köln, 2003. – ART-RODNIK, izdanie na rus. jaz., 2003. – 96 s., il. ISBN 5-9561-0015-X
3. Afanasjew K.N. Ideen-Projekte-Bauten. Sowjetische Architektur 1917 bis 1932 / VEB Verlag der Kunst, Dresden 1973. – 159 s.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.067

Сибгатуллина Л.Ш.¹, Сибгатуллин А.М.²¹Старший преподаватель, кандидат технических наук

Казанский архитектурно-строительный университет, кафедра «Архитектуры»

²Главный инженер проекта ООО «ПЦ ГРАД»

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТА

«КАЗАНСКАЯ ПРАВОСЛАВНАЯ ДУХОВНАЯ СЕМИНАРИЯ КАЗАНСКОЙ ЕПАРХИИ РУССКОЙ ПРАВОСЛАВНОЙ ЦЕРКВИ»

Аннотация

Объектом капитального ремонта является здание «Казанской православной духовной семинарии Казанской епархии Русской православной церкви». Целью обследования являлось определение технического состояния сооружения и выявление существующих дефектов конструкций, снижающих долговечность здания. На основании полученных результатов осуществлен анализ и расчет их возникновения. Задачами обследования являлось определение ремонтных и строительных мероприятий по устранению выявленных дефектов и продления сроков эксплуатации здания в целом.

Ключевые слова: обследования, конструкции, усиление, стены, кровля, водоотвод, ливневая канализация.

Sibgatullina L Sh.¹, Sibgatullin A. M.²¹Senior lecturer, PhD in Engineering

Kazan architecture and construction University, Department of Architecture,

²Chief project engineer, «PC GRAD».

CAPITAL REPAIR OF THE OBJECT

"KAZAN ORTHODOX THEOLOGICAL SEMINARY OF THE KAZAN DIOCESE OF THE RUSSIAN ORTHODOX CHURCH"

Abstract

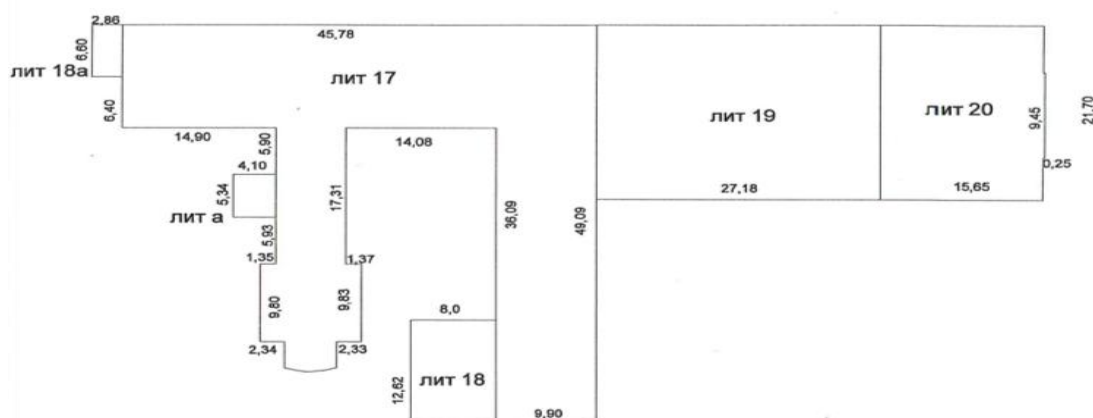
The object of the overhaul is the building of the Kazan theological Seminary of the Orthodox Kazan eparchy of the Russian Orthodox Church." The purpose of the survey was to determine the technical condition of buildings and identify existing defects in the structures, which reduces the durability of the building. Based on the results of the analysis and the calculation of their occurrence. Objectives of the survey was to determine repair and construction measures for elimination of revealed defects and extending the operation of the building as a whole.

Keywords: survey, design, reinforcement, wall, roof, drainage, storm sewer.

Согласно поручения Аппарата Президента Республики Татарстан Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Республики Татарстан поручило проектному институту ГУП «Татинвестгражданпроект» выполнить обследования инженерно-технического состояния конструкций комплекса зданий Казанской духовной православной семинарии по улице Челюскина, 31А г. Казани. На основании технического заключения по обследованию вышеуказанного здания ГКУ «Главное инвестиционно-строительное управление Республики Татарстан», определило перечень первоочередных работ по капитальному ремонту.

Казанская православная духовная семинария является высшим учебным заведением Казанской епархии Русской православной церкви и представляет собой комплекс зданий, предназначенных, как для духовного обучения и просвещения населения, так и для подготовки служителей и религиозного персонала Русской Православной Церкви.

Конфигурация здания в плане имеет сложную геометрическую форму, состоящая из основного здания, в которую входит звонница, молельный зал, трапезная, кельи, классы для обучения, и складские и вспомогательные помещения. В разный период времени к основному зданию были пристроены дополнительные корпуса (обозначены под литерами 18, 18а, 19, 20 (рис 1). Основная часть здания (литер 17) – двухэтажное здание с подвалом; пристроенные части имеют два и три этажа с подвалом (литер 18, 18а, 19 и 20 соответственно).



улица Челюскина

Рис. 1 – План здания

На период обследования здание эксплуатировалось по назначению в качестве церкви и духовной семинарии.

Конструктивное решение несущего остова объекта классифицируется, как бескаркасное кирпичное здание, несущими элементами, которого являются продольные и поперечными стены. Пространственная жёсткость здания обеспечивается за счёт жесткости продольных и поперечных кирпичных стен, горизонтальных дисков перекрытий. Здание разделено на блоки (литеры) с деформационными швами.

Обследуемый объект не является памятником культурного наследия.

С целью установления фактического технического состояния несущих и ограждающих строительных конструкций объекта, разработки рекомендаций по устранению причин дефектов и восстановлению повреждённых конструкций здания нами были выполнены следующие мероприятия:

- изучена и проанализирована имеющаяся техническая документация и руководящие материалы;
- проведен осмотр технического состояния строительных конструкций с выявлением дефектов в пределах обеспеченной доступности;
- выполнены обмерные работы по определению расположения и геометрических размеров сечений строительных конструкций;
- выполнено инструментальное освидетельствование прочностных характеристик несущих конструкций стен, перекрытий методом неразрушающего контроля, при помощи многофункционального электронного прибора «Оникс-2.6», предназначенного для измерения прочности бетона и кирпича.
- по результатам выполненных работ по обследованию конструкций и камеральной обработке имеющейся информации, оформлено техническое заключение с выводами и рекомендациями.

Инженерное обследование несущих и ограждающих строительных конструкций здания проведено в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов, строительной нормативной технической документации.

При инструментальном обследовании и освидетельствовании прочности строительных конструкций здания, использованы измерительные приборы и инструменты:

- дальномер «BOSCH» - инструментальные обмерные работы по определению фактического расположения строительных конструкций и геометрии конструктивных элементов;
- стальные рулетки длиной - 1,5м; 5,0м - измерение малогабаритных строительных элементов и геометрических размеров сечений;
- цифровой фотоаппарат «SonySuperSteadyShot DSC-W150» - фото фиксация технического состояния обследуемых конструкций.

В результате инженерного обследования были рассмотрены основные строительные конструкции: несущие и ограждающие конструкции стен; строительные конструкции крыши; строительные конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий; лестничные клетки и оконные и дверные блоки.

Несущие и ограждающие конструкции стен фасада обследованного здания оштукатурены и окрашены. Не утепленные конструкции несущих стен надземной части выполнены из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 640 - 840 мм. Внутренние поверхности наружных и внутренних стен помещений оштукатурены. Конструкции подвальных стен выполнены из фундаментных блоков типа ФБС.

Результаты обследования показали, что на протяженных участках конструкций стен и в замковой части арочных перемычек имеются наклонные и слабонаклонные трещины. Эти трещины образовались вследствие неравномерной осадки фундаментов. Также выявлены вертикальные трещины в местах сопряжения отдельных литеров (деформационных швах), возведенные в разный период времени. Негативным фактором неравномерных осадок фундаментов является нарушение водоотвода с территории объекта, а также нарушение целостности отмостки по периметру здания на отдельных участках. С целью установления стабилизации осадок фундаментов эксплуатирующей организацией установлены «маяки». Наружные стены здания не утеплены, что является нарушением теплотехнических требований по энергосбережению. На внутренней поверхности подвальных стен выявлены участки с нарушением целостности отделочного слоя. Причиной является нарушение герметичности или отсутствие вертикальной гидроизоляции. На отдельных участках цокольной части наружных стен выявлены зоны отслоения штукатурного слоя фасада. Так же имеются отслоения и нарушения штукатурного слоя фасада в местах расположения водосточных воронок.

Строительные конструкции крыши обследуемого здания классифицируется как преимущественно двухскатного профиля с холодным чердаком. В составе стропильной системы крыши имеются наслонные стропила, стойки, подкосы, мауэрлат, кобылка, обрешетка. Несущие элементы крыши выполнены из бревен и брусков. Обрешетка выполнена из досок толщиной 25-30 мм с шагом 250-300 мм. В составе крыши имеются слуховые окна. Кровля здания выполнена из кровельной стали с масляной покраской в зелёный цвет. Система организованного водостока с кровли выполнена при помощи водоразделов, водоприемных воронок и водосточных труб. На отдельных участках над карнизной частью имеются ограждения. В осях 4-5/Д-И кровля классифицируется как плоская, бесчердачная совмещенная. Водоотвод талых атмосферных осадков осуществляется через отверстие в наружной стене.

Результаты обследования выявили на поверхности кровли отверстия, свидетельствующие о ее не герметичности. На нижней поверхности кровли имеются множественные следы образования ржавчины, в результате скопления конденсата, служащей причиной замачивания конструкций нижележащих помещений. Причиной образования конденсата является недостаточная вентиляция и утепление чердачного пространства. Кроме того, дополнительным негативным фактором, усугубляющим образования конденсата, является то, что отдельные воздуховоды выведены в чердачное пространство.

Осмотром технического состояния кровли установлено наличие прогибов на поверхности кровли, говорящей о недостаточной несущей способности конструкций стропил.

Система организованного водостока нарушена, водоразделы и водоприемные воронки деформированы, засорены, а на отдельных участках вовсе отсутствуют.

Имеющиеся следы замачивания на потолке помещения, указывает на нарушение целостности кровли плоской крыши, расположенной в осях 4-5/Д-И. Негативным фактором, препятствующим свободному стеканию атмосферных осадков с поверхности плоской кровли, является захламленность.

Отсутствие обработки антипиренами и антисептиками поверхности деревянных элементов стропильных систем приводит к их гниению и возможности пожарообразования. Отсутствие защитного ограждения отдельных кирпичных воздухопроводов, приводит к разрушению штукатурного слоя. Кроме этого выявлено отсутствие крепления стропильной системы чердачной крыши к несущим кирпичным стенам при помощи скруток и арматурных стержней (за исключением литеры 20).

Конструкции междуэтажных перекрытий над подвальным, первым, вторым и третьим этажами, выполнены из сборных железобетонных круглопустотных плит перекрытий, опирающихся на продольные несущие кирпичные стены.

Осмотр плит перекрытий выявил сдвиговые волосяные трещины, между плитами, которые образовывались в результате незначительных неравномерных деформаций осадки несущих и самонесущих стен здания. Отмеченные трещины не являются опасными и не оказывают влияния на снижение несущей способности и общей устойчивости литеров здания.

Утепление чердачного перекрытия выполнено из засыпки шлака. По верху шлаковой засыпки хаотично и беспорядочно произведена наброска утепляющих горючих пенополистирольных плит, что недопустимо с точки зрения отсутствия эффекта утепления чердачного перекрытия и возгораемости дополнительного утепляющего слоя.

В составе обследованного здания имеются 4 внутренние лестницы. Лестницы выполнены из сборных бетонных элементов по стальным косоурам из прокатных швеллеров. Со стороны дворового фасада имеется стальная эвакуационная лестница, выполненная из стальных прокатных элементов. Дефектов и повреждений, влияющих на несущую способность и устойчивость конструкций лестниц не выявлено.

В качестве оконных блоков применены блоки с деревянными и пластиковыми оконными стеклопакетами. Наружные дверные блоки выполнены из стальных и деревянных элементов коробок и полотен. Внутренние дверные блоки выполнены из деревянных конструкций.

Сохранившиеся деревянные оконные блоки имеют незначительную степень поражения гнилью. Герметичность деревянных оконных блоков не обеспечивается. Наблюдается нарушение герметичности дверных блоков в притворах, неисправность фурнитуры (дверные ручки, врезные замки), нарушение целостности и отслоение лакокрасочного слоя, износ порогов.

Система ливневой канализации на территории семинарии отсутствует, способствуя замачиванию фундаментов и подвальных помещений, приводящей к неравномерной деформации грунтового основания и осадке здания.

Для восстановления технического состояния и несущей способности конструкций фундаментов было рекомендовано выполнить вскрытие грунтовых шурфов, а также произвести инженерно-геологические изыскания для установления типа грунтов. В местах увлажнения стен подвала необходимо осуществить работы по устройству вертикальной гидроизоляции стен. Для устранения скопления талых вод с дворовой части семинарии было рекомендовано выполнить устройство ливневой канализации для подключения к магистральному ливневому коллектору, проходящему по ул. Челюскина.

С целью усиления ослабленных трещинами участков стен и восстановления их несущей способности, необходимо произвести инъекцию всех имеющихся трещин в кирпичных стенах с использованием ремонтных составов на цементной основе через несквозные наклонные шпury. После выполнения работ по укреплению кладки инъектированием трещин, необходимо выполнить работы по утеплению стен с использованием негорючего утеплителя из минераловатных плит и восстановление наружного отделочного слоя - оштукатуривание цементно-песчаным раствором по штукатурной сетке с последующей покраской поверхности за два раза.

Трещины над замковой частью оконных проемов рекомендовано устранить усилением кирпичных стен. В связи с тем, что на отдельных оконных проёмах отсутствуют защитные фартуки с наружной стороны подоконников, рекомендуется их установить.

Выполнить затирку продольных швов плит перекрытий с использованием пластичных ремонтных составов на цементной основе в местах образования трещин.

Выполнить поверхностную обработку всех деревянных элементов стропильной системы антипиреном и антисептиком.

Произвести полную замену существующей системы утепления засыпкой над конструкциями чердачного перекрытия здания на теплоизоляцию из негорючих минераловатных плит расчетной толщиной по слою пароизоляции. По верху эффективного утеплителя необходимо выполнить ходовые мостики из деревянных щитов с использованием досок толщиной 50 мм, обработанных составами антисептика и антипирена. Ходовые мостики рекомендовано уложить по середине чердака и к каждому из слуховых окон.

Осуществить замену конструктивных слоев плоской кровли, расположенной в осях 4-5/Д-И с обеспечением беспрепятственного организованного водосток с кровли.

Произвести работы по локальному ремонту конструкции кровли методом замены отдельных поврежденных листов кровли. Механически зачистить поверхность кровли в местах отслоения окрасочного слоя краски или в местах наличия ржавчин. После чего выполнить окраску всей кровли за два раза. Выполнить работы по устройству защитного ограждения по периметру всего здания. Выполнить работы по рихтовке существующих и по устройству отсутствующих водоразделов системы организованного водостока.

Обеспечить вентиляцию чердачного пространства устройством вентиляционных отверстий и аэраторов или устройством вентиляционных решеток на слуховых окнах. Вывести воздухопроводы за пределы чердачного пространства.

Произвести работы по обеспечению требуемой огнезащите стальных конструкций косоуров при помощи оштукатуривания цементно-песчаным раствором толщиной 20-25 мм по штукатурной сетке или при помощи обшивки боковой поверхности стальных косоуров из двух слоёв ГКЛ с последующей затиркой и покраской.

Произвести полную замену дефектных деревянных оконных и дверных блоков, с учетом современных требований по тепловой защите, долговечности и защите от шума.

Для обеспечения прочности и долговечности здания специализированной проектной организации необходимо разработать проект капитального ремонта здания с мероприятиями, устраняющими выявленные дефекты.

Литература

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004 г.

2. ГОСТ 31937-2011 Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве (МНТКС), ЕАСС, Москва, 2011. – 89с.

References

1. SP 13-102-2003. Pravila obsledovanija nesushih stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij [Rules of examination of bearing building structures of buildings and constructions]. – M.: Gosstroj Rossii, GUP CPP, 2004 g.

2. GOST 31937-2011. Mezhgosudarstvennij standart. Zdanij i sooruzhenij. Pravila obsledovanij i monitoringa tekhnicheskogo sostojnija. Mezhgosudarstvennaja nauchno-tekhnicheskaja komisij po standartizacii, tekhnicheskomu normirovaniju i ocenke sootvetstvija v stroitel'stve (MNTCS), EASS [Interstate standard. Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition. Interstate scientific-technical Commission on standardization, technical regulation and conformity assessment in construction (MNTKS), EASC]. – Moscow, 2011. – 89p. [In Russian].

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ / ARTS

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.157

Назаров Ю.В.¹, Попова В.В.²

¹ORCID: 0000-0002-3043-3654, Доктор искусствоведения,

²ORCID: 0000-0002-9032-8266, аспирант,

Московский Государственный Университет Дизайна и Технологии

ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕКСТИЛЬ.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены основные инновационные направления в технологии разработки и производства тканей, объединённые под общим названием «нео-текстиль». В статье представлен обзор основных видов подобных материалов. Данная группа охватывает практически все новые виды текстиля, в том числе и материалы с активными функциями. Сегодня существуют три семейства подобных материалов: электронный текстиль, текстиль с активными свойствами и эко-техно текстиль. Существенной характеристикой электронных текстильных изделий является наличие источника питания для осуществления их потребительских функций. Так же в статье рассмотрены наиболее существенные характеристики и области применения инновационных текстильных материалов.

Ключевые слова: инновационный текстиль, материалы, умные ткани, инновационные направления, электронный текстиль, активный текстиль, эко-техно текстиль.

Nazarov Y.V.¹, Popova V.V.²

¹ORCID: 0000-0002-1825-0097, PhD in Art,

²ORCID: 0000-0002-1825-0023, postgraduate student,

Moscow State University of Design and Technology

INNOVATION TEXTILES. MAIN TYPES AND APPLICATIONS

Abstract

In this article have represented the basic directions of innovation under the name "Neo-textiles". The article has provides an overview of the main types of such materials. This group covers almost all new fabrics, including materials with active functions. Today there are three families of similar materials: electronic textiles with active properties and eco-tech textiles. The essential characteristic of the electronic textile products needs the power supply for its consumer functions. Also in the article have presented the most important characteristics and applications of innovation textile materials.

Keywords: Innovative textiles materials, smart fabrics, innovative directions, electronic textiles, textile active, eco-techno textiles.

Активное развитие науки и продвижение передовых технологий на современном этапе явилось основой для формирования новой области знаний - инновационного материаловедения - и стало причиной появления новой категории материалов - так называемых «умных тканей». Их особенность заключается в реакции на изменение состояния окружающей среды, а также состоит в способности изменять свои свойства в зависимости от внешних факторов. «Умные» материалы комфортнее, чем традиционные: греют в мороз, охлаждают в жару и даже меняют размеры в зависимости от температуры. В дизайне костюма и экспериментальном дизайне применение новых тканей способствует разработке уникальных многофункциональных объектов, не имеющих аналогов в дизайнерской

практике. «Умные материалы» иногда представляют собой целый программно-аппаратный комплекс, состоящий из всевозможных сенсоров, миниатюрных процессоров и исполнительных наноустройств.

В разнообразной палитре текстильных изделий технического назначения (ТИТН), начиная с 1990 года выделились несколько инновационных направлений под общим названием «нео-текстильные изделия». Эта группа охватывает практически все новые ткани, в том числе и материалы с активными функциями. Сегодня существуют три семейства подобных материалов: электронный текстиль, текстиль с активными свойствами и эко-техно текстиль. Существенной характеристикой электронных текстильных изделий является наличие источника питания для осуществления их потребительских функций. Электронные текстильные материалы и активные текстильные материалы появились одновременно, в 1990-х годах. Эко-техно текстиль, образовавший новую категорию материалов, возник недавно, в начале 2010-х годов. Он является флагманом эко-технологии, его применение позволяет развивать природоохранную деятельность посредством восстановления и защиты окружающей естественной среды. Данные три семейства тканей используются во всех разделах ТИТН.

Электронный текстиль является материалом, проводящим и одновременно потребляющим электрическую энергию. Он объединил две ранее самостоятельные области: текстиль и электронику. Текстильный материал является основой, на которой устанавливаются разнообразные электронные устройства. Порой текстиль включает в себя различные датчики и контактные кабели. Схематически электронное подобное устройство состоит из микроконтроллера, подключенного к внешнему устройству, являющемуся датчиком, переключателей, батарей питания и внешних устройств, таких как колонки, дисплеи, светодиоды, электролюминесцентные экраны, объективы и т.п.

Микроконтроллер является упрощенной версией компьютера, контролирующего вход и выход информации. Внутри микроконтроллера находится чип, выполняющий ранее установленную программу и сохраняющий в своей памяти поступающую информацию. При наличии питания от батареи он может работать автономно, в современной терминологии данное устройство называется «бортовое». Встроенные чипы активно используются для изготовления спортивной одежды и костюмов для различных шоу-программ. Когда технические компоненты имеют небольшой размер, принято говорить о микроэлектронике. Есть два типа электронных устройств: аналоговые и цифровые. Аналоговые электронные устройства используют электрические и механические компоненты.

Компоненты цифровой электроники, являющиеся наиболее простыми и исторически первыми, были получены благодаря применению программирования. Это обстоятельство вынуждает производителей электронного текстиля в дополнение к знаниям собственно электроники также изучать язык программирования. Обычно используемые в электронном текстиле устройства генерируют свет (электролюминесценция, LED, волоконная оптика, OLED), включают звуковые колонки (MP3, устройства связи), проецируют изображение (ЖК экраны, OLED, LCD), обладают тепловыми свойствами (резистивные волокна, волокна с памятью формы). В настоящее время существуют и разрабатываются чипы, принимающие и обрабатывающие сигналы от нескольких датчиков (давление, температура, акселерометр, влажность, пульс, газ и т.д.). Такие ткани имеют как правило два активных режима. Эти функции являются обратимыми, так как текстильное изделие может перемещаться из пассивного состояния в активное с помощью переключателя. Ткани могут быть интерактивными, поскольку они реагируют на внешние раздражители, отвечая на сигналы. Когда программное обеспечение обладает обширными возможностями, у потребителей создается ощущение, что они имеют дело с «умными» тканями. Но такой эффект возможен только в результате создания сложных сценариев с помощью дизайна и информационных технологий.

Активный текстиль не требует электропитания для своего функционирования. Такой материал широко используется в текстильной, косметической, химической и парфюмерной области. Как и в электронном текстиле ткань формирует преимущественно подложку, на которой данная технология и применяется. Наружный слой может быть нанесён с помощью печати или химической отделки, то есть влажным способом; путём заполнения (погружения ткани в ванну) или распыления. Наиболее распространенные технологии связаны с интегрированием в ткань ароматных молекул, косметических или термохромных волокон в виде микрокапсул для предохранения от неприятных запахов, для сохранения тепла и создания эффекта люминесценции. Эти ткани имеют два режима работы: активный и пассивный. Материалы являются обратимыми, они способны изменять внешний вид и возвращаться к своему первоначальному состоянию, изменяя такие внешние параметры, как температура, влажность или давление. Они способны реагировать на индивидуальное состояние пользователя, изменяя свой цвет и форму.

Третьим семейством текстильных изделий, обладающим активными функциями, является **эко-техно текстиль**. Следует отметить, что данное направление производства не предполагает простую «вторичную переработку» самого продукта. Оно связано с учётом ограничений при разработке заданий на проектирование и при дальнейшем изготовлении текстиля, применяемого для всех областей. Эко-техно текстиль подразумевает использование новых оригинальных технологий в сочетании с эко-ответственностью, выходящей за рамки жизненного цикла самого материала. На данный момент внедрено лишь небольшое число подобных проектов. Но благодаря творчеству и научному поиску исследователей рождается новое семейство материалов, заслуживающее внимательного рассмотрения. Без сомнения, процесс создания подобных тканей в большой степени разрушает сложившиеся стереотипы. Эти текстильные изделия по большей части находятся в процессе маркетинговых исследований. Эко-текстиль разрабатывается на основе партнерства между промышленными дизайнерами и научно-исследовательскими лабораториями. Иногда сами технологии являются катализатором в работе, иногда, наоборот, творческие рычаги помогают найти новые направления в технологических исследованиях. Порой креативный подход является единственным способом для преодоления конкретных трудностей, но он всегда соседствует с находящимся на первом плане ответственным подходом. Здесь речь ещё не идёт об экодизайне, устойчивом развитии или экологическом сознании, но всем участникам данного процесса ясно, что необходимо найти решения для непредсказуемого завтрашнего дня. Есть много областей, где уже применяется эко-текстиль: например, это ткань, обеззараживающая окружающий воздух с помощью ультрафиолетового излучения, проводимого с помощью оптических волокон

Brochier; это использование текстиля в производстве биотоплива из микроводорослей в проекте «Занавес из водорослей» группы лондонских дизайнеров под названием Loop. Некоторые из подобных проектов уже являются частью коллекций WattWatch™, принадлежащей Marithé et François Girbaud. Интересно отметить, что большинство исследований производится в области отделки тканей, выбранного в качестве стратегического направления для творчества и для учёта экологических факторов, связанных с охраной окружающей среды.

Список литературы / References

1. Бост Ф., Кросетто Г. Инновационный текстиль и активные материалы. – 2014. С. 22-33.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Bost F., Crosetto G. Textiles innovations et matieres actives [Innovative textiles and active material]. – 2014. P. 22-33. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.174

Чжан Вэньси

Аспирант кафедры художественного образования и декоративного искусства,
Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена в г. Санкт-Петербурге

ПОКУПАТЕЛИ ПРЕДМЕТОВ КИТАЙСКОГО ИСКУССТВА

Аннотация

В статье дается краткий обзор истории коллекционирования предметов искусства в Китае, начиная с эпохи Хань по настоящее время. Называются основные покупатели предметов искусства в древнем и современном Китае. Обосновываются причины, почему современный Китай становится не только страной, где работают художники и создаются художественные произведения, но и местом, где идет оживленная торговля традиционной и масляной живописью, каллиграфией, где активно развивается коллекционирование предметов искусства. Результаты исследования могут быть использованы в качестве учебного материала в высших учебных заведениях Российской Федерации и Китайской Народной Республики художественного профиля.

Ключевые слова: аукционы, коллекционеры, предметы искусства, коллекционирование с инвестициями.

Zhang Wenxiu

Postgraduate student, Department of Art Education and Decorative Arts, Herzen University, Saint-Petersburg

COLLECTIONISTS OF CHINESE ART WORKS

Abstract

The author of the present article gives a brief review of the history of collecting pieces of art in China from Han dynasty up to the present days and mentions main customers of arts through all this period. Author explains some reasons why China in nowadays becomes a significant place not only for artists but also for developing art market and its major fields in this country: Chinese painting, calligraphy, european style oil paintings. Rapid growth of the sphere of collecting artistic works is important characteristic of modern Chinese art market as well.

The summed results of the present studies can be use as an educational materials in higher education institutes both in Russian Federation and in People's Republic of China.

Keywords: auction market, collectionists, pieces of art collection, with investments.

Традиционные покупатели предметов искусства

«Современная история аукционов в КНР отсчитывается с 1992 г. За прошедшие двадцать с небольшим лет аукционы оказали неоценимую помощь в развитии и процветании всего рынка торговли предметами искусства. На древней земле Китая вновь появились коллекционеры. И в Китае, и за рубежом сходятся во мнении в том, что континентальный Китай становится не только источником предметов искусства, но и местом, где идет оживленная торговля ими, и активно действуют коллекционеры» [1. с. 24].

«Когда в начале 90-х годов в Пекине и Шанхае стали проводить первые аукционы по торговле предметами китайского искусства, среди покупателей было 50-60% иностранцев и только 40-50% китайцев. В настоящее время ситуация радикально изменилась – 70% покупателей – это граждане КНР и только около 30% – иностранцы. Что представляется не менее важным, произошли изменения в структуре сделок» [1. с. 53]. В начале 90-х годов дорогие лоты были объектом конкуренции между иностранцами, в то время как китайские покупатели сражались между собой преимущественно в среднем и нижнем ценовых сегментах. В наши дни вокруг самых дорогих экспонатов идет борьба между китайскими покупателями – особенно заметной эта тенденция стала после азиатского финансового кризиса. Ситуация на пекинском рынке в целом схожая – лоты, стоимостью свыше миллиона, десятки миллионов юаней уходят коллекционерам из Северо-Востока, Пекина, Тяньцзиня и региона Янцзы. Крупные аукционеры уже не смотрят в сторону заграничных покупателей, а стремятся заработать на внутреннем рынке. Это можно рассматривать в качестве свидетельства возрождения дела коллекционеров Китая.

«В качестве государства с древней цивилизацией Китай обладает богатым культурным наследием. Согласно историческим записям, коллекционирование зародилось в эпоху Хань и к периоду династий Мин и Цин вступило в эру своего расцвета. Традиционное сообщество коллекционеров состояло из трех частей: чиновничества, купечества и интеллигенции. В трактате Сун Вэйцзуня «Сюаньхэуап» перечислены книги и картины из собрания императора – все они представляли собой первоклассные работы. Пекин был политическим центром Китая на протяжении более десяти императорских династий, и вполне естественно, что он превратился в центр коллекционирования» [1. с. 27].

Коллекционирование в Китае было весьма распространено и в народной среде. Классическим примером можно считать соби́рание предметов из яшмы купечеством и интеллигенцией. Купцы, банкиры и торговцы держали наиболее

значительные негосударственные коллекции. Многие художники в бытовых вопросах были полностью зависимыми от патронирующих их предпринимателей. «В Китае интеллигенты, доктора и сами художники зачастую становились основателями крупных коллекций. Конечно, у них не было полномочий придворных или богатства купцов, но они жили в достатке, эстетические вкусы у них были достаточно развиты. В качестве примера можно упомянуть выходцев из Шанхая Цянь Цзиньтана, У Хуфая, Се Чжияля, Чэн Шифа, а также Е Цяньюя, Лю Хайли и других богатых коллекционеров. Нередки были случаи, когда доктора, которые лечили художников, сами постепенно приобщались к искусству и становились коллекционерами» [1. с. 29].

После революции 1949 г. в стране было объявлено о том, что культурные ценности могут принадлежать только государству (государственным музеям). Роль и законность частных коллекций повсеместно отрицались. В совокупности с экономическим фактором это означало смерть частного коллекционирования. На предметы искусства можно было только смотреть, они потекли в государственные хранилища и на зарубежные рынки. Значительная по своему объему и качеству утечка предметов искусства за рубеж нанесла большой вред государству.

Новые китайские коллекционеры

Выше мы говорили о традиционных коллекционерах предметов искусства, включающих в себя чиновников, купечество и интеллигенцию. В наши дни наряду с этими традиционными собирателями предметов искусства появились и новые.

Предприниматели негосударственного сектора экономики

Частные предприниматели как правило стремятся к тому, чтобы диверсифицировать свои вложения. В намерении сохранить и приумножить заработанные капиталы, они активно инвестируют изрядную долю заработанного в предметы искусства.

Коллекционеры из среды новых интеллигентов

Интеллигенция – литераторы, художники, врачи, – издревле традиционно составлявшие ядро сообщества коллекционеров в Китае сохранили определенное влияние и в наши дни.

По мере развития инновационной экономики и укрепления роли интеллигенции в КНР, растет число как иностранных специалистов, направляемых в Китай, так и национальных экспертов. Их доходы нельзя назвать скудными, при этом они обладают развитым эстетическим чувством. В настоящее время они превратились в заметную часть сообщества коллекционеров.

Профессиональные коллекционеры

Торговцы живописью, антиквары – все это люди, имеющие непосредственное отношение к коллекционированию предметов искусства. Многие из них вообще не занимаются торговлей, посвящая все свое время исключительно коллекционированию.

Коллекционеры - представители других профессий.

В Китае в наше время коллекционерами нередко становятся люди, занятые в сфере обслуживания – менеджеры гостиниц, повара, оформители картин, а также критики и журналисты.

Причины расцвета коллекционирования предметов искусства в Китае:

Во-первых, государство признало роль частных коллекций в качестве важного дополнения принадлежащих государству собраний. Монополия государства на коллекционирование предметов искусства несет с собой массу недостатков. Частные коллекции способствуют улучшению оборота предметов искусства, развитию исследований в этой области, повышают культурный уровень населения. Частное коллекционирование является благоприятным фактором в работе по охране культурного наследия. Во-вторых, развитие экономики привело к появлению прослойки коллекционеров. Коллекционеры могут появиться только при определенных экономических условиях. Согласно международной практике, основой для развития рынка предметов искусства является уровень ВВП на душу населения в 10 тыс. долларов. Китай – страна с огромным населением, несмотря на то, что относительная доля богатых в Китае невелика, в абсолютных цифрах – это вполне внушительная социальная группа, способствующая расцвету рынка предметов искусства. История развития подтверждает достоверность этого тезиса.

В-третьих, соединение коллекционирования с инвестициями означает открытие нового канала для инвестирования. Концепции инвестиций в последнее время существенно изменились. Если подходить к вопросу инвестирования с современных позиций, очевидно, что вложения в предметы искусства имеют весьма высокую рентабельность.

Современная каллиграфия и живопись

Рынок современной китайской каллиграфии и живописи развивался по синусоиде: в 80-х годах прошлого века эти произведения просто дарились, в начале 90-х годов за них предлагали 200-300 юаней, в середине 90-х цены подскочили до десятков тысяч юаней, в период со второй половины 1998 года по 1999 год цены снова обрушились, а с 2004 года начался новый взлет. Такие колебания связаны с экономической конъюнктурой в стране и за рубежом, а также слепым и ошибочным следованием инвестиционным настроениям. Конечно, современная живопись и каллиграфия по степени своего понимания не могут сравниться с искусством нового и новейшего времени. Последнее уже прошло проверку историей и рынком, заняло свое место в категории художественных и рыночных ценностей. Работы же наших современников слишком близки к нам с временной точки зрения, поэтому при их оценке легко совершить ошибки эмоционального характера.

«Современную живопись и каллиграфию» можно разделить на «картины новых интеллектуалов», «абстракционистскую тушевую живопись», «новую прилежную кисть» и другие течения. К числу основных авторов молодого и среднего поколения относятся Хэ Цзяин, Цзя Юфу, Сяо Пин, Ван Минмин, Фэн Юань, Лю Давэй, Ван Чэнси, Лю Вэньси, Ван Сицзин, Ши Голян, Ян Яньвэнь, Цзэн Ми. Современная живопись и каллиграфия являются важным явлением нынешнего аукционного рынка искусства. Существует много причин благоволения рынка к современной живописи и каллиграфии. К важнейшим из них следует отнести относительную простоту решения проблемы подлинности работ, многообразие художественных ресурсов, широкие возможности выбора для

коллекционеров. Сюжеты отражают нынешнюю жизнь, а художественные стили отвечают эстетическим привычкам и взглядам современного человека.

Список литературы / References

1. У Цзясюань, Фан Мэйцзюнь, Вэнь Жотин. Коллекции произведений китайского современного искусства на аукционном рынке. – Тайбэй, 2006г.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Jiaxuan, Fan Meytszyun, Wen Zhotin. Kollekcii proizvedenij kitajskogo sovremennogo iskusstva na aukcionnom rynke [Collection of Chinese contemporary art in the auction market]. Taipei. 2006

КУЛЬТУРОЛОГИЯ / CULTURE STUDIES

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.186

Гертнер С.Л.¹, Китов Ю.В.²

¹Доцент, доктор философских наук, Московский государственный институт культуры,

²Ассистент-исследователь, доктор философских наук, Университет Висконсин-Милуоки

КУЛЬТУРНЫЕ ИНТЕРЕСЫ КАК ОБЪЯСНИТЕЛЬНЫЙ ПРИНЦИП И СРЕДСТВО ПРОБЛЕМАТИЗАЦИИ КУЛЬТУРНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Аннотация

В статье на примере анализа природы и предметов культурных интересов высшего среднего класса как мирового явления, и бизнес-, управленческой элиты в России, делается вывод об изменении их идентичности в сторону, отдаляющую данные социальные группы от национальной культуры. Данные социальные образования избраны в качестве предмета изучения, так как их деятельность оказывает возрастающее влияние на мировое, как экономическое, так и социально-культурное развитие. Средний класс, который ранее являлся самым активным социальным классом в любой национальной экономике и культуре, стал терять свои позиции в условиях глобализации. Транснациональный и блоковый характер экономического развития, привнесенный глобализацией, поставил в ущемленное положение социальных классы, излишне связанные с национальными экономиками и реализующие культурные интересы в границах национальной культуры. Оказавшись таким классом, средний класс на Западе стал уступать лидирующие позиции высокому среднему классу. В России же специфика концентрации экономических ресурсов в руках элиты не создала условий для развития в стране среднего класса. Экономическое превосходство высшего среднего класса и элиты стало определять их идентификацию в области культуры. И если культурные интересы российской элиты реализовывались по свойственному для современных элит сценарию интереса к исключительному, то высокий средний класс сделал предмет своих культурных интересов – стандартное. Вместе с тем, если элитное исключительное является недоступным большинству населения, а потому не оказывает на национальную культуру существенного влияния, то стандартное высшего среднего класса, помещенное в условия национальных культур, отслаивает от них непонятное, неудобное, неприятное. Последнее происходит не по причине неразвитости общих культурных интересов высшего среднего класса, а диктуемой его глобальной мобильностью, приоритетной реализацией видов интересов, ответственных за чувство удовольствия, стремления к комфорту, ощущению известного. Проявляясь вначале как стремление к привычному в непривычном месте, культурные интересы высшего среднего класса структурируют сервис бизнес-услуг, максимально дистанцируя его от связи с локальной и национальной культурой.

Российская бизнес-элита и элита в области управления, выдвигая критерий экономической нецелесообразности для сокращения высшего образования, не испытывает при этом культурного неудобства, так как ее культурные интересы реализуются в учебных заведениях, находящихся за пределами страны.

Ключевые слова: высокий средний класс, бизнес- и управленческая элита, культурные интересы, культурная идентификация, стандартизация культуры, культурная денационализация.

Gertner S.L.¹, Kitov Y.V.²

¹Associate professor, PhD in Philosophy, Moscow State Institute (University) of Culture,

²Research Assistant, PhD in Philosophy, University of Wisconsin-Milwaukee

CULTURAL INTERESTS AS AN EXPLANATION PRINCIPLE AND THE MEANS OF PROBLEMATIZATION OF CULTURAL IDENTITY

Abstract

In the article, on the example of the analysis of nature and subjects of cultural interests of the upper-middle class as a world phenomenon, and the business and managerial elites as a phenomenon of Russia, conclusion has been made about identity changes moving these social groups away from their national cultures. These social groups have been chosen as study subjects due to their increasing influence in global economic and sociocultural development brought about by globalization. Whereas, due to globalization, the middle class, which had been earlier the most active social class in every national economy and culture began losing its ground. Transnational and bloc character of economic development advanced by globalization rendered social classes that made national economies and cultures the sole subjects of their interests - an inferior entities. Finding itself in such a position the middle class in the West started yielding its leading positions to the upper-middle class. In Russia the specifics of concentration of economic resources in the hands of the elite has not allowed for the development of a middle class. Economic superiority of the upper-middle class and the elites began influencing their identification in the cultural field. If cultural interests of the Russian elite finding satisfaction within pertaining to the elite scenarios - as interests to the «exceptional» - the upper-middle class cultural interests finding its satisfaction in the «standard». Nevertheless, if the

elite's «exceptional» has been out of reach for the majority of citizens and thus casting limited influence of national culture, the «standard» of the upper-middle class residing within national culture stripping it of everything that is unknown, not comforting, or pleasant. The latter is not an indicative of the insufficient development of the upper-middle class cultural interests, but resulted from priority given the interests bringing satisfaction, comfort and familiarity. Arising as a preference to the familiar in unfamiliar places, cultural interests of the upper-middle class influence local businesses by making them move away from local and national cultures.

Russian business and managerial elites, advancing criteria of economic expediency in higher education cuts, do not feel culturally impaired for their cultural interests are finding their realization in educational institutions beyond the country's national borders.

Keywords: upper-middle class, business and managerial elite, cultural interests, cultural identification, standardization of culture, cultural denationalization.

С времени возникновения наций национальная культура была доминирующей культурной реальностью, влияющей на идентичность людей. Во внешнем окружении представитель той или иной страны идентифицировался, в первую очередь, как носитель национальной культуры и только потом как носитель этнической культуры или культуры социального класса. Даже, когда страны испытывали серьезные потрясения, раскалывающие их по социально-классовой или этнической линии, национальная культура оставалась соединительной линией и базой абстрагирования даже среди идеологов коренной перестройки общественных отношений. Ни В. Ленин с его учением о двух культурах, ни его последователи, выдвинувшие концепцию социалистической культуры, не считали возможным абстрагироваться от национальной культуры, которая выступала либо в виде «одной национальной культуры», внутри которой выделялись культуры социальных классов, либо «национальной формы» культуры социалистической по содержанию. Национальная культура, в ее резко возросшем значении, сыграла может и не лучшую свою роль, предоставляя комфорт национальной идентичности, рушившейся вместе с Советским Союзом «новой исторически сложившейся общности людей – советскому народу». Считается, что все изменилось с глобализацией, отодвинувшей национальную культуру на второй план в формировании идентичности, заменив ее определяющую роль блоковой (НАТО, СЕАТО), географической (Евросоюз, Восток, Запад), экономической (ВТО, ЕЭК), а в последнее время даже религиозно-экстремистской претензией на государственность (ИСИС) идентичностью. Вместе с тем национальная культура то и дело возвращает себе статус основного элемента идентификации в условиях неустойчивой или напряженной ситуации, что демонстрируют украинские события, и события, происходящие в Евросоюзе под влиянием экономической нестабильности и неконтролируемой миграции. Вместе с тем, как считают ученые и аналитики, если сценарий современного этапа мирового развития не будет остановлен мировой войной или радикальной «коммунистической» политикой налогового перераспределения, то идентичность будет испытывать наибольшее влияние со стороны социально-экономического неравенства [14, 18, 23]. Поэтому в поисках ответа на вопрос о феномене, сменяющем национальные культурные интересы в качестве актуального средства объяснения и проблематизации идентичности, следует сосредоточиться на сегменте населения, которое социально-экономическим неравенством ставится, с одной стороны, в выгодное положение; с другой, через общность своих культурных интересов демонстрирует как свое отличие от других социальных образований, так и способность к объединению; с третьей – растет количественно. Таким феноменом оказывается мировой высокий средний класс (upper middle class). Социально-экономическая и культурная роль высокого среднего класса в исторической перспективе будет возрастать: по отношению к олигархии, которая хотя и получает наибольшие выгоды от социального неравенства, но количественно невелика; по отношению к среднему классу – по причине потери им своей активной позиции. Поэтому культурные интересы олигархии, несмотря на накопленные ею состояния, оказываются чуждыми для большинства населения, чтобы каким-либо образом влиять на его идентичность, так как олигархия составляет только 0.1% населения любой страны. Культурные интересы среднего класса, продолжая оказывать существенное влияние на идентичность, не способны делать это в перспективе, так как современный этап развития приводит повсеместно не к росту, а сокращению среднего класса. Высокий средний класс в данной ситуации обладает необходимым запасом социально-экономической устойчивости и достаточным количественным ресурсом, чтобы выступить в роли социального класса, способного как активно влиять на сохранение унаследованной им идентичности (в том числе национальной), так и проблематизировать ее.

Новый высокий средний класс имеет ряд определений. С гражданской точки зрения к нему применяется характеристика «гибкой национальности», поскольку многие из его представителей имеют более одного гражданства; с точки зрения экономической – это люди с более высоким, нежели средний класс заработком; с профессиональной точки зрения – это люди с уровнем образования, способным пройти любую нострификацию; но самым главным качеством данных людей – является их глобальная мобильность. Эта мобильность обеспечивается не только наличием необходимых материальных средств для длительного нахождения в любой точке мира, но и легальной возможностью такого нахождения – наличием нескольких гражданств или легального права пребывания в странах, где они осуществляют деятельность. Так, санкции, наложенные Евросоюзом и США на российские компании и отдельных граждан, поставили под угрозу исключения из числа нового среднего класса целого ряда граждан России, что подтолкнуло некоторых его представителей, среди которых оказался даже близкий друг В. Путина Г. Тимченко, отказать от российского гражданства, чтобы не расстаться со своим статусом. Сам факт отказа от гражданства в пользу своего статуса, перенесенный в область культурных интересов, демонстрирует приоритет интересов, обуславливающих ведомый образ жизни над национальными интересами. Поэтому даже предварительный анализ таких интересов способен пролить свет на будущее этого наиболее активного социального класса. Не имея возможности непосредственного интервьюирования этих людей, обратимся к косвенным фактам, в которых можно зафиксировать действие их культурных интересов. Среди них как наиболее значительный оказывается место работы и пребывания.

Место пребывания высокого среднего класса является необыкновенно важным для всех его представителей и не столько формирует его культурные интересы, сколько выступает результатом их проявления. Более того, культурные интересы высокого среднего класса в связи с местом работы и проживания выступают видом интереса, способным поставить в зависимость, как мы увидим ниже, другие виды интересов, даже экономические. Поскольку наиболее адекватным для изучения культурных интересов является философско-культурологический подход, то используем теории Д. Юма и И. Канта в качестве философского основания для предпринимаемого анализа.

Теория Д. Юма оказывается важной в связи с тем, что культурные интересы анализируемого нами субъекта «прячутся» за его вкусами, а именно Юму принадлежит одно из философски признанных обоснование вкуса. Теория И. Канта через понятия «идеи» и «незаинтересованности» позволяет с философской позиции взглянуть на природу культурных интересов нашего субъекта с позиции его связи с чувством. Несколько нарушая логику исторического рассмотрения этих двух выдающихся мыслителей, принятую в истории философии, начнем изучение нашего предмета с философии И. Канта, так как его учение позволяет раскрыть природу анализируемых нами интересов. Наиболее важным для нас из учения И. Канта является его понимание эстетической идеи. Поскольку И. Кант полагал идеи в основу явлений, а в эстетическом видел природу чувственного, то эстетическая идея может быть представлена как лежащее в основе природы культурных интересов их чувственное основание. Наиболее адекватный перевод кантовского определения эстетической идеи, на наш взгляд, предпринят русским ученым Б.А. Фохтом: «Эстетическая идея, - говорит здесь Кант, - есть некоторое такое, к данному понятию присоединенное (*beigesellte*) представление силы воображения, которое в свободном применении последнего (то есть воображения) связано с таким многообразием частичных представлений, что для него нельзя подыскать уже никакого выражения, обозначающего определенное понятие, и которое дает поэтому повод мыслить в связи с этим понятием (*hinzudenken lässt*) много невыразимого (собственно несказанного (*Unnenbares*)), чем чувство оживляет познавательные силы (*Erkenntnisvermogen*) и с языком (речью) как простой буквой соединяет дух» [9, с.228]. Б.А. Фохт, анализируя философскую сущность кантовских эстетической идеи и чувства, приходит к выводу об их более широком общекультурном значении, вскрывающем закономерности культурного сознания вообще: «Теперь только становится понятной для нас в своем подлинном трансцендентальном значении эта *верховная инстанция чувства*: к нему-то обращает, к нему только апеллирует всякое восприятие и творчество прекрасного, всякое искусство в своей истинной природе и назначении. Это *чувство есть эстетическое, или чистое, чувство прекрасного*, уже у Канта со всей несомненностью выступающее в значении особого направления культурного сознания, проблема закономерности которого становится поэтому *основной*» [9, с.228-229]. Если заземлить кантовскую теорию на практики избирательности высокого среднего класса в выборе места проживания и работы, то они оказываются зависимыми не от экономических или профессиональных, но культурных интересов. Представителей высокого среднего класса не останавливает ни цена места проживания (они готовы платить, сколько потребуется), ни наличие средств осуществления ими своей профессиональной деятельности (компьютер последнего поколения они всегда возят с собой), их может остановить только негативное чувство от встречи с местом пребывания, которое для них выступает основным критерием. Так, в конце первой декады XXI века целый ряд антропологов и социологов зафиксировали появление тенденции среди финансово обеспеченных профессионалов, путешественников по миру, в следовании в первую очередь культурному выбору при определении места проживания [12,15,21,22]. Этот выбор диктовался не культурой стран или климатическими условиями, а «внутренними» предпочтениями. Со временем оказалось, что данные предпочтения характеризуют всех анализируемых субъектов и являются общей чертой, отличающей их от других социальных и профессиональных групп. Так, Кайл Чайка пишет о географиях внутри географий, чья «эстетика вырастает из десятков тысяч людей, принимающих независимые решения, не диктуемые требованиями корпораций» [13, с.6]. Тенденция определения места проживания, базирующаяся на «внутреннем чувстве», оказалась настолько устойчивой, что стала определять не только рынок предложений, но даже компьютерные приложения, ведущие к нему. Физическую реальность, к которой сегодня ведут приложения Foursquare, Airbnb и другие, Кайл Чайка предложил называть Airspace («воздушное пространство»), формируя данное определение на пророческих предупреждениях голландского архитектора Рэма Кулхааса и французского антрополога Марка Ауге, которые еще в 90-е годы XX века предсказали возможность появления «общих городов» и «не мест», по аналогии с формирующимся единообразием пространства аэропортов по всему миру [10,19,20]. Предметное выражение физической реальности, порожденное культурными интересами ее заказчиков, вначале возникло как определенный набор еды и интерьера в кофейнях, затем перекинулось на набор мебели в месте проживания, чтобы сегодня вобрать в себя кафе, бары, **стартап-офисы**, места совместной работы/проживания. Сегодняшние кафе, и места проживания по всему миру, желающие привлечь высокий средний класс, должны сочетать в себе локальность с универсальностью, которую один из представителей данного класса Игорь Шварцман обрисовал как «восстановленное грубое дерево, открытый кирпич, свисающие лампы Эдисона» [13, с.2]. К этому набору французские интерьер-дизайнеры Зоя дэ Кас и Бенджамин Дюве отнесли «трио декорированных, висящих, как кулоны, светильников, двойную доску для возможности писать на ней мелом и плавающие полки с набором предметов искусства» [13, с.7]. Французы смогли с точностью описать интересы высокого среднего класса, поскольку их дизайн был стилизован компанией Airbnb без их согласия и успешно «продавался» во всех уголках Земли, где компания имела офисы. Новое пространство, представляющее предметную реализацию культурных интересов, оказалось настолько адекватным, что стало предпочтительнее собственных домов, квартир и офисов для нового класса. Причин тому несколько. Мобильность, вначале возникшая как требование профессии, когда необходимость физического присутствия заставляла представителей высокого среднего класса перемещаться по миру, не давала возможности «взять» с собой свой дом или офис, которые были предметным выражением не только интересов удобства, но и культурных интересов. Поэтому поиск места, предоставляющего не только удобство, но и отвечающее интересу (чувству), был делом утомительным. Именно тогда появилось предложение таких мест, что означало передвижение по миру, не оставляя дома. Дом, как таковой, в его физическом выражении, оказался просто ненужным. Из конкретного дом переходил в

абстрактное состояние, конкретизирующееся в интересе к поиску удовольствия от места пребывания. Тем самым предметом интереса становилось не место (дом), с которым связывалось чувство единения, несущее память радостей и печалей, а удовольствие. Второй причиной предпочтения стало развитие высшего среднего класса, когда появилась возможность самому, физически не вкладываясь в создание места проживания и офиса, оплачивать другому материализацию своих культурных предпочтений. Последнее вывело мобильность в качество ценности, когда даже при отсутствии необходимости в перемещении, все равно можно было перемещаться тогда и туда, куда хотелось. «Хотелось» однако означает, что в основе перемещения оказалась не необходимость, профессиональная или социальная, а интерес к удовольствию. Довольно показательно, что во второй декаде XXI века появляется целый класс вещей, таких как компьютерные приложения, дизайнерские разработки, жилищные предложения и кофейные меню, не являющихся независимыми явлениями, отражающими развитие соответствующих отраслей. Они возникли и развиваются как феномены, подчиненные не логике, а ощущению пространства, доставляющего чувство удовольствия высокому среднему классу. Бизнесы, которые не в состоянии предугадывать ощущения, теряют прибыль, а те, кто смог это сделать – теряют индивидуальность и локальность. В погоне за одним клиентом они становятся ничем не отличимыми от больших сетевых игроков, с которыми, однако, они не в состоянии конкурировать. Кайл жалуется, что «новые кафе, предлагаемые приложением Foursquare, в Одессе, Пекине, Лос-Анджелесе и Сеуле, оказываются похожими друг на друга... Это не означает, что они являются частью сети Старбакс или Коста кофе с дизайном настолько однообразным, что он оказывается похожим на печенье, выпекаемое из одних и тех же формочек» [13, с.2]. Один из первых энтузиастов Airbnb-бизнеса Лорэл Шульц, впоследствии покинувшая его, отмечает, что культурные интересы новых клиентов привели к стандартизации начальную артистичность мебели, которая превращала пространство, где она стояла в, хотя и дорогое, но простое «продолжение выставочных залов Икеи» [13, с.5]. Процесс «форскверизации»¹, стандартизируя предложение, оказался хотя и похожим на «макдонализацию», но другим по своей сущности, а потому плохо поддающимся объяснению в рамках методов, используемых экономическими науками. Ведь стандартизация, предлагаемая Макдональдсом, снижала стоимость, чем открывала возможность пользования услугами разнообразию клиентов. Стандартизация «форскверизации» стала отсекал все то, что не доставляло удовольствия высокому среднему классу, а потому оказалась идентифицирующей дорогого клиента стандартизацией. Вслед за творческими дизайнерами, не желающими подчиняться стандарту, жертвами «форскверизации» становились хостеры², как Рошель Шорт, которая не захотела жить рядом с теми, кого она назвала «ванильными туристами» за то, что они хотели, чтобы ее дом был похож на гостиницу Super 8. Затем очередь наступила для тех, кто отклонялся от образа белого и богатого клиента, свидетельством чему явился хэштег #AirbnbWhiteBlack, где небелые и небогатые могут оставить отзывы, связанные с дискриминацией. Исследование, проведенное бизнес школой Гарвардского университета, только усилило предположения, что ограничения двинулись в сторону идентичности клиентов, определив, что люди с афро-американскими именами имеют на 16 процентов менее шансов быть принятыми хостерами в качестве мобильных гостей.

Вместе с тем выводы гарвардской бизнес школы, несомненно, неприятные с точки зрения их культурной коннотации, предоставляют возможность рассмотрения «форскверизации» как культурного явления, где применение идеи и ощущения, а также способы их формирования и реализации, выдвинутые И. Кантом, неожиданным образом оказываются применимыми для описания феномена. Кант настаивал, что идеи, формируемые на основе ощущений, оказываются противоположными идеям, формируемым на основе понятий. Первые он называл эстетическими и считал их не имеющими отношение к механизмам формирования истины. Он также вводил понятие «незаинтересованности» эстетического суждения, т.е. его независимости ни от каких других интересов, которые бы могли влиять на его «чистоту» со стороны практической, прагматической, обыденной. Культурные интересы высокого среднего класса, формирующие его отношение к проживанию и обеспечивающих его услугах, как раз и зависят от ощущений по своему происхождению, а в своей реализации они не испытывают влияния со стороны никаких иных интересов. Зависимость от ощущений подтверждается тем, что высокий средний класс требует от места проживания и работы удовольствия, при этом ни география (практика), ни оплата (прагматика) не являются препятствием на пути к их удовлетворению.

Кантовское объяснение оказывается однако достаточным для объяснения механизма возникновения и реализации культурных интересов высокого среднего класса, позволяющим идентифицировать его представителей среди новых социальных групп, порождаемых глобализацией. Настаивая на своих культурных интересах, данный класс, все более и более четкой формирует свою идентичность, оставляя за пределами не белых, не имущих, немобильных, непрофессиональных «неудачников», которые не могут подчинить свои интересы культурным и направить их на поиск удовольствия.

Было бы неверным оставить без внимания процесс культурной стандартизации, которому культурные интересы высокого среднего класса сообщают новые значения. Однако, поскольку вклад в новый виток стандартизации высокий средний класс осуществляет посредством связи своих культурных интересов со вкусами, культурфилософский смысл стандартизации наиболее адекватно «схватывается» а рамках учения Д. Юма.

Разрабатывая теорию вкуса Д. Юм приходит к выводу о том, что вкус связан с чувствами и потому не может быть выражен в оценивающих суждениях, что приводит его к выводу об исключении эстетических переживаний из сферы познавательных (истинных) оценок» [9, с.142]. Юму также принадлежит мысли о том, что о вкусах не спорят и то, что приятные и тонкие переживания доступны элите, но не «толпе» [9, с.144]. Все данные характеристики как нельзя лучше идентифицируют высокий средний класс с точки зрения создаваемой им новой стандартизации. Во-первых, высокий средний класс, предъявляя критерий удовольствия к услугам по предоставлению места пребывания и работы,

¹ Нарисательное имя, образованное от названия компьютерного приложения «Foursquare», предназначенной для предоставления услуг высокому среднему классу.

² Люди, предоставляющие неиспользуемую часть своего жилья для проживания приезжающих в город

по определению, не принадлежит к «толпе», для которой существует сеть мотелей и офисов попроще, поскольку критерием для многих выступает цена. Во-вторых, спорящие с ним о вкусах, т.е. предлагающие «не то», в любом его исполнении (как недостаточно соответствующее вкусу, или превосходящее его) дизайнеры, владельцы кафе, офисов и т.п. просто исключаются из числа тех, чьи услуги пользуются вниманием. В-третьих, высокий средний класс щедро вознаграждает тех, кто упрощает получение удовольствия, а не усложняет путь к нему ни образом передвижения, ни художественным образом. В особенности ценится высоким средним классом последнее, третье. Оно же является абсолютным показателем стандартизации. Так, сегодня с понятием «роуминг» связана не столько возможность звонка по сотовому телефону, сколько возможность проживания в любой точке мира в одинаковых, доставляющих удовольствие условиях. Так, «роумер», т.е. человек, пользующийся роумингом места проживания, - это представитель высокого среднего класса, согласный постоянно платить 500 долларов в неделю вне зависимости от того пользуется он, или не пользуется данной услугой. Это дает ему право в момент, когда он решит путешествовать, получить доступ к жилью, точно такому же, в котором он живет, например, в Париже - на Бали, в Майями, Мадриде, Буэнос Айресе и Лондоне. Услуга развивается настолько быстро, что единственным ответом на это может быть абсолютно удачное подчинение разнообразия стандарту, а значит и глобализации вкуса. Именно диктуемую глобализацию вкуса как результат «перестройки» бизнеса, диктуемого культурными интересами высокого среднего класса, Кайл относит к последним трендам стандартизации: «Соединительная эмоциональная решетка социальных медиа платформ – вот, что подстегивает существование Айрспейс (Airspace). Если вкус глобализуется, значит логический вывод – мир, в котором эстетическая вариативность уменьшается» [13, с.11]. И в этом процессе лидирует Америка, экономику, образ жизни и образование которой современная Россия пытается эмулировать.

Несмотря на то, что современная российская действительность не создает достаточных оснований для массовой притягательности в страну высокого среднего класса, происходящие в ней процессы также позволяют распознать роль культурных интересов в формировании и проблематизации идентичности. Наиболее интересный материал для этого предоставляет принявшая характер перманентного процесса реформа высшего образования, в особенности в его гуманитарной и естественно-научной области.

Если ранее культурологам в обличье «лириков» приходилось спорить только с «физиками», то сегодня им приходится спорить с управленцами и экономистами. Однако дискуссия с «физиками», при взгляде назад, оказывается сегодня необыкновенно интеллектуальным, а требования со стороны физиков кажутся детской шалостью по сравнению с тем, чего хотят от культурологов управленцы и экономисты. Содержанием спора с «физиками» был приоритет, который они пытались закрепить за точными науками по сравнению с гуманитарными на том основании, что современный технический прогресс становится определяющим в общем прогрессе человечества. Рассматривая технический прогресс как актуальный для своего времени, а себя как часть интеллигенции, способной адекватно обеспечивать этот прогресс, «физики» просто хотели быть первыми среди равных. Они ни в коей мере не отрицали необходимости гуманитарных наук и только отдаленно намекали на их конкретно-историческую вторичность. Неудивительно, что в дальнейшем, в постперестроечное время, когда стал ощущаться дефицит гуманитарности, среди публикаций о русских философах на страницах массовых газет, таких как «Литературная газета», «Известия» и «Правда» оказались именно физики. С того времени составляющие прогресса несколько раз менялись. Техническая составляющая уступила место информационной, а последняя считается уступит место культурной. Не даром же современные научные дискуссии наполнены терминологией «креативного класса», «культурного сдвига», «мультикультурализма», которые уже не только применяются в футурологическом значении, но и конкретно-историческом – для описания реально протекающих процессов. Так, миграционные потоки, причиной которых являются военные действия или экономическое неблагополучие, в принимающей стране приобретают культурологическое измерение. Принимающие страны не столько озабочены физическим состоянием новых граждан, сколько их религией, обычаями, знанием языка. Кажется удивительным, но даже профессия по важности уступает место религиозной толерантности и открытости к инкультурации. Европейские экономисты не только своим ученым, но и управленцам смогли доказать, что мигранты уже сами по себе обладают экономической ценностью. Более того, экономические расчеты показали, что простая языковая подготовка, а в идеале - получение образования способны удвоить и утроить экономическую ценность новых граждан. Поэтому педагоги, т.е. те, кто призван обеспечивать обучение языку и предоставление образования, не просто не отодвигаются на второй план, но выступают по крайней мере в одном ряду с бизнесменами - теми, кто предоставляет рабочие места. Россия, несмотря на снижающуюся демографию, не спешит открывать дверь своей страны перед мигрантами, однако не потому, что экономисты не могут достучаться до управленцев. Последние довольно редко серьезно принимают во внимание экономические последствия при планировании политики. Причина в том, что современная социально-экономическая реальность в стране скорее способствует оттоку населения, нежели его притоку. Однако, если экономисты и выступают с предложениями управленцам, которые открыто считают культуру и образование нагрузкой на бюджет, то только для того, чтобы поддержать управленцев в последовательности их действий по дестабилизации образования. Вместе с тем, когда это делают экономисты, входящие в нынешнее правительство, перед которыми поставлена задача сокращения бюджета, ситуация не кажется чрезмерно драматичной – в любом случае при публичном обсуждении вопроса обязательно будут представлены и другие точки зрения. Но когда к сокращению образования призывают экономисты - сторонники оппозиции, тогда экономический блок противников образования обретает целостность и может быть рассмотрен как оппозиционный культурологическому. К оппозиционному блоку относится ряд экономистов, среди которых, безусловно, выделяются фигуры Г. Явлинского, А. Кудрина и др. Однако к числу знаковых можно отнести и В. Иноземцева, по крайней мере в своей оппозиционности запомнившегося в связи с президентскими выборами 2012 года, когда он был доверенным лицом кандидата в президенты М. Прохорова. Поскольку М. Прохоров баллотировался в президенты с программой противоположной В. Путину, то В. Иноземцев, будучи экономистом по образованию, несомненно, излагал альтернативную путинской экономической программу. И если Г. Явлинский и А.

Кудрин в той или иной мере оказались сегодня связанными с сентябрьскими выборами в Госдуму, то В. Иноземцев сумел переключить на себя центр выражения казалось бы незаинтересованных, внеполитических экономических суждений. Или если по другому – экономических суждений, непредставленных в политических программах кандидатов в депутаты. На удивление его суждения о российском образовании оказались не просто вселяющими тревогу, но ставящими образование в безальтернативное положение сокращения в случае решения его судьбы экономистами, так как они полностью совпадают с тем, как его перспективы видит нынешнее российское правительство. Так, буквально за несколько дней до ухода в отставку Д. Ливанова, В. Иноземцев опубликовал статью, в которой он излагает свою позицию: «В конце прошлой недели в правительстве обсуждалась – практически впервые в столь конкретной форме – инициатива по существенному, до 40%, сокращению набора абитуриентов на бюджетные места в вузы и увольнению 10-12 тысяч преподавателей и профессоров. Как и следовало ожидать, пресса и интернет ответили возмущением на подобные планы, но, на мой взгляд, это один из редких случаев, когда инициативы властей заслуживают полной поддержки» [5, с.1]. Как видно из высказывания, В. Иноземцев действительно причисляет себя к оппозиции, поскольку говорит об инициативах властей, которые редко у него заслуживают доверия, но данной инициативе он готов оказать полную поддержку. Однако совпадение взглядов принадлежит к области следствий, что, безусловно, является важным элементом понимания позиции, однако неполным без установления причин. Поскольку В. Иноземцев являлся доверенным лицом Прохорова, программа которого была откровенно правой, то основания, по которым В. Иноземцев поддерживает данную инициативу правительства, следует также искать в том, где нынешнее правительство, которое позиционирует себя как центристское, на самом деле движется в русле правых либералов. Правые выступают за сокращение государственного аппарата и за уменьшение роли государства в экономике, за допуск капитала в стратегические отрасли промышленности. Однако российское правительство, по крайней мерей пока, не собирается этого делать. Другой характеристикой правых партий является приоритет крупного бизнеса над мелким и средним, а следовательно и игнорирование интересов части бедного населения и среднего класса. Правые считают ту часть общества, интересы которой представлены в крупном бизнесе, самой активной общественной силой, которая, владея миллиардными состояниями, на практике доказала свое право на осуществление власти в России. Влад Гринкевич, экономический обозреватель РИА Новости, так характеризует оценку В. Иноземцевым предложений М. Прохорова: "Согласен на 110%, – комментирует идею допуска частного капитала в стратегические отрасли Владислав Иноземцев. – На сегодняшний день [называя объект стратегическим] мы фактически закрываем любые инвестиции, которые могли бы быть нацелены на окупаемость. Нужно отменить это понятие [стратегические отрасли], нужно дать возможность владения аэропортовыми комплексами, нужны частные газо- и нефтепроводы, частные дороги, которые могли бы эксплуатироваться, в том числе, на основе концессии." [4, с.1].

Однако к какой социальной группе можно отнести людей, владеющих наибольшим экономическим капиталом в стране, как не к экономической элите? Поскольку современное российское правительство по определению не может поддерживать идею о сокращении своего влияния и не только в экономике, то единственная сфера, где интересы правых либералов и интересы правительства совпадают – это в принадлежности и правительства, и крупного бизнеса к одной социальной группе – элите. Поэтому, если у В. Иноземцева – экономиста, продвигающего интересы бизнес-элиты, позиция совпадает с предложениями правительства как властной элиты, то это должна быть элитарная позиция. Именно эту позицию следует искать в обосновании В. Иноземцевым его правительственной поддержки сокращения образования. И эту позицию Иноземцев открыто выражает: «На мой взгляд, образование, если оно претендует на качественный характер, должно носить определенный оттенок *элитарности* (курсив наш – С.Г., Ю.К.). Бессмысленно пытаться обеспечить высшее образование для всех, особенно в наше время, в которое, с одной стороны, менее половины бывших студентов работает по специальности, а с другой – мир открывает широкие возможности для самообразования и повышения квалификации. Превращаясь в обыденное, образование перестает цениться, ведь совершенно правильно писал П. Дракер о том, что бум высшего образования в Америке случился только тогда, когда разрыв в доходах выпускников вузов и школ достиг в середине 1920-х годов 3.2-3.5 раза» [5, с.2]. Приведенный отрывок, как нельзя лучше характеризует то, как правые либералы представляют себе систему высшего образования в России и реформа, которую правительство пытается осуществить, полностью соответствует их интересам. Выявив общность интересов экономической и властной элиты по отношению к вопросу сокращения высшего образования, перейдем к характеристике социокультурных причин, предоставляющих основания для данной общности. В период президентства Б. Ельцина начинается процесс сближения до этого разрозненных в социокультурном плане сегментов российской элиты. Новая бизнес-элита, стремясь к максимальному получению прибыли, предельно исключает возможность обусловливания своей деятельности широкими социальными интересами. В культурном плане ее потребление направлено на приобретение редких культурных артефактов, приглашение на частные мероприятия известных исполнителей, организация частных коллекций и т.п., что ставит ее особняком в общероссийской системе культурного потребления. Формирующаяся из административно-управленческих чиновников элита также начинает обособляться от широких социальных слоев российского общества, хотя и по другой причине – проводимые ею политико-экономические реформы заставляют ее отказываться не только от плановой экономики, но и советской формы управления и марксистской идеологии. Естественно, это не может коренным образом не отразиться на изменениях в ее культурном сознании. Более близкой для российских реформаторов оказывается культура бизнес-элиты, нежели наемных рабочих, учителей и преподавателей. Однако сближение социально-культурных позиций в единое основание, хотя и ставит российскую элиту в исключительное положение по отношению к остальной части общества, не делает эту позицию антагонистической. И реформаторы, и бизнес-элита, несмотря на близость позиций между собой, еще имеют много общего с массой – многие представители новой элиты служили в армии и учились в вузах с теми, кто сегодня оказывается резко неравным им в социально-экономическом плане. Поэтому социально-культурное сознание новой элиты, хотя и ставит ее особняком в новой российской действительности, характеризует ее позицию по отношению к массе в терминах исключительности, не антагонизма. Иными словами, в социокультурной сфере новая элита пытается оградиться от массы, стремясь

«выскочить» из сковывающих ее социально-культурных обстоятельств, связь с которыми ее характеризует через прошлое, не настоящее. Амальгамация российской элиты и ее полное обособление от остальной части общества происходит на уровне ее второго поколения. Б. Ельцин, А. Чубайс, Е. Гайдар и другие еще посещают российские вузы и еще живы профессора, учившие их. Однако их дети, обучающиеся в зарубежных вузах, уже не имеют связи с российским обществом через сферу высшего образования. Российская профессура не способна оказать на них ни реального, ни виртуального воздействия. Профессиональная составляющая социокультурного развития детей российской элиты проходит вне связи с российским социокультурным окружением и ценностями большинства российского общества. Для них российская система образования, которая в период вкладывания их родителями денег в иностранную, превращается в чужую культурную реальность, отношения с которой дети российской элиты уже выстраивают на принципах антагонизма. В условиях вторичности по отношению к зарубежному, определенному ему потомками российской элиты, российское высшее образование, не имея возможности интенсивного воспроизводства, прибегает к единственной представляющейся ему возможности выживания – экстенсивному воспроизводству. Для того, чтобы компенсировать не предоставленные ему средства одним отпрыском российской элиты, российская образовательная система принимает к обучению сто, а то и тысячу представителей массы. Другим объяснением экстенсивности явилось то обстоятельство, что разрушив советскую экономику, ни управленческо-административная элита, ни бизнес-элита, и, разумеется, консультирующие ее экономисты, не предложили ничего взамен. Особенно в области промышленности. Специалисты с высшим образованием, в особенности те, кто представлял науку на производстве, а также сотрудники отраслевых НИИ, не имея более возможности применения своих знаний в производстве – уходили в образование. И, хотя в образовательных учреждениях зарплата была значительно ниже, нежели на производстве (до его сокращения), большая часть российской технической и творческой интеллигенции не смогла заняться бизнесом. Скорее всего именно поэтому до сих не появилось десятка статей с экономическими расчетами, подкрепляющими президентскую фразу об офшорах С. Ролдугина, что среди российской творческой интеллигенции не бизнесом все-таки не занимался каждый второй. Третьей причиной экстенсивности российского высшего образования были низкие зарплаты, что преподавателей и ученых ставило в условия поиска дополнительных заработков, одновременно работая по специальности. Так создавалось, критикуемое сегодня совместительство, рассматриваемое критиками высшего образования чуть ли не как незаконный способ обогащения. Совместительство, кстати, оказалось не только дополнительным заработком, но и способом сохранения профессии – не все могли днем читать лекции, а вечером подрабатывать таксистами. И если критически взглянуть на феномен совместительства, то, если государство недоплачивает профессору, вынуждая его к поиску дополнительного заработка, то пусть он будет выражаться в дополнительных лекциях по его специальности, чем в работе таксистом, грузчиком или продавцом. Работа российского профессора при СССР – предмет желаний администратора и управленца, становится не только не привлекательной, но непонятной и чуждой российскому чиновнику, вошедшему в элиту.

Утратив социокультурную привлекательность со стороны российской элиты, российское высшее образование превращается для нее в антагонистическую реальность. Эту реальность элита вначале расслаивает, создавая островки элитарности, прибегая для этого либо к прямому финансированию из бюджета, как с МГУ и ЛГУ, либо приближая к себе, как Высшую школу экономики; затем переходит в атаку на оставшуюся незащищенной незлитарную его разновидность. Сегодняшняя «реформа» высшего образования, которую поддерживают элитарные экономисты, типа В. Иноземцева, не предлагает планированным к увольнению 10-12 тысячам преподавателей и профессоров ничего другого, кроме увольнения. Вероятно, идея «кладбища» становится социокультурной доминантой мышления чиновничьей элиты, используемой ею для решения обременительных проблем, применение которой к области малого и среднего бизнеса было замечательно описано Дмитрием Потапенко. На rus2web.ru бизнесмен описал практическое применение данной доминанты: «Снос последних 100 ларьков, который начался прошлой ночью, это финальная часть борьбы столичных властей с малым и средним бизнесом. В Москве было где-то 31 тыс. предприятий розничной торговли. Зачем разбираться с мелкими предпринимателями, которые бухтят ровно столько, столько и крупные, когда можно закатать все это в бетон, а тех, кто вел бизнес, отправить на биржу труда. Будет тишь да гладь, что и нужно нашим федеральным властям. Для них идеальный инвестирующий проект – это кладбище. Все тихо лежат грядками, а сверху можно много плитки положить» [8, с.1].

Образ кладбища используется и В. Иноземцевым: «Зачем России такое масштабное образование? Лично для меня это остается загадкой. Еще более удивительным является состояние преподавательских кадров. Почти половина профессоров, преподававших в российских вузах на момент распада СССР, уже вышли на пенсию или умерли. Около 15% эмигрировали. Остальные приближаются к пенсионному возрасту» [5, с.1]. Далее следует критика тех, кто заменил собою старые научные кадры, в том числе и чиновников: «В последние годы Минобрнауки попыталось реформировать систему обучения, начав предъявлять дополнительные требования к профессорско-преподавательскому составу, ответом на что стал единственный в мире феномен фейковых «научных» публикаций, выходящих в «рецензируемых» журналах, удивительным образом включенных в разгул РИНЦ и других индексов научного цитирования, а также сотни «заочных конференций» и других инновационных форм создания видимости научной деятельности в российских вузах (о том, что «большими учеными» являются все наши чиновники, я даже не говорю)» [5, с.1]. Не следует однако спешить с выводами и ставить В. Иноземцева в один ряд с Д. Потапенко, видя в нем борца против антинародных решений российской элиты. Если не финансовая, то по крайней мере культурная идентификация В. Иноземцева с антинародной частью российской элиты оказывается безусловной, а потому критика им чиновников, используя его же выражение, является «фейковой». Экономисты, призывающие к сокращению высшего образования, к числу которых принадлежит В. Иноземцев, выступают с интересными инициативами. Однако специфика их инициатив открывает перспективы деятельности для чиновничьей и бизнес-элиты, а не увольняемых преподавателей. При этом, по своему содержанию, инициативы приоткрывают занавес, скрывающий от посторонних глаз нравственную составляющую интересов элиты посредством обозначения возможных привлекательных для нее областей применения ее капитала. Так, во время пребывания в Америке зимой 2016 года В. Иноземцев, обрушиваясь с

критикой на В. Путина за деструктивную экономику [17, с.2], поддерживая антироссийские санкции «за нарушение Россией европейской архитектуры безопасности» [16, с.1], в итоге сосредоточивается на выгодах, которые он предлагает извлечь из сложившейся ситуации россиянам с большими деньгами: «Если Украина получит четкие гарантии своего Европейского будущего, это может привлечь серьезные инвестиции – большая часть которых придет из России. Отток капитала из России превзошел 270 миллиардов долларов за последние три года, даже если только 10-20 процентов от этого достанутся Украине, проблемы страны будут решены. Это не шутка. В эти дни, российские бизнесмены выдавливаются из своей страны и многие вспоминают бизнес атмосферу 1990–х, которая является очень похожей на то, что происходит сейчас на Украине. Дешевые украинские активы в сочетании с возможностью владения компанией в Евросоюзе и получением Европейского паспорта для себя и своих детей может стать хорошим мотивом для российских предпринимателей для переезда на Украину. И это будет еще одним шагом в построении современной Европейской Украины» [16, с.3]. Интересно, что даже у украинцев предложения В. Иноземцева вызвали шок. Так, в статье «Спасибо, не надо, господин Иноземцев: ответ из Киева», член украинского парламента Ольга Белкова, упрекает В. Иноземцева не только в имперском мышлении за его предложение отказаться от Донбасса, «предоставив России самой отвечать за беспорядок, который она создала в восточной части страны», более всего ее раздражает предложение о перемещении в ее страну нечестно нажитых российских капиталов и превращение Украины в их безопасную гавань: «... Последнее, чего бы мы хотели, так это создания безопасной гавани для нечестно нажитой прибыли, что в современной России характеризует сверх-богатых. Для ясности, мы приглашаем всех из России на Украину, кто хотел бы инвестировать и работать, если их мотивы связаны с созданием открытого и успешного бизнеса, уважения к закону и создания ценностей, а не просто преследования «дешевых украинских активов, соединенных с возможностью стать владельцем Европейской компании и Европейского паспорта» [11, с.3]. Выдвигая такие предложения по «реформированию» Украины, В. Иноземцев, безусловно, выражает интересы той части российской элиты, которая представлена крупным бизнесом. Вернее их прагматический аспект. Каково же культурное наполнение этих интересов, или, если по другому: какова сущность культурных интересов российских сверхбогатых и перенаделенных властью и как она проявляется в конкретном факте поддержки ими «реформирования» высшего образования?

Задачи статьи не позволяют останавливаться на анализе всех проявлений культурных интересов современной российской элиты, к тому же нами такой анализ уже не раз был предпринят по отношению к региональной элите [1,2,3]. Однако новые факты позволяют определить аспекты в культурных интересах элиты как часть их единой сущности, до этого не проявляющиеся, а потому и не поддававшиеся анализу. Среди этих новых аспектов наиболее разительно, в связи с «реформой» образования проявились эгоизм и дерегуляция. Данные аспекты являются противоположностью функции альтруизма и нормативно-регулятивной функции культуры, с которыми они, несомненно, связаны и отражают культурную целостность того или иного социального субъекта по закону единства и борьбы противоположностей. Нельзя сказать, что эгоизм или дерегуляция изначально содержат в себе только отрицательные значения, свидетельством чему являются примеры их культурно-философского осмысления в истории российской культуры в виде, например, «разумного эгоизма» как противоположности бездельному инфантилизму, или «свободы личности», как противопоставления «диктатуре» - предельной форме регуляции. Однако, проявившись в интересах элиты как отражение ее культуры в событии реформы образования и эгоизм, и дерегуляция оказались лишены своего культурно-позитивного значения. Культурология неслучайно в своей теории настаивает на функциях социальной ответственности и нормативно-регулятивной функции, так как последние примеры поведения элиты являются очередным фактом в череде анти-культурной деятельности субъектов, дистанцировавшихся от интересов большинства, которые уже не раз фиксировались в истории культуры. Аккумуляция такого поведения, как правило, заканчивалась социальным конфликтом, по поводу которого накопленные культурологией данные являются постоянным напоминанием. Наука о культуре содержит свидетельства того, что социальные катаклизмы проявляются вначале как культурные различия, индикатором которых в свою очередь выступает эгоистичность и безответственность культурных интересов. Однако содержит ли конфликт культурных интересов элиты и большинства населения России, спровоцированный сокращением высшего образования возможность неантагонистического решения? Возможно, большинство россиян не понимает сути событий, просто идет против своих же собственных интересов, которые лучше улавливает и отражает их элита? Или может быть конфликт в принципе неизбежен, поскольку нет путей его неантагонистического разрешения? Опыт Болонской системы, принятой в качестве культурного образца и активно внедряемой в современной российской реальности высшего образования, свидетельствует о том, что пути неантагонистического разрешения конфликтов не только имеются, но и предполагаются. Так, в Англии, при сокращении только одного факультета (социологического) и только в одном университете, Ридинг в Беркшире, (University of Reading) освободившимся преподавателям было предложено несколько компенсационных решений. Одно из них предполагало выплату причитающейся зарплаты по контрактам, заключенным с преподавателями вплоть до их окончания. Это означало, что преподавателям, имеющим tenure (прошедшими по конкурсу на должность профессора) выплата зарплаты будет осуществляться в полном размере вплоть до выхода их на пенсию. Другим предложением было устройство на преподавательскую работу в том же университете для преподавания своих же курсов, но на других факультетах. И только третье предложение состояло в том, что преподаватели самостоятельно будут искать себе работу, но до ее нахождения будут получать зарплату в своем университете, предпринявшем реорганизацию. В Америке, с которой постоянно сравнивает себя современная Россия, идея сокращения высших учебных заведений считается чрезвычайным событием и выступает в качестве последних возможных жертв любого сокращения. Более того, американская элита осознает необходимость предоставления народу благ, ранее доступных только ей, поскольку совместное владение ими способствует развитию страны – а значит, составляет общественную ценность. Американцы осознали важность всеобщей системы здравоохранения, а значит и предоставления страховой медицины всем гражданам, рассматривая здоровье как неотъемлемую человеческую ценность. Президентство Барака Обамы войдет в историю Америки не только военными

конфликтами в Сирии или Афганистане, но в первую очередь, в виде культурной формулы «забота Обамы» (Obamacare), т.е. предоставление страховой медицины всем желающим. Современный кандидат от демократической партии Хиллари Клинтон, сокращая дистанцию между элитой и народом страны, в свою предвыборную программу включает оплату бакалавриата всем гражданам, так как разделяет мнение большинства населения о том, что образование также является неотчуждаемой человеческой ценностью. Россия, конкурируя с Америкой, всегда приводила в пример свою культуру как отражение доминирования над менее культурной Америкой. Каким из более высоких культурных ценностей соответствуют действия российского правящего класса об изъятии у 1,38 млн. россиян³ права на государственную поддержку высшего образования, не говоря уже о возможности его предоставления всему населению страны? Однако, если даже предположить, что на сегодняшнем этапе сокращение бюджетных мест и профессорско-преподавательского состава является экономической необходимостью, то какие действия в экономике планируется предпринять для возвращения ситуации хотя бы к сегодняшнему уровню, не говоря уже о достижении американского, когда экономика наладится? Какие альтернативные рабочие места российская элита создает для освобождающейся рабочей силы в виде людей с кандидатскими и докторскими степенями, и в каком секторе экономики? Поскольку сокращение преподавателей означает разрыв социального контракта со стороны российского правящего класса, то как он планирует возмещать взятую на себя сторону обязательств?

Поражает не просто отсутствие программы компенсации профессорско-преподавательскому составу. Та часть российского правительства, которая предлагает сокращение высшего образования и интересы которой находятся в полном единстве с интересами крупного бизнеса, обращаясь к социокультурной сфере использует ее в качестве прикрытия своих экономических интересов. Поскольку сокращение предполагается проводить за счет сокращения бюджетных мест и увольнения преподавателей, а финансирование и тех, и других осуществляется из собираемых государством налогов – то основной целью правительства оказывается отказ тем, кто платит налоги в возможности получать за свой же собственный счет высшее образование. Поскольку образование является частью культуры и проявление интереса к нему является формой культурного интереса, то сокращение возможности реализации большинством населения своих культурных интересов к высшему образованию, является опосредованной формой идентификации современной управленческой элиты, которая сохраняя за собой право на высшее образование обособляет свои культурные интересы от интересов большинства, превращая их в форму капитала. Т.е. проблематизирует, ставит под сомнение, свою идентичность как российской национальной элиты.

Естественно, что рассмотренные выше процессы стандартизации культуры и уменьшения доступности высшего образования, объяснение которых оказывается возможным через анализ культурных интересов высокого среднего класса и российской бизнес- и управленческой элиты, являются не единственными процессами проблематизации идентичности. Вместе с тем важность данных процессов для понимания современной динамики культурной идентичности состоит в том, что новый виток глобализации субъектам имеющим средства, а также власть имущим субъектам делает привлекательной культурную денационализацию.

Список литературы / References

1. Гертнер С.Л. Российская элита как культурная реальность (культурные интересы, потребности и деятельность современной российской элиты). – М.: МГУКИ, 2015. – 239 с.
2. Гертнер С.Л. Культура российской региональной элиты через ее интересы: Монография. – М.: МГУКИ, 2009. – 222 с.
3. Китов Ю.В., Гертнер С.Л. Элита и интересы: Монография. – М.: МГУКИ, 2004. – 167 с.
4. Гринкевич В. Программа Прохорова как попытка угодить всему протестному электорату. РИА Новости. 23 Января, 2012 г.
5. Иноземцев В. Злокачественное высшее образование. Сноб. 2 Августа, 2016 г.
6. Нарский И.С. Давид Юм. М.: Мысль, 1973. -180 с.
7. Определение «обамакаре» в толковом словаре американского языка: <http://www.dictionary.com/browse/obamacare>
8. Потапенко Д. Лучший инвестиционный проект для столичных властей – это кладбище. Rus2web, 9 февраля, 2016 года. Код доступа: <http://rus2web.ru/mneniya/biznesmen-dmitrij-potapenko-luchshij-investirovki-dlya-stolichnyix-vlastej-eto-kladbishhe.html>
9. Фохт Б.А. Избранное (из философского наследия). – М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 456 с.
10. Augé, M. (1995). Non-places: Introduction to an anthropology of supermodernity / Marc Augé; translated by John Howe.
11. Bielkov, Olga. Thanks But No Thanks, Mr. Inozemtsev: A Response from Kyiv”. Atlantic Council. February 2, 2016.
12. Brianm, Harmer; Davidj, Pauleen. (2012). Attitude, aptitude, ability and autonomy: the emergence of ‘offroaders’. A special class of nomadic worker. Behaviour & Information Technology, May, 2012, Vol.31 (5). Pp.439-451.
13. Chayka, Kyle. Welcome to Airspace. How Silicon Vellye helps shpread the same sterile aesthetic across the world. The Verge. August 3, 2016.
14. Fry, Richard and Kachhar, Rakesh. America's wealth gap between middle-income and upper-income families is widest on record. Pew Research Center, December 2014.
15. Gandini, A. (2015). The rise of coworking spaces: A literature review*. Ephemera, 15(1), 193-205.
16. Inozemtsev, Vladislav. How to Help Ukraine: An Alternative Vision. Atlantic Council. January 19, 2016.

³ Расчет составлен исходя из данных, предоставленных В. Иноземцевым в его статье «Злокачественное высшее образование», где он приводит цифру обучающихся на дневной форме 3.45 млн. человек. Поскольку он приводит данные совещания в министерстве образования, где предполагается сокращение 40% бюджетных мест, то цифра 1.38 мл. и отражает результат данного сокращения.

17. Inozemtsev, Vladislav. Putin's Self-Destructing Economy. The Washington Post. January 17, 2016.
18. Jain-Chandra, Sonali; Kinda, Tidiane; Kochhar, Kalpana; Piao, Shi and Shauer, Johanna. Sharing the Growth Dividend: Analysis of Inequality in Asia. Sharing the Growth Dividend: Analysis of Inequality in Asia. IMF Working Paper. International Monetary Fund, 2016.
19. Koolhaas, R. (2013). The Past Is Too Small to Inhabit. *New Perspectives Quarterly*, 30 (4), 13-18.
20. Koolhaas, R., Mau, Bruce, Sigler, Jennifer, Werlemann, Hans, & Office for Metropolitan Architecture. (1998). *Small, medium, large, extra-large: Office for Metropolitan Architecture, Rem Koolhaas, and Bruce Mau / edited by Jennifer Sigler; photography by Hans Werlemann. (Second ed.)*.
21. Lehtikainen, J. (2007). *Personal content experience: Managing digital life in the mobile age / Juha Lehtikainen [and others]*. Chichester, England; Hoboken, NJ: John Wiley.
22. San Francisco Announces Closing Keynote Session on How Silicon Valley's Startup Culture is Expanding into New Regions. (2015, May 18). *Business Wire*, p. Business Wire, May 18, 2015.
23. Why socio-economic inequalities increase? Facts and policy responses in Europe. Directorate-General for Research, Socio-economic Sciences and Humanities. European Union, 2010. Код доступа: https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy_reviews/policy-review-inequalities_en.pdf

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Gertner S.L. Rossijskaja jelita kak kul'turnaja real'nost' (kul'turnye interesy, potrebnosti i dejatel'nost' sovremennoj rossijskoj jelity) [Russian elite as a cultural reality (cultural interests, needs and activity of contemporary Russian elite)]. – M.: MGUKI, 2015. – 239 p. [in Russian].
2. Gertner S.L. Kul'tura rossijskoj regional'noj jelity cherez ee interesy [Culture of Russian regional elite through its interests]. – M.: MGUKI, 2009. – 222 p. [in Russian]
3. Kitov Y.V., Gertner S.L. Jelita i interesy [Elite and its Interests]. – M.: MGUKI, 2004. – 167 p. [in Russian].
4. Grinkevich V. Programma Prohorova kak popytka ugodit' vsemu protestnomu jelektoratu [Prokhorov's Program as an attempt to please whole protestant electorate]. – RIA Novosti. 23 Janvarja, 2012. [in Russian].
5. Inozemcev V. Zlokachestvennoe vysshee obrazovanie [Malignant higher education]. – Snob. 2 Avgusta, 2016. [in Russian].
6. Narskij I.S. David Jum [David Hume]. – M.: Mysl', 1973. –180 p. [in Russian].
7. Opredelenie «obamakare» v tolkovom slovare amerikanskogo jazyka [Definition of “Obamacare” in the American language dictionary] : <http://www.dictionary.com/browse/obamacare> [in Russian].
8. Potapenko D. Luchshij investproekt dlja stolichnyh vlastej – jeto kladbishhe [The best invest-project for city's management is cemetery]. – Rus2web, 9 fevralja, 2016. Kod dostupa: <http://rus2web.ru/mneniya/biznesmen-dmitrij-potapenko-luchshij-investproekt-dlya-stolichnyix-vlastej-eto-kladbishhe.html> [in Russian].
9. Foht B.A. Izbrannoe (iz filosofskogo nasledija) [Selected works (from philosophical heritage)]. – M.: Progress-Tradicija, 2003. – 456 p. [in Russian].
10. Augé, M. (1995). *Non-places: Introduction to an anthropology of supermodernity / Marc Augé; translated by John Howe*.
11. Bielkov, Olga. Thanks But No Thanks, Mr. Inozemtsev: A Response from Kyiv”. Atlantic Council. February 2, 2016.
12. Brianm, Harmer; Davidj, Pauleen. (2012). Attitude, aptitude, ability and autonomy: the emergence of ‘offroaders’. A special class of nomadic worker. *Behaviour & Information Technology*, May, 2012, Vol.31 (5). Pp.439-451.
13. Chayka, Kyle. Welcome to Airspace. How Silicon Vellye helps shpread the same sterile aesthetic across the world. *The Verge*. August 3, 2016.
14. Fry, Richard and Kachhar, Rakesh. America's wealth gap between middle-income and upper-income families is widest on record. *Pew Research Center*, December 2014.
15. Gandini, A. (2015). The rise of coworking spaces: A literature review*. *Ephemera*, 15(1), 193-205.
16. Inozemtsev, Vladislav. How to Help Ukraine: An Alternative Vision. Atlantic Council. January 19, 2016.
17. Inozemtsev, Vladislav. Putin's Self-Destructing Economy. The Washington Post. January 17, 2016.
18. Jain-Chandra, Sonali; Kinda, Tidiane; Kochhar, Kalpana; Piao, Shi and Shauer, Johanna. Sharing the Growth Dividend: Analysis of Inequality in Asia. Sharing the Growth Dividend: Analysis of Inequality in Asia. IMF Working Paper. International Monetary Fund, 2016.
19. Koolhaas, R. (2013). The Past Is Too Small to Inhabit. *New Perspectives Quarterly*, 30 (4), 13-18.
20. Koolhaas, R., Mau, Bruce, Sigler, Jennifer, Werlemann, Hans, & Office for Metropolitan Architecture. (1998). *Small, medium, large, extra-large: Office for Metropolitan Architecture, Rem Koolhaas, and Bruce Mau / edited by Jennifer Sigler; photography by Hans Werlemann. (Second ed.)*.
21. Lehtikainen, J. (2007). *Personal content experience: Managing digital life in the mobile age / Juha Lehtikainen [and others]*. Chichester, England; Hoboken, NJ: John Wiley.
22. San Francisco Announces Closing Keynote Session on How Silicon Valley's Startup Culture is Expanding into New Regions. (2015, May 18). *Business Wire*, p. Business Wire, May 18, 2015.
23. Why socio-economic inequalities increase? Facts and policy responses in Europe. Directorate-General for Research, Socio-economic Sciences and Humanities. European Union, 2010. Код доступа: https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/policy_reviews/policy-review-inequalities_en.pdf.

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.083

Дзюба Д.Н.

ORCID: 0000-0001-7166-6289, Аспирант, Вятский государственный университет

СОЦИАЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ МУЗЕЕВ

Аннотация

Автором в данной работе рассматривается виртуальная модель музея, которая является новым объектом культурологических исследований. Выявляются основные аспекты существования виртуальных музеев с информационной и социальной-информационной точки зрения. Обозначаются признаки, которые характеризуют виртуальные музеи. Данная работа может помочь в объяснении нужности существования музея как феномена в сети Интернет, гибкости музея как культурной формы, его необходимости в качестве информационно-социального института, а также позволяет говорить о многообразии этого виртуального феномена.

Ключевые слова: культура, виртуальный музей, Интернет, информационная среда, социальная сфера.

Dzyuba D.N.

ORCID: 0000-0001-7166-6289, Postgraduate student, Vyatka State University

SOCIAL AND INFORMATIONAL ASPECTS OF THE VIRTUAL MUSEUM

Abstract

The author in this paper reviews a virtual museum model as a new object of cultural studies. Outlines key aspects of the existence of the virtual museums from the information and social-information point of view. Identifies core features that comprise a virtual museum. This work may help to explain the usefulness of the museum as a phenomenon on the Internet, the flexibility of the museum as a cultural form, it's usefulness as a socio-informational institution, and also allows a debate of the diversity of this virtual phenomenon.

Keywords: culture, virtual museum, the Internet, information environment, social sphere

СТАТЬЯ БЫЛА ИЗЪЯТА ПО ЖЕЛАНИЮ АВТОРА

СТАТЬЯ БЫЛА ИЗЪЯТА ПО ЖЕЛАНИЮ АВТОРА

СТАТЬЯ БЫЛА ИЗЪЯТА ПО ЖЕЛАНИЮ АВТОРА

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.124

Кириллова Н.Б.

ORCID: 0000-0002-9187-7080, доктор культурологии,

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

НОВЫЕ МЕДИАТЕХНОЛОГИИ КАК ВЫЗОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭПОХИ**Аннотация**

В статье рассматриваются актуальные проблемы медиатизации общества как вызовы XX – XXI веков. Дело в том, что такие понятия как «глобализм», «информационная эпоха», «информационное общество» стали самыми распространенными в гуманитарных науках за последние 25–30 лет. Вот почему автор акцентирует внимание на внедрении в социально-культурную сферу новых медиатехнологий, которые влияют на социум, меняют общественное сознание и способствуют формированию нового типа культуры информационной эпохи – медиакультуры, как совокупности информационно-коммуникационных средств, выработанных человечеством в процессе своего исторического развития.

Ключевые слова: информационная эпоха, глобализация, виртуальная реальность, медиакультура, медиатехнологии.

Kirillova N.B.

ORCID: 0000-0002-9187-7080, PhD in Culture Studies,

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin

EMERGENT MEDIA TECHNOLOGIES AS A CHALLENGE FOR THE INFORMATION AGE**Abstract**

The article analyses the currently relevant problems presented by the mediatization of society, considering them as challenges for the XX and XXI centuries. The fact is that such concepts as “globalism”, “information age”, “information society” have become extremely widespread in humanities over the course of the last 25–30 years. For this reason, the author focuses on the integration of emergent media technologies into the socio-cultural sphere – technologies that influence society, change social consciousness and facilitate the development of a new type of culture, i.e. media culture as a totality of media created by humanity throughout the historical process.

Keywords: information age, globalization, virtual reality, media culture, media technologies.

Введение.

Актуальность темы исследования на вызывает сомнения. Понятия «глобализм», «информационная эпоха», «информационное общество» стали самыми распространенными в гуманитарных науках на рубеже XX–XXI веков. Речь по сути идет о новой цивилизации, связанной с колоссальным, не виданным ранее влиянием современной индустрии информации буквально на все стороны общественной жизни и сознания.

Отметим, однако, что информационная эпоха, по мнению американского социолога М. Кастельса, началась не с «компьютеризации», а с «массовой» культуры, то есть культуры массмедиа, основу которой в послевоенный период образвали аудиовизуальные СМК: кино, телевидение, реклама, видео [1].

Идея «новой цивилизации» сохраняет свою ценность в контексте тех интеграционных процессов, что происходят в медиакulture за последнюю четверть века. «Третья волна», по Э. Тоффлеру, – это и есть развитие информационного общества, когда складываются новый стиль жизни и человеческой деятельности, новые формы политики, экономики и общественного сознания. Что изменилось на рубеже XX – XXI веков в сознании человечества? Каковы перспективы медийной цивилизации и как она влияет на культуру и социум?

Медийные метаморфозы

Анализируя книгу Э. Тоффлера «Метаморфозы власти», можно увидеть драматизм современных конфигураций. Тоффлер подчеркивает, что знание перекрывает достоинства других властных импульсов и источников и может служить для приумножения богатства и силы. Оно действует предельно эффективно, поскольку направлено на достижение цели. *Тоффлер считает информацию, знание самым «демократичным» источником власти.* Вот почему в мире развернулась гигантская битва за власть. Новая система создания материальных ценностей целиком и полностью зависит от системы связи и распространения разных идей, символов. Нынешнюю экономику, как отмечал Тоффлер, можно назвать «экономикой суперсимволов» [2].

Однако новая социокультурная среда включает в себя информационные войны, глобальные конфликты, парадоксы стандартов. Поэтому информационные войны ведутся теперь во всем мире, охватывая все – от сканеров в супермаркетах до телевизионных сетей и киберпространства.

Размышляя о многоканальной системе получения информации, Тоффлер прибегает к образному языку: «Информационная бомба взрывается в самой гуще людей, осыпая нас шрапнелью образов и в корне меняя и восприятие нашего внутреннего мира, и наше поведение.

Эти образы не появились сами по себе. Они формируются непонятным для нас образом из сигналов или информации, получаемой нами из окружающей нас среды. Вот почему на нашу работу, наши семьи, церковь, школы, политические институты влияет информация, но и море самой информации тоже меняется» [3].

«Информационный взрыв» (термин М. Маклюэна) [4] привел к разрушению отживших структур. Однако почему прежние социальные структуры стали разрушаться? Откуда взялись новые запросы и потребности? Что, вообще говоря, порождает грандиозные технологические сдвиги?

Нет сомнений в том, что компьютерные технологии углубляют связи разных культур, информация создает осмысленные ценности. Но компьютер, как и другие новые медиа (сотовая связь, электронная почта, цифровое кино и фото, сеть Интернет и т.д.) оказывает воздействие на социум в том случае, если это продуманная система, соотношенная с характером общественных связей. Информация как «стерилизованное знание» зависит от медийной

культуры как особого типа культуры информационной эпохи [5]. Не случайно эта тема привлекает внимание многих исследователей.

Так, Н. Луман в книге «Реальность массмедиа» говорит о гипертрофии нового и интересного в массмедийной реальности, но привлечение внимания постоянно требует все новых «новостей», т. е., развиваясь по логике сенсаций, они дают то, что отсутствует в реальности [6]. Ж. Делёз перед лицом тех возможностей, которые предоставляет человеку компьютер, говорит об «электронном шейнике», который стал нормой западного сообщества; раздаются голоса о наступлении новой идеологии «технофундаментализма» (Р. Вирильо); выделяется новая форма насилия – «виртуальное насилие» или «технофашизм» [7].

Последствия медиатизации общества, как и последствия предшествовавших великих социальных революций, являются различными для разных регионов, стран и народов. Свободное движение и производство информации и информационных услуг, неограниченный доступ к разным медиа и использование их для стремительного научно-технологического и социального прогресса, для научных инноваций, развития знаний, решения экологических и демографических проблем возможны лишь в демократических обществах, в обществах, где признают свободу и права человека, где открыты возможности для социальной и экономической инициативы.

Это отмечают сегодня многие отечественные ученые,⁴ с тревогой относясь к ее информационным вызовам глобализации. Однако нельзя не видеть закономерности происходящих процессов, которые необходимо изучать, осмысливать, чтобы научиться ими управлять. Среди вызовов информационной эпохи можно отметить «демассификацию» массмедиа (многомиллионные тиражи газет и журналов в конце XX века стали не нужны, поскольку есть их электронные копии), телекратию, развитие клип-культуры, что является итогом глобализации.

На первое место в информационную эпоху вышла «аудиовизуальная (экранная) культура» как оплот СМК. Под влиянием кино, затем телевидения, компьютера и Интернета начинает формироваться так называемое «экранное поколение». Не случайно многие исследователи стали называть экран «главным учителем жизни».

Вспоминается в этой связи предвидение Д. Оруэлла, который еще в середине XX века опубликовал свою книгу «1984» – обвинительный акт эпохе тоталитаризма.

В книге изображено правительство, в полной мере осуществляющее контроль над средствами массовой информации. Блестящие неологизмы, созданные Оруэллом, такие как «newspeak» («новояз») и «doublethink» («двоемыслие»), вошли в английский язык. Эта книга стала мощным оружием в борьбе против цензуры и манипулирования умственной деятельностью, поэтому в течение многих десятилетий она была запрещена в СССР.

Оруэлл правильно оценивал такие технологии, как двусторонние телевизионные экраны, которые могут быть использованы, чтобы доносить государственную пропаганду до зрителей и одновременно – шпионить за ними, интерес представляют и его предостережения о потенциальных вмешательствах в частную жизнь человека. Но он, как, впрочем, и никто другой в тот период, не мог предсказать того потрясающего прогресса в новых способах коммуникации, который происходит сегодня.

О «телекратии» как явлении западной массовой культуры советский культуролог А. В. Кукаркин еще в 1970-е годы написал в своей книге «По ту сторону расцвета», ставшей бестселлером в СССР [8].

Немыслимой власти кино, ТВ, видео над умами и душами сотен миллионов людей К. Разлогов дал емкое название: «Экран как мясорубка культурного дискурса». Смысл своей метафоры автор объясняет тем, что идея культурного дискурса как целостного и почти органического объема информации и мясорубки как средства ее переработки для дальнейшего перевода в более удобоваримую форму по отношению к искусству экрана и к аудиовизуальной культуре в целом представляется весьма полезной, причем с самых разных точек зрения». Разъясняя «эффект реальности и разделку ее туши», К. Разлогов говорит, что «родовое проклятие» кинематографа и телевидения заключается в имманентной достоверности фотоизображения, а затем звукозаписи и звуковоспроизведения: «Сфотографированная жизнь могла быть уподоблена куску мяса как фрагменту реальности, вырезанному рамкой кадра из туши окружающего мира и в такой «сырой» форме представленному зрителям» [9].

Особенность работы ТВ заключается в том, что телевидение стремится работать на некую усредненную «аудиторию вообще», парадоксально вычисляемую по псевдорейтингам. В результате, как считает К. Разлогов, каждый канал отказывается от собственного своеобразия и конкурирует с соседями, ...подражая им.

Какова в этом плане ситуация в других странах? Здесь также разнообразие безжалостно нивелируется стандартными ситуациями. Поскольку отечественное ТВ в последнее время носит исключительно не творчески самостоятельный, а подражательный характер, то наш экранный облик стал очень похож на все остальные телеканалы мира.

Исключение составляют лишь тематические или отдельные экспериментальные каналы типа наших «Культура», «ОТР», франко-германского «Арте»; успехом у российских зрителей пользуются также CNN, кино- и спортивные каналы телевидения.

Особую роль играет в последние годы *«интерактивное» телевидение, основанное на взаимодействии зрителя с телеэкраном, на активном вторжении зрителя в то, что он видит на мониторе*. Эта проблема еще в конце 1990-х годов стала основой дискуссии в редакции журнала «Киноведческие записки»; в ней приняли участие известные теоретики А. Прохоров, А. Кричевец и К. Разлогов [10]. Суть полемики свелась к следующему.

Интерактивное телевидение включает в себя момент игры, есть игровые формы интерактивного телевидения, когда человек получает какую-то информацию и делает это не ради самообразования, а для собственного удовольствия. А есть интерактивное просветительское телевидение, которое вовсе не игра. С другой стороны, в современное образование все чаще вторгается элемент игры, особенно в начальной школе, где детям и подросткам до 13-14-ти лет стараются внушать многие чисто образовательные ходы в игровой форме, чтобы это легче усваивалось. Но тогда главной целью становится образование, а игра – только предлог, только облегчение для учащихся.

⁴ См.: работы Арина О., Гуревича П., Калужного Д., Кара-Мурзы С., Панарина А., Почепцова Г., Цуладзе А. и др.

Телевизионные игры, в отличие от видеоигр, составляют часть телевизионного представления. Опять-таки, здесь есть «играющие» и есть «зрители». Если разного рода представления, хеппенинги можно отнести к художественному творчеству, искусству, то телеигры уже выходят за пределы художественного творчества, они представляют что-то, в чем есть элемент искусства и элементы неискусства. Они принадлежат миру игры и в том широком смысле, в котором об этом писал Й. Хайзенга [11], и в том узком смысле, в котором игровое начало присуще именно этому телевизионному жанру.

Телевизионные игры относятся к наиболее популярным видам телевизионного представления. Они бывают очень разными: одно дело – «Поле чудес» или «Как стать миллионером?», другое дело – «Что? Где? Когда?», хотя и то, и другое есть «телевизионная игра» по определенным правилам: есть участвующие и есть зрители, которые за этим наблюдают.

Распространение игр на телевидении и занятие ими ведущего места в репертуаре сопровождала «новая экранная революция», которая была связана со вторжением электронных игр и компьютерных технологий. Известно, что многие видеоигры существуют в двух вариантах – на компьютере и на телевизионном экране – в зависимости от того, какую приставку ты используешь. Игры могут быть и на CD-ROM-ах, их можно переписать на жесткий диск, можно приобрести игровую приставку к телевизору. По сути эти игры эквивалентны. И компьютерные, и телевизионные игры подразумевают активное вторжение человека, участвующего в этой игре, в то, что там происходит. Человек – уже не зритель, а человек играющий – «homo ludens», по терминологии Й. Хайзенги. И в данном случае он не смотрит зрелище, а участвует в зрелище, по-своему моделируя то, что происходит с персонажем.

Особую роль в экранной культуре играют *телесериалы* (ТВС), как самое массовое по охвату аудитории зрелище со своим «языком», своим «текстом».

Текст ТВС есть «многомерное пространство, это набор текстов – дискурсов, цитат, ни один из которых не является исходным. Создание интертекста – это создание двойственности знака, который одновременно принадлежит и создаваемому интертексту, и текстам, в него включаемым, и реальности, и квазиреальности, что позволяет утверждать многообразие прочтения и понимания создаваемого интертекста» [12].

Специфика языка телесериала заключается в его максимальной конкретности, в возможности осуществления «желаемого», которое представлено в тексте ТВС как необходимость, так как это наиболее эффективный способ заинтересовать зрителя.

Таким образом, «ожидание», а затем «ответ» и «разгадка» объясняют причину страсти зрителей к телесериалам. При этом телеману неважно – отечественный это приключенческий фильм типа «Семнадцать мгновений весны» Т. Лиозновой, советский телеэпос («Тени исчезают в полдень» и «Вечный зов» В. Краснопольского и В. Ускова), американская «Санта-Барбара» или латино-американская «мыльная опера» типа «Рабыни Изауры» и «Богатые тоже плачут» и т. д. Для телемана важен психологический момент «ожидания» и эффект «разгадки», заставляющий его на протяжении многих недель и месяцев, не отрываясь, смотреть на телеэкран.

Телесериал сопоставим с таким же мощным явлением современной медиаккультуры, как реклама – *еще одна разновидность мифомышления в массовом сознании и составная часть так называемой «клип-культуры»* (video clip – короткий сюжет со специально снятым изображением, используемый как вставной номер в телепередаче).

«Кто бы что ни говорил, истина заключается в том, что реклама – это не искусство. В ней может присутствовать некоторый артистизм, но при окончательном анализе оказывается, что это – наука, результаты использования которой можно полностью выразить в измеримых величинах», – утверждает в своей книге С. Зимен [13]. Но эффективность рекламы, в том числе и коммерческой, напрямую зависит и от того духовного содержания, которым наполняется рекламное пространство, от философии рекламы, включающей в себя определенные мифологемы, и от методов ее подачи.

Однако вопреки утверждению С. Зимена *«клип-культура» эпохи постмодерна, используя коллажность и фрагментарность, китч и иронический подтекст по отношению к приоритетам прошлого*, способна создать яркие рекламные миниатюры исторического содержания, подобно тому как это делали Ф. Бондарчук и Д. Евстигнеев в конце 1990-х годов под эгидой рекламы Банка «Империал». «Клип-культура» породила и знаменитый фильм «Му-Му» (1998 год, режиссер Ю. Грымов) по рассказу И. С. Тургенева, и 120-серийный телесериал российско-американского производства «Бедная Настя» (2005, СТС), построенный на соединении исторического (реальные образы и коллизии русской истории эпохи Николая Первого) и вымышленного материалов.

Сущность механизмов воздействия в приведенных примерах одна: манипуляция зрителем через апелляцию к его пристрастиям и эстетическим вкусам, предоставление возможностей (пусть и иллюзорных) достигнуть удовлетворения и т. д. В этом смысле и фильм, и телесериал, и реклама становятся производителями потребителя, утверждаясь на медиарынке факторами доходности и прибыльности, что привлекает потенциальных инвесторов.

Компьютеризация и социальная память

Особенностью информационного общества является то, что создается новая инфосфера, основой которой является *интеллект*. Залогом столь решительного шага вперед стал, конечно же, *компьютер* как сочетание электронной памяти с программами, сообщаемыми машине. Еще в начале 1950-х годов в США это было своеобразным научным открытием. В 1960-е годы компьютеры стали проникать в деловую сферу и использовались главным образом при финансовых расчетах. В 1970-е годы процесс распространения компьютерного интеллекта убыстряется, и в начале 1980-х годов компьютер становится в США и странах Западной Европы таким же вездесущим явлением, как до этого была пишущая машинка.

У истоков ЭВМ, как известно, – открытия почти двухвековой давности. Еще в 1832 году английский математик Чарльз Бэббидж изобрел первую программно-вычислительную машину, которую назвал «аналитической машиной». Но идеей Бэббиджа ученые воспользовались только в годы Второй мировой войны.

Первой машиной, признанной стопроцентным ЭВМ, был ЭНИАК («Электронный численный интегратор и калькулятор»), построенный в 1945 году. ЭНИАК, способный хранить в своей памяти программы и различные данные, стал предтечей современного компьютера.

Э. Тоффлер рассказал, как телекомпьютерная корпорация Америки стала в 1970-е годы предлагать услугу, именуемую просто «Источник», которая за «смехотворно низкую цену предоставляла пользователю компьютера немедленный доступ к кабельному каналу новостей «United Press International», огромному массиву данных товарной и фондовой биржи, программам обучения детей счету, письму, французскому, немецкому и итальянскому языкам, членство в компьютеризированном клубе покупателей товаров со скидкой, возможность немедленно заказать гостиницу или туристическую поездку и еще многое другое.

«Источник» также позволял всем, у кого есть недорогой терминал ЭВМ, общаться с кем угодно в данной системе. Любители бриджа, шахмат или игры в триктрак могли при желании играть с партнерами, находящимися от них за тысячи миль. Пользователи могли вступать в переписку друг с другом или рассылать сообщения многочисленным адресатам одновременно, а всю свою почту хранить в электронной памяти. «Источник» облегчал формирование своего рода «электронного братства» людей, объединяющихся в группы по интересам [3, с. 284].

Рассредоточение компьютеров по домам, не говоря уже об их объединении в разветвленную сеть, стало следующим шагом в создании открытого пространства интеллектуальной среды.

Речь шла не просто о сокращении объема информации, а о совершенно новом уровне коммуникаций, резко отличающихся от традиционных СМИ. Речь шла о принципиально новом типе *медиакультуры*, трансформирующей общественное и индивидуальное сознание. У человечества появилась потребность в «компьютеризации» и новой системе «медиаграмотности».

Цивилизация эпохи индустриализации, как известно, взяла курс на «массовую грамотность», построив тысячи библиотек и музеев, изобретя картотеки, газеты, журналы, фотографии, кино, ТВ – словом, все то, что *способствовало социальной модернизации*.

Составляющими постиндустриальной (информационной) цивилизации стали: компьютеризация корпоративных файлов, кабельное, спутниковое и цифровое телевидение, видео, Интернет, электронная почта, сотовая связь, мультимедиа – все то, что смешивается, пополняется, комбинируется, расширяя социальную память индивида, общества, всей планеты. Речь идет о формировании «планетарного», «глобального» мышления. Свидетельницей этого процесса является современная медиакультура.

Как отмечает В. Савчук, «информация живет «симуляцией знания». И здесь не важно, истинна она или нет, важна лишь скорость ее проявления и непрерывность трансляции. Модус актуальности заставляет максимально сближать происходящее с информацией о происходящем [7, с.31].

Электронная революция оказалась тесно связанной в нашей стране с процессом демократизации общества, так как благодаря ЭВМ стала доступна любая разнообразная информация. И хотя кино, телевидение, радио все еще остаются наиболее популярными медиа, роль компьютера и Интернета резко возросла как мощных средств сохранения социальной памяти.

Интернет и «виртуальная реальность»

Интернет – система соединенных компьютерных сетей мирового масштаба, которая предоставляет услуги по обмену данными. Другими словами, Интернет – это сеть сетей, которая объединяет национальные, региональные и местные компьютерные сети, в которых происходит свободный обмен информацией.

Вопросы создания и функционирования СМК в среде Интернет представлены в обширном эмпирическом материале сборника «Система средств массовой информации России» [14], а также в книге Р. Снеддена «Изобретения XX века. Интернет» [15], а также в монографии М. Кастельса «Галактика Интернет» [16].

Интернет стал не только средством общемирового вещания, механизмом распространения информации, но и средой для сотрудничества и общения людей, охватывающей весь земной шар. В отличие от радио- и телевещания, основной функцией которых стало производство и распространение массовой информации, Интернет оказался средой для коммуникации в более широком смысле слова, включающей межличностную и публичную формы общения, как индивидуальную, так и групповую.

Интернет – многофункциональная система. Главными его функциями являются:

- информационная, особенность которой заключается в том, что информационные контакты протекают в режиме открытости и общедоступности. Почти каждый может получить доступ в Интернет, серьезными ограничениями являются лишь низкий уровень каналов связи и недостаток материальных средств. Информационная функция обеспечивает хранение, механизмы поиска и доступа к имеющейся информации;

- социальная, приводящая к образованию новых форм коммуникативного поведения в среде, где господствуют горизонтальные связи и отсутствуют территориальные, иерархические и временные границы;

- экономическая, направленная на получение коммерческой прибыли и проявляющаяся в чрезвычайно эффективном воздействии на глобальную информационную инфраструктуру и стимулирующая ее дальнейшее развитие.

М. Кастельс утверждает, что *мы живем в условиях особой культуры, которая «является виртуальной, поскольку строится, главным образом, на виртуальных процессах коммуникаций, управляемых электроникой... Эта виртуальность и есть наша реальность. Вот что отличает культуру информационной эпохи: именно через виртуальность мы в основном и производим наше творение смысла»* [1, с. 237].

Кастельс, в сущности, определил специфику Интернета как «пространства свободной глобальной коммуникации» [16, с. 5] в начале XXI века. И можно согласиться с теми исследователями, кто считает, что процесс виртуализации стоит рассматривать не как результат компьютеризации, а как итог исторического пути человечества.

«Виртуальность» из условности превращается в безусловность, «квазиреальность» заменяется «гиперреальностью», о чем говорят теоретики постмодернизма: Барт Р., Бодрийяр Ж., Гваттари Ф., Деррида Ж., Делёз Ж., Кристева Ю., Левинас Э., Эко У. и др.

Виртуальная реальность, таким образом, порождает иные культурные идентичности и модели субъективности, нестабильные, диффузные. А это ставит человечество перед задачей формирования «глобального» гражданского общества.

Глобализм и поиски новой идентичности

Среди идеологов теории «глобализма», как нового мирового порядка, следует выделить З. Бжезинского, американского социолога, долгие годы определявшего внешнюю политику США, и Джорджа Сороса, который вслед за К. Поппером назвал свой проект «Открытое общество», рассматривал его в следующем контексте:

«Концепция открытого общества нуждается в более прочном фундаменте. Нужны психологические обязательства в защиту открытого общества, потому что это правильная форма общественной организации. Но готовность к таким обязательствам встречается нечасто» [17].

Западная Европа, как известно, отреагировала на перспективы глобализации объединением. Этот процесс начался вскоре после второй мировой войны сначала созданием НАТО (1949), затем Европейского экономического сообщества (1957); с 1976 года функционирует Европейский парламент; в 1993 году образован Европейский Союз (ЕС).

Самым сложным вопросом глобализации является проблема *существования многонациональных культур*. Одни исследователи называют эту ситуацию «предапокалипсисом», другие – «новым Вавилоном».

А. Генис в своем эссе «Вавилонская башня» называет эти тревоги «зловещими трактовками древнего сюжета», хотя при этом замечает, что «меняется геометрия строительства: на место дерзкой вертикали приходит смиренная горизонталь» [18, с. 238]. Развивая идею «глобальной революции» в сфере культуры, Генис подчеркивает диалектическое единство традиций и новаторства: «В Библии рассказ о Вавилонской башне завершает первобытную историю. Это позволяет воспользоваться ею как вехой, определяющей тот момент, к которому стремится в своем попятном движении постиндустриальная культура, – архаика кончается столпотворением».

Помимо очевидного, тут есть и подспудный смысл: языки не только разделили людей – язык разделил человека. Согласно классическому определению Аристотеля, речь – репрезентация разума. Это значит, что она дает высказаться не всему человеку, а лишь его сознательной, разумной, рациональной части [18, с. 240].

Как известно, К. Леви-Стросс утверждал, что два типа мышления – первобытное и современное – оперируют двумя видами грамматики. В зависимости от того, какой из них человек пользуется, он оказывается либо в архаическом, либо в современном мире. Цель постиндустриальной культуры, по мнению Гениса, состоит в том, чтобы создать из двух грамматик третью. Однако «планетарная цивилизация» воспринимается зачастую простым продолжением колониализма – *агрессией сильных против слабых*, развитого индустриального общества против неразвитого, Запада против Востока [18, с. 241].

Вот почему мир в начале XXI века сотрясают войны как локальные, так и информационные. Современные процессы медиатизации мира и перехода человечества на цивилизационные пути развития изучает новая синтетическая наука информационной эпохи – медиалогия [19] (но это уже другая тема исследования, которая находится за пределами проведенного анализа).

Вместо заключения.

Что ж, переходный период всегда сопряжен с поисками новой идентичности, суть которой сводится, как правило, к поискам нового мифа. Весь мир и Россия сегодня вновь оказались перед выбором, подобно героям русских народных сказок. В этой связи актуальны мысли политолога А. Цуладзе о том, что «перед ней открываются три возможные альтернативы развития. *Первый путь – интеграция в западное сообщество. Второй путь – опора на собственные силы, обособление от Запада. Третий путь – возрождение империи, противостояние с Западом*» [20].

Глобализация как бы повторяет на новом витке эпоху «осевого времени» (термин К. Ясперса), обозначившую начало собственно цивилизованного бытия, проявившую универсальный смысл истории. Это выражение потребности мирового сообщества в период кризиса созданной им цивилизации восстановить авторитет и витальную силу идеи коллективной ответственности человека и человечества за сохранение целостности «земного» мира.

Список литературы / References

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. – М. : ГУВШЭ, 2000. – С. 316 – 323.
2. Тоффлер Э. Метаморфозы власти. – М. : АСТ, 2003. – С. 9 – 10.
3. Тоффлер Э. Третья волна. – М. : АСТ, 1999. – С. 263.
4. Маклюэн М. Понимание медиа. Внешние расширения человека. – М.-Жуковский : Канон-Премс-Ц, 2003. – 464 с.
5. Кириллова Н.Б. Медиакultura: теория, история, практика. – М. : Академический проект, 2008. – 496 с.
6. Луман Н. Реальность массмедиа. – М. : Праксис, 2005. – С. 57-58.
7. Савчук В. Конверсия искусства. – СПб. : Петрополис, 2001. – С. 11.
8. Кукаркин А. В. По ту сторону расцвета. – М. : Политиздат, 1974. – 558 с.
9. Разлогов К. Экран как мясорубка культурного дискурса // Экранная культура. Теоретические проблемы/Под ред. К.Э. Разлогова. – СПб. : Изд-во «Дмитрий Буланин», 2012. – С. 9-37.
10. Проблема/Киноведческие записки. – М. : НИИК, 1996, № 30. – С. 262-295.
11. Хайзенга Й. Homo Ludens/Человек играющий. Статьи по истории культуры. – М. : Айрис-пресс, 2003. – 496 с.
12. Зайцева С. Телевизионный сериал: язык, дискурс, текст // Языки культур: Взаимодействия. – М. : РИК, 2002. – С. 332.
13. Зимен С. Бархатная революция в рекламе. – М. : Эксмо, 2003. – 288 с.
14. Снедден Р. Изобретения XX века. Интернет. – М. : МАХАОН, 1998. – 48 с.

15. Система средств массовой информации России/Под ред. Я.Н. Засурского. – М. : Аспект-Пресс – 2003. – 260 с.
16. Кастельс М. Галактика Интернет: размышления об Интернете, бизнесе и обществе. – Екатеринбург : У-Фактория, 2004. – С. 5.
17. Сорос Дж. Новый взгляд на открытое общество. – М. : Магистр, 1997. – С. 14 – 15.
18. Генис А. Вавилонская башня. Искусство настоящего времени. – М. : Независимая газета, 1997. – 256 с.
19. Кириллова Н.Б. Медиалогия. – М. : Академический проект, 2015. – 418 с.
20. Цуладзе А. Политическая мифология. – М. : Алгоритм, 2003. – С. 347-348.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Kastel's M. Informacionnaja jepoha: jekonomika, obshhestvo i kul'tura [The Information Age: Economy, Society and Culture]. – М.: GUVShJe, 2000. – S. 316 – 323. [in Russian]
2. Toffler Je. Metamorfozy vlasti [Powershift: Knowledge, Wealth and Violence at the Edge of the 21st Century]. – М.: AST, 2003. – S. 9 – 10. [in Russian]
3. Toffler Je. Tret'ja volna [The Third Wave]. – М.: AST, 1999. – S. 263. [in Russian]
4. Makljuven M. Ponimanie media. Vneshnie rasshirenija cheloveka [Understanding media: The Extension of Man]. – М.-Zhukovskij: Kanon-Premss-C, 2003. – 464 s. [in Russian]
5. Kirillova N.B. Mediakul'tura: teorija, istorija, praktika [Media Culture: Theory, Histore, Practice]. – М.: Akademicheskij proekt, 2008. – 496 s. [in Russian]
6. Luman N. Real'nost' massmedia [The Reality of the Mass Media]. – М.: Praxis, 2005. – S. 57-58. [in Russian]
7. Savchuk V. Konversija iskusstva [Art Conversion]. – SPb.: Petropolis, 2001. – S. 11. [in Russian]
8. Kukarkin A. V. Po tu storonu rascveta [On the other side of the flowering]. – М.: Politizdat, 1974. – 558 s. [in Russian]
9. Razlogov K. Jekran kak mjasorubka kul'turnogo diskursa [The screen as the grinder cultural discourse] // Jekrannaja kul'tura. Teoreticheskie problemy/Pod red. K.Je. Razlogova. – SPb.: Izd-vo «Dmitrij Bulanin», 2012. – S. 9-37. [in Russian]
10. Problema [The problem]//Kinovedcheskie zapiski. – М.: NIIK, 1996, № 30. – S. 262-295.
11. Hajzenga J. Homo Ludens /Chelovek igrayushhij [Homo Ludens]. Stat'i po istorii kul'tury. – М.: Ajris-press, 2003. – 496 s. [in Russian]
12. Zajceva S. Televizionnyj serial: jazyk, diskurs, tekst [TV series: language, discourse, text] // Jazyki kul'tur: Vzaimodejstvija. – М.: RIK, 2002. – S. 332. [in Russian]
13. Zimen S. Barhatnaja revoljucija v reklame [The end of advertising as we know it]. – М.: Jeksmo, 2003. – 288 s. [in Russian]
14. Snedden R. Izobretenija XX veka. Internet [XX century invention. The Internet]. – М.: MAHAON, 1998. – 48 s. [in Russian]
15. Sistema sredstv massovoj informacii Rossii [System of mass media of Russia]/Pod red. Ja.N. Zasurskogo. – М.: Aspekt-Press – 2003. – 260 s. [in Russian]
16. Kastel's M. Galaktika Internet: razmyshlenija ob Internetе, biznese i obshhestve [Galaxy Internet: Reflection on the Internet, business and society]. – Ekaterinburg: U-Faktoriya, 2004. – S. 5. [in Russian]
17. Soros Dzh. Novyj vzgljad na otkrytoe obshhestvo [Opening soviet system]. – М.: Magistr, 1997. – S. 14 – 15. [in Russian]
18. Genis A. Vavilonskaja bashnja. Iskusstvo nastojashhego vremeni [Tower of Babel]. – М.: Nezavisimaja gazeta, 1997. – S. 238. [in Russian]
19. Kirillova N.B. Medialogija [Medialogia]. – М.: Akademicheskij proekt, 2015. [in Russian]
20. Culadze A. Politicheskaja mifologija [Political mythology]. – М.: Algoritm, 2003. – S. 347 – 348. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.077

Комаровская П.А.

ORCID: 0000-0001-6977-9524, Ассистент, Институт Философии

Санкт-Петербургского Государственного Университета

**К ВОПРОСУ О ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИИ САМОДЕЯТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ В КНР ПЕРИОДА ПРАВЛЕНИЯ МАО ЦЗЭДУНА (1949-1976)****Аннотация**

После основания КНР в 1949 г. искусство было взято под жесткий государственный надзор. Главным источником новой культуры объявляется творчество выходцев из простого народа, которое противопоставляется «устаревшему» профессиональному искусству. Данный конфликт нарастает на всем протяжении периода пребывания Мао Цзэдуна у власти в КНР (1949-1976), достигая особой остроты в период «культурной революции» (1966-1976), когда все традиционное искусство объявляется отжившим и подлежащим полному искоренению. Результаты представленного исследования могут быть в первую очередь применены при составлении учебных курсов по китайскому и мировому современному искусству.

Ключевые слова: КНР, искусство, «культурная революция», любительство, самодеятельность

Komarovskaya P.A.

ORCID: 0000-0001-6977-9524, Junior Professor,

Institute of Philosophy, St. Petersburg State University

**THE ISSUE OF AMATEUR-PROFESSIONAL ART OPPOSITION IN CHINA DURING MAO ZEDONG RULE
(1949-1976)****Abstract**

After Chinese People's Republic was founded in 1949, the art was placed under strict state supervision. Amateur art of peasants, soldiers and workers was proclaimed a main source of new culture, which was opposed to "outdated" professional art. This conflict is growing throughout the period of Mao Zedong rule in the CPR (1949-1976), reaching its climax during the "Great Proletarian Cultural Revolution" (1966-1976), when all the traditional art was declared obsolete and was sentenced to the total eradication. The results of the present study may be primarily applied in the preparation of training courses for Chinese and international contemporary art.

Keywords: China, amateur art, "Great Proletarian Cultural Revolution".

Любительство и самодеятельность⁵ в искусстве не могут существовать без профессионализма, который является для них путевым указателем и главным, зачастую недостижимым, примером. Характерными чертами любительского творчества является определенная свобода и отсутствие некоторых ограничений, что позволяет непрофессионалам смелее экспериментировать, создавая самобытные произведения. При тоталитарных строях эти качества могут приобретать особенную значимость, когда любительство и самодеятельность ставятся на ступень выше профессионализма. Данное противостояние достигло беспрецедентного размаха в КНР в 1960-1970-х гг. Основой для него стали идеи, впервые обозначенные 6-23 мая 1942 г., в речах, которые произнес Мао Цзэдун, выступая на конференции деятелей культуры в Яньане. Тогда советский социалистический реализм был впервые объявлен основным вектором развития культуры «нового Китая». Основные принципы, высказанные Мао Цзэдуном, в целом совпадали с ленинскими установками. Главное, к чему предписывалось стремиться – создание произведений высокого качества для народа, который должен служить для них как объектом, так и источником⁶.

Подобные меры были введены в СССР в 1932 г. по указанию И.В. Сталина, однако в нашей стране отрицание профессионального искусства в пользу любительства и самодеятельности никогда не достигало столь значительного масштаба, как в Китае.

Выбор временного отрезка для настоящей статьи объясняется тем, что принципы, высказанные в «Яньанских речах» наиболее сильно влияли на искусство КНР именно между 1949 и 1976 гг., когда государственным лидером являлся Мао Цзэдун. С годами значимость установок 1942 г. нарастала, достигнув своего пика в годы «культурной революции» (1966-1976). После смерти «Великого кормчего» в 1976 г. она постепенно отошла на второй план.

Разумеется, категория художников-любителей очень мобильна и ее представители могут переходить в категорию профессионалов. В КНР большое внимание уделялось «правильному» происхождению художников. Попытки внедрить в профессиональное искусство представителей рабоче-крестьянско-солдатской среды впервые предпринимались уже в 1950-е гг., однако наиболее явно они проявились в 1970-е гг. Условно искусство «культурной революции» можно подразделить на два периода – до и после 1971 г. В сентябре этого года при попытке бежать из страны погибает Линь Бяо (林彪, 1907-1971), официальный преемник Мао Цзэдуна и главный вдохновитель его культа, на который к этому времени уже строго ориентировалось искусство. Ранний период «культурной революции» характеризовался стремлением искоренить практически любое проявление «отжившей» традиционной культуры, и, в том числе, профессионального искусства, что неизбежно ударило и по ведавшим самодеятельностью структурам. Министерство культуры, Центральный отдел пропаганды, Ассоциация деятелей искусства КНР – все эти учреждения были распущены в 1967 г. Около 1970 г. большинство из их функций взяла на себя Группа по делам культуры под руководством Цзян Цин, одиозной супруги Мао Цзэдуна, выдвинувшейся в тот период на высшие государственные

⁵В настоящей работе мы разделяем близкие по смыслу понятия «самодеятельность» и «любительство»: под первым подразумевается организованное непрофессиональное художественное творчество, под вторым – индивидуализированное творчество одиночек.

⁶ Mao Zedong. "Talks at the Yenan Forum of Literature and Art". URL: https://www.marxists.org/reference/archive/mao/selected-works/volume-3/mswv3_08.htm (дата обращения: 15.09.2016)

посты. Культурная жизнь государства отчасти воспряла, однако ее главным ориентиром стали своеобразные и во многом ограниченные вкусы Цзян Цин, бывшей шанхайской актрисы. Из художественного творчества рабочих, крестьян и солдат она предполагала взрастить принципиально новую культуру. Тем не менее, уже после 1971 г. наблюдались некоторые послабления в отношении профессионального искусства – ряд сосланных в сельскую местность на «перевоспитание» художников был возвращен из ссылок и получил возможность работать по специальности⁷.

Проблема противопоставления классической (профессиональной) и любительской живописи имеет очень древние корни в китайской культуре, однако эти различия имели принципиально иной, нежели на Западе, характер. Исторически те, кто в Китае именовался художниками, как правило являлись любителями. Их четко отделяли от профессионалов, считавшихся ремесленниками. К последним примыкали придворные художники, занимавшие, однако, промежуточное положение. В число произведений ремесленного труда включалось все, что исполнялось без помощи кисти для письма. Типичный китайский художник происходил из привилегированного класса и был хорошо образован; стихи и картины создавались им во время отдыха и адресовались узкому кругу друзей. Необходимые для живописи навыки прививались в процессе обучения иероглифическому письму, и помимо них при создании произведения автору необходимо было продемонстрировать свой уровень образованности, тонкий вкус, осведомленность в области древних живописных стилей, а также высокие моральные качества. Любимым объектом живописи «образованных людей» являлся бамбук, изображение которого, во-первых, требовало совершенного владения кистью, а во-вторых символизировало стоическую гибкость конфуцианского чиновника, из числа которых происходило подавляющее большинство художников⁸.

Картины, которые писали такие авторы, относили к *вэньжэньхуа* (文人畫, букв. «живопись образованных людей»). Этот термин был введен в период Сун (960 – 1279), ставший эпохой наивысшего подъема живописи Китая.

Китайская живопись подразделяется на два основных направления: *гунби* (тщательная кисть) и *сеи* (рисование мыслей). Развитие первого определялось философскими взглядами конфуцианства, второго – даосским и буддийским мировоззрениями. К *гунби* как правило прибегали придворные художники и ремесленники, в то время как в *сеи* исполнялись самобытные произведения интеллектуалов, хотя данный водораздел не всегда мог быть применим: многие мастера преуспели в обеих техниках.

Как уже упоминалось выше, расцвет китайской живописи пришелся на X-XIII вв. В это время были заложены основы почти всех художественных стилей. Важной вехой в истории китайского искусства (а также в истории китайской любительской живописи) стало основание Академии живописи в XII в. Художники впервые поступают на официальную службу еще в VIII в., получив чины и жалование⁹. Состоявшие в Академии лица, число которых постоянно росло, выполняли как официальные, так и частные заказы. На протяжении всей истории существования Академии живописи в Китае были те, кто отказывался от работы в ней, предпочитая творить свободно, часто бросая тем самым вызов официальной власти, стоявшей за представителями академической школы.

Совершенно новый этап в развитии китайской культуры начался в конце XIX в., когда Китай впервые входит в тесное культурное взаимодействие с Западом. В тот период в виду культурно-политических причин китайская живопись находилась в состоянии стагнации. В стремлении пробудить ее молодые деятели искусства, получив представление о классических и авангардных европейских произведениях, начинают проводить творческие эксперименты. В начале XX в. нашли свой стиль многие таланты, большое число которых получали образование на Западе. Тем не менее, наиболее успешно влить новую жизнь в китайскую живопись, которая в тот период получила название *гохуа*¹⁰, инкорпорировав в ее западные приемы, сумел великий самоучка Ци Байши (齊白石, 1864-1957) ни разу не побывавший за границей. Его истинно китайский стиль по сей день является эталонным для многих художников.

Как и любой подобный жанр в мировой культуре, массовая картина *няньхуа*¹¹ оказала значительное влияние на китайскую самодеятельность в XX в. В то же время профессиональные живописцы оказались вовлечены в процесс создания новых пропагандистских *няньхуа* и плакатов начиная с первых дней существования КНР. **Соответственно, к наступлению периода «культурной революции» эти исходно ремесленные жанры являлись, по сути, профессиональное искусство.**

В ранний период существования КНР художники *гохуа* не имели возможности зарабатывать продажей своих картин, так как рынок искусства был разрушен. Не бедствовали только те из них, кто состоял в творческих союзах, имел государственную должность и создавал произведения, соответствующие актуальной политической линии. Для прочих в 1953 г. был организован кооператив, куда поштучно принимали расписанные веера, фонари и оконные занавески. Тем не менее, китайские лидеры в большинстве своем осознавали величие традиционной китайской культуры и видели значимость ее роли в укреплении как национального патриотизма, так и международного престижа

⁷ Andrews, J.F. The Art of Cultural Revolution. // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76. Vancouver, Toronto, 2010. P. 30.

⁸ Butler, L.E. The Role of the Visual Arts in the Confucian Society. // An Introduction to Chinese Culture through the Family Life. Albany, 2001. P. 59-89.

⁹ Пострелова Т.А. Академия живописи в Китае в X- XIII вв. М.: «Наука», 1976. С. 55-22.

¹⁰ Гохуа (國畫, букв. «живопись (нашей) страны», «государственная живопись») — термин, введенный в конце XIX - нач. XX в. с целью противопоставления китайской живописи западной (сяньхуа, 西洋画). Используется для описания произведений, созданных при помощи традиционных китайских туши и водяных красок по шелку или бумаге. Ряд исследователей применяет термин «гохуа» лишь в отношении китайской живописи XX в.

¹¹ Няньхуа (年畫, букв. «новогодняя картина») — жанр китайской народной массовой гравюры на дереве, типологически схожий с русским лубком, однако имеющий более глубокое религиозное содержание.

Китай. С этой целью после 1949 г. организовывались новые музеи и проводились археологические раскопки¹². Известно, что Мао Цзэдун, впоследствии одобрявший «культурную революцию», высоко оценивал творчество своего земляка Ци Байши и даже приобрел по меньшей мере пять его произведений¹³.

Разумеется, организованное непрофессиональное творчество рассматривалось как неотъемлемая составляющая социалистической культуры. Опыт в плане его организации во многом был перенят Китаем у нашей страны. Пласт литературы, посвященной самодеятельности как в СССР и России, так и в Китае, в настоящий момент невелик¹⁴, гораздо больше работ посвящено любительству и отдельным его представителям.

В обеих странах творчество непрофессионалов управлялась специальными органами в провинции и в столице, на общественных началах писалось большое число лозунгов. Множество связанных с рисованием кампаний организовывалось для сельских жителей. Государственным лидерам виделось, что новое искусство возникнет в ключе народного творчества, и имевшее численное большинство крестьянское население вне сомнения являлось наиболее представительной его частью.

В СССР самодеятельность стала инструментом подмены нищенского быта ярким революционным. Хотя в нашей стране так и не была разработана оформленная теория самодеятельности, однако было открыто множество студий просветительно-образовательного характера. Дворцы творчества для учащихся младшей и средней школы, а также разнообразные дома культуры организовывались и в Китае. Как и в нашей стране, их устроителями выступали как городские и местные власти, так и отдельные учреждения¹⁵. Лучшие работы участников самодеятельности отправлялись на выставки в крупнейшие музеи, а также за границу. Помимо этого, КНР перенял еще и практику создания сельских клубов – в уезде Хусянь (戶縣, пров. Шэньси). известном центре крестьянской самодеятельной живописи, они впервые открылись в 1956 г. Каждый из них имел кружок по рисованию, что оказало значительное влияние на формирование крестьянской картины (нунминьхуа, 農民畫) в настоящее время превратившейся в распространенный народный промысел¹⁶.

Уже в 1930-е гг. к советским организаторам самодеятельности пришло понимание о неудаче попытки создания нового искусства силами народных масс, однако на его место приходит миф о строителях нового общества – «новых людях». В тот период в рамках культа телесного бытия, отрицавшего существование души, начинается популяризация физкультуры. Новый быт пропагандировался в культурных центрах – клубах. В каждом из таких учреждений стали обустраивать «уголок Ленина», заменивший собой красный угол народного жилища. Подобным образом оказывается сакрализован и образ Мао Цзэдуна, чьи портреты, подобно заменившим иконы портретам Ленина, имелись в каждом доме. Самодеятельность была неотделима от культа личности: «новым людям» Китая предписывалось обожествлять Мао Цзэдуна. В период «культурной революции» поклонение Председателю достигло пика, когда сборник его цитат должен был всегда иметь при себе каждый гражданин КНР, а фразы из его сочинений заучивались и даже использовались как приветствия. Проявлением обожания к «Великому кормчему» стали «танцы верности», которые исполнялись преимущественно студенческой, крестьянской и рабочей молодежью. Во время «культурной революции» эти пляски стали одним из немногих разрешенных развлечений, хотя официально считались серьезнейшим мероприятием. Отказ от участия в исполнении танцев рассматривался как свидетельство недостаточной любви к Мао Цзэдуну – страшное в те годы обвинение¹⁷.

Несмотря на неизменно положительное отношение к народной самодеятельности в КНР, в период правления Мао Цзэдуна искусство любителей развивалось волнообразно, следуя за изменениями политического курса. Впервые о необходимости подготовки художников из рабоче-крестьянско-солдатской среды было заявлено в 1958 г. Была поставлена цель в пятилетний срок заменить ими 60-70% студентов художественных вузов, искоренив таким образом «правый уклон» в искусстве, носителями которого виделись художники «старой школы», находившиеся, как считалось, под влиянием устаревших феодальных традиций. В ведущем художественном Вузе страны, Центральной Академии Искусств (Чжунъян Мэйшю Сюэюань, 中央美術學院), была начата программа обучения для рабочих, крестьян и солдат. Они составляли 80% от общего количества зачисленных в 1958 г. студентов. Остальные 20% были выпускниками средней школы при ЦАИ, которая также включилась в новую политику, проведя специальные полугодовые курсы по созданию нунминьхуа для 78 выходцев из народа. На близлежащую шахту для проведения занятий были отправлены преподаватели. Развитие любительского искусства стало самым широко освещаемым аспектом государственной политики в области искусства в период «большого скачка», а крестьянская картина одним из наиболее соответствующих духу эпохи жанров¹⁸. В 1956 г. в Китае были сформированы колхозы, и всем жившим в деревнях ремесленникам пришлось переключиться на сельское хозяйство, однако позднее многие из них, формально считавшиеся любителями, добились успеха в самодеятельности¹⁹. По этому сценарию сложилась судьба Лю Чжидэ (刘志德, р. 1940), художника нунминьхуа из уезда Хусянь (戶縣, пров. Шэньси), который обрел всенародную славу в

¹² Andrews, J.F., Kuiyi Shen. The Art of Modern China. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 2012. P. 161-162.

¹³ Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. Berkeley, Los Angeles, London, 1994. P. 87.

¹⁴ Любительское художественное творчество в России XX в. : словарь / Под ред. Т. Н. Сухановой. М.: «Прогресс-Традиция», 2010. С. 336.

¹⁵ Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. P. 353.

¹⁶ Дуань Цзинли. Хусянь нунминьхуа яньцзю. (Исследование о нунминьхуа из Хусяня). Сиань, 2002. С. 2.

¹⁷ Xing Lu. Rhetoric of the Chinese Cultural Revolution: The Impact on Chinese Thought, Culture, and Communication. Columbia, 2004. P. 134.

¹⁸ Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. P. 211-254.

¹⁹ Дань Хайлань и др. Ци Хусянь нунминь хуацзя Лю Чжидэ. (Жизнеописание хусяньского крестьянского художника Лю Чжидэ). Сиань, 2011. С. 10.

конце «культурной революции» в качестве создателя картины «Старина партийный секретарь» («Лао шу цзи», 老书记), одного из символов того времени.

В настоящее время первоначально самостоятельная *нунминьхуа* представляет собой уникальное по своему масштабу явление культуры. По сути, она вбирает в себя живопись и народное искусство Китая практически в полном объеме. В своем развитии *нунминьхуа* прошла три этапа, совпадающие с наиболее острыми китайскими политическими кампаниями XX в. В период «большого скачка» она являлась наивным самостоятельным искусством, во время «культурной революции» стала одной из форм реалистического пропагандистского плаката, а с приходом реформ 1980-х гг. избавилась от политического содержания, сосредоточившись на идеализированном отображении жизни крестьянства. Сейчас *нунминьхуа* представляет собой ремесленную картину, которая производится в многочисленных центрах, локализованных преимущественно в центральной и юго-западной частях Китая. *Нунминьхуа* возникла в 1956 г. либо 1958 г., когда среди крестьян была организована кампания по созданию стеновых росписей пропагандистского характера. Первыми в нее включились уезды Шулу (束鹿 пр. Хэбэй) и Пэйсянь (邳县, пр. Цзянсу)²⁰. В 1958 г. в КНР был начат «большой скачок», нацеленный, в частности, на ударный рост сельского хозяйства, и *нунминьхуа*, как никакой другой жанр, полностью соответствовала актуальным политическим тенденциям. Крестьяне начинают писать свои произведения на бумаге, слава «рисующих уездов» гремит по всей стране. В том же 1958 г., но чуть позднее Шулу и Пэйсяня, в художественную кампанию включается уезд Хусянь, сегодня ставший одним из крупнейших центров производства крестьянской картины.

Разумеется, организация крестьянской самостоятельности не обошлась без участия профессиональных художников, выступавших в роли инструкторов на курсах по рисованию. В первой такой школе, функционировавшей в Хусяне с 4 ноября по 3 декабря 1958 г., в роли преподавателя выступил Чэнь Шихэн (陳士衡, годы жизни неизвестны), молодой художник из города Сиань. Ранее он объехал несколько уездов, однако содействие в открытии вечернего кружка встретил лишь в Хусяне. Поскольку в период «большого скачка» крестьяне были обязаны трудиться сверхурочно, в конце срока из первоначальных сорока слушателей осталось только семеро наиболее мотивированных. В их числе были те, кто обрел всенародную славу в период «культурной революции», как, например, художница Ли Фэнлань (李鳳蘭, р. 1933). Полученный Чэнь Шихэном опыт преподавания использовался для проведения последующих крестьянских художественных кампаний²¹.

Начало 1960-х гг. ознаменовалось затишьем в сфере крестьянской любительской живописи, которое объясняется наступлением катастрофического голода. Занятия творчеством продолжили, вероятно, лишь художники Хусяня. Для этой стагнации имелись и политически окрашенные причины: в 1961 г. Чжоу Эньлай, премьер Госсовета КНР, произносит речь, в которой отрекается от политики «большого скачка» и, затрагивая тему культуры, призывает упорядочить творческую деятельность, вернуть художников-любителей на их прежние рабочие места, закрыть открытые недавно художественно-технические школы и демократизировать искусство²². Данные заявления были высказаны в русле проявлявшейся в те годы критики политической линии Мао Цзэдуна со стороны ряда влиятельных функционеров. Текст этого выступления оставался неопубликованным вплоть до кончины Чжоу Эньлая. Позднее, при жизни политика, его умеренные взгляды подверглись критике со стороны радикально настроенной Цзян Цин. В настоящее время Чжоу Эньлай рассматривается как защитник профессиональных художников и живописи *гохуа* в трудные для них годы.

Как уже упоминалось выше, наивысший взлет самостоятельности пришелся на «культурную революцию». Массовое уничтожение реликвий и гонения на традиционную культуру, характерные для «потерянного», как его называют, десятилетия 1966-76 гг., привели к взлету любительского творчества. В рамках «политического самообучения» разучивались и исполнялись «танцы верности» и пропагандистские песни, разыгрывались сценки, писались стенгазеты, создавались рисунки на политические темы²³. Страшась стать объектом травли, сотрудники издательств бесплатно пускали в печать нарисованные *хунвэйбинами* («красные охранники», 紅衛兵)²⁴ плакаты²⁵. Особое внимание уделялось рабочей, солдатской и, особенно, крестьянской картине. Стимулировалось также творчество представителей национальных меньшинств и женщин. В 1971 г., когда власти объявили о необходимости сбора работ у всех производственных единиц для выставки, запланированной на 1972 г. и посвященной 20-летию «Яньанских речей» Мао Цзэдуна, многие крестьяне стали в свободное время заниматься рисованием. Властям пришлось идти на уступки относительно профессионального искусства: свои работы на конкурс разрешили представить и старым мастерам, многих из которых специально для этого возвратили из ссылки, однако преимущество при отборе по-прежнему имели любители из рабоче-крестьянско-солдатской среды.

Тем не менее, далеко не все из последних начали свой творческий путь недавно. 1967 г. ознаменовал собой окончание движения *хунвэйбинов*, и в 1968-1969 гг. его участники были направлены на поселение в отдаленные районы КНР. Часть стала фабричными рабочими. Условия жизни в сельской местности были, как правило, тяжелыми, а возможности переехать обратно в город почти не существовало. Те из формально ставших крестьянами бывших *хунвэйбинов*, кто когда-либо обучался живописи, восприняли как спасение конкурс, победителя которого забирали в столицу. По этой причине многие из участников не могли в полной мере считаться любителями, так как имели за спиной опыт обучения в детских дворцах творчества, элитных программах для одаренной молодежи и пр.²⁶ В качестве

²⁰ Дуань Цзинли. Хусянь нунминьхуа яньцзю. (Исследование о нунминьхуа из Хусяня). С. 5.

²¹ Дуань Цзинли. Хусянь нунминьхуа яньцзю. (Исследование о нунминьхуа из Хусяня). С. 16-20.

²² Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. P. 206.

²³ Landsberger, S.R., Heiden, M. van Der. Chinese Posters. The IISH-Landsberger Collections. Munich, Berlin, London, New York, 2009. P. 17.

²⁴ Хунвэйбины – члены молодежных организаций периода «культурной революции», ее наиболее активная действующая сила.

²⁵ Cushing, L., Tompkins, A. Chinese Posters. Art from the Great Proletarian Cultural Revolution. San Francisco, 2007. P. 9.

²⁶ Andrews, J.F., Kuiyi Shen. The Art of Modern China. P. 190.

примера можно привести творческий и жизненный путь Тан Мули (湯沐黎, р. 1947), сына шанхайского кинорежиссера, который в детстве посещал художественный кружок детского дворца творчества. До «культурной революции» он учился в одной из лучших средних школ города, готовя себя к специальности в области физики. После переезда на одну из молочных ферм в пригородах Шанхая, он начал рисовать в свободное время. В 1971 г. написанная маслом картина Тан Мули была отобрана для участия в планировавшейся выставке, что обеспечило ему получение желанной городской прописки²⁷. В настоящее время успешный художник, он живет и работает в Канаде.

Для отбора произведений было создано жюри, в состав которого вошли известные профессиональные художники. В процессе работы эта комиссия столкнулась со значительной трудностью: «правильные» по своему содержанию работы рабочих, крестьян и солдат зачастую оказывались слабыми в плане техники исполнения. С целью устранения данной проблемы были сформированы т. н. «группы по исправлению живописи». Доставка произведений из регионов в столицу была возложена на молодых выдающихся профессионалов, которые просто перерисовывали неудачные моменты в картинах. Если чиновники все равно находили картину недостаточно хорошей, ее исправляли художники из других регионов. Данный метод был применим только к реалистическим произведениям, однако картины в стиле *гохуа*, которые также участвовали в конкурсе, уже не могли быть изменены. По этой причине их приходилось перерисовывать с нуля. На выставке такие работы были представлены под именами авторов первоначального неудачного варианта²⁸.

Выставка 1972 г. имела решающее значение для искусства *нунминьхуа*, и, в частности, для уезда Хусянь. Отбор прошли работы местной художницы Ли Фэнлань, и в сентябре этого года она, вместе с упоминавшимся выше Лю Чжидэ, была привезена в Пекин, где приняла участие в приуроченной к выставке конференции. В следующем месяце в столице был издан небольшой альбом хусяньской *нунминьхуа*. Сразу после этого в уезд потоком двинулись профессора и чиновники, связанные с искусством. Хусянь становится своеобразной неформальной столицей крестьянской картины и стартовой площадкой для нового искусства. Уже в октябре 1972 г. крестьянские художники были подготовлены к крупной собственной выставке, которая прошла в Национальном музее искусств КНР (*Чжунго мэйшугуань*, 中國美術館). На ней было представлено 318 работ крестьянских художников. После этого масштабного мероприятия в Хусянь стали привозить на экскурсии группы иностранцев, кроме того, картины и немногих художников стали отправлять на выставки на границу. В 1975 г. крестьянские картины из Хусяня первые были продемонстрированы на Западе на проходившем в Париже в биеннале. *Нунминьхуа* стала символом грандиозного творческого потенциала простых китайских крестьян в глазах европейских либералов, вдохновлявшихся обманчивым романтическим ореолом «культурной революции»²⁹.

Разумеется, технические несовершенства большинства работ крестьян корректировались профессионалами, и по этой причине наивные крестьянские произведения 1950-х гг. разительно отличались от тяготеющих к реализму картин 1970-х гг. В 1980 – 1990-е гг. художникам того же Хусяня, желавшим продолжать заниматься живописью, ценой больших усилий удалось избавить свой уезд от ставшей тяжким бременем славы художественной столицы «культурной революции».

На протяжении последующих лет «культурной революции» было проведено еще несколько общенациональных выставок. В 1974 г. Цзян Цин, провела много времени, непосредственно перед открытием лично осматривая крупную выставку, приуроченную к 25-летию КНР³⁰. Она дала высокую оценку нескольким работам профессиональных художников, однако поддержка любителей, в частности крестьян, являлась частью политической борьбы этой одиозной фигуры. Идея представить крестьянскую картину *нунминьхуа* в роли истинно народного искусства новой эпохи принадлежала лично Цзян Цин³¹.

Помимо выставки хусяньской *нунминьхуа* в 1972 г. в последующие четыре года «культурной революции» в Китае были проведены выставки крестьянской картины из Хусяня, рабочей картины Шанхая, Янцюаня (阳泉, пров. Шаньси) и Люда (旅大, пров. Ляонин, совр. г. Далянь), а также множество выставок на местах. Тема обучения любителей продолжилась и в главном художественном журнале «Искусство» (*Мэйшу*, 美術), возрожденном в марте 1976 г., где описывались живописные и ремесленные техники, публиковались работы молодых выпускников ЦАИ и бывших *хунвэйбинов*³².

Пропаганда любительского искусства среди народа продолжалась еще некоторое время после окончания «культурной революции». Оно сильно изменилось и демократизировалось во время политической оттепели.

В период «культурной революции» образование стагнировало, школы и вузы функционировали лишь как места политических сборищ. Образовавшийся пробел был восполнен за счет любителей, ряд из которых после окончания кампании посвятил свою жизнь творчеству и в настоящее время являются в полной мере профессионалами. Некоторые из них создают *нунминьхуа*, некоторые в 1990-е гг. обратились к искусству перформанса и стилистике авангарда. Поскольку последние были воспитаны на эстетике «культурной революции», она очень часто доминирует в их произведениях. В качестве любителя начинал свою карьеру скандально известный Ай Вэйвэй (艾未未, р. 1957). Сын известного поэта Ай Цина (艾青, 1910-1996), репрессированного еще в 1958 г., он до 1978 г. прожил в Синьцзяне, где содержался в ссылке его отец.

²⁷ Andrews, J.F. The Art of Cultural Revolution. P. 51-52.

²⁸ Andrews, J.F., Kuiyi Shen. The Art of Modern China. P. 192-193.

²⁹ Croizier, R. Huxian Peasant Painting: From Revolutionary Icon to Market Commodity // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76. Vancouver, Toronto: UBC Press, 2010. P. 143-144.

³⁰ Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. P. 192-193.

³¹ Croizier, R. Huxian Peasant Painting: From Revolutionary Icon to Market Commodity. P. 142.

³² Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. P. 377-378.

Самодельность по-прежнему очень развита в КНР, наиболее заметным примером являются занятия танцами *янэ* и гимнастикой *тайцзицюань*, которые проводятся по утрам для всех желающих. Самодельные звезды часто выступают на разнообразных концертах на телевидении.

Априори неудачная попытка смести традиционную культуру, осуществленная идеологами «культурной революции», не могла не сказаться на дальнейшем развитии китайского искусства. В настоящий момент ее плоды уже в полной мере проявились, во многом определив яркую самобытность китайского (преимущественного авангардного) искусства.

Список литературы / References

1. Любительское художественное творчество в России XX в. : словарь / Под ред. Т. Н. Сухановой. – М.: «Прогресс-Традиция», 2010. – 496 с.
2. Mao Zedong. “Talks at the Yenan Forum of Literature and Art”. URL: https://www.marxists.org/reference/archive/mao/selected-works/volume-3/mswv3_08.htm (дата обращения: 15.09.2016)
3. Пострелова Т.А. Академия живописи в Китае в X-XIII вв. – М.: «Наука», 1976. – 264 с.
4. Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. – Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1994. – 568 p.
5. Andrews, J.F. The Art of Cultural Revolution. // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76 / Ed. by R. King. – Vancouver, Toronto: UBC Press, 2010. – P. 27-57.
6. Andrews, J.F., Kuiyi Shen. The Art of Modern China. – Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 2012. – 364 p.
7. Butler, L.E. The Role of the Visual Arts in the Confucian Society. // An Introduction to Chinese Culture through the Family Life. Ed. by H. Giskin and B.S. Walsh. – Albany: State University of New York Press, 2001. – P. 59-89.
8. Croizier, R. Huxian Peasant Painting: From Revolutionary Icon to Market Commodity // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76. Ed. by R. King. – Vancouver, Toronto: UBC Press, 2010. – P. 136–167.
9. Cushing, L., Tompkins, A. Chinese Posters. Art from the Great Proletarian Cultural Revolution. – San Francisco: Chronicle Books, 2007. – 144 p.
10. Landsberger, S.R., Heiden, M. van Der. Chinese Posters. The IISH-Landsberger Collections. – Munich, Berlin, London, New York: Prestel Verlag, 2009. – 285 p.
11. Xing Lu. Rhetoric of the Chinese Cultural Revolution: The Impact on Chinese Thought, Culture, and Communication. – Columbia: University of South Carolina Press, 2004. – 253 p.
12. Дань Хайлань, Чжуан Хуэйсю, Лю Либинь (гл. ред). Цзи Хусянь нунминь хуацзя Лю Чжидэ. (单海兰, 庄会秀, 刘立斌 主编。记户县农民画家刘志德。Жизнеописание хусяньского крестьянского художника Лю Чжидэ). – Сиань: Главная издательская фирма Сианьского Педагогического Университета, 2011. – 247 с. [На китайском]
13. Дуань Цзинли. Хусянь нунминьхуа яньцзю. (段景礼。户县农民画研究。Исследование о нунминьхуа из Хусяня). – Сиань: Сианьское издательство, 2002. – 526 с. [На китайском]

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Lyubitel'skoe hudozhestvennoe tvorchestvo v Rossii XX v. : clovar' / Pod red. T. N. Suhanovoj. [Amateur Art in Russia in XXth century] – M.: «Progress-Tradiciya», 2010. – 496 P. [In Russian]
2. Mao Zedong. “Talks at the Yenan Forum of Literature and Art”. URL: https://www.marxists.org/reference/archive/mao/selected-works/volume-3/mswv3_08.htm (дата обращения: 15.09.2016)
3. Postrelova T.A. Akademiyi zhivopisi v Kitae v X-XIII vv. [Academy of Painting in China in X-XIII centuries] – M.: «Nauka», 1976. – 264 P. [In Russian]
4. Andrews, J.F. Art and Politics in the People's Republic of China, 1949-1979. – Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1994. – 568 P.
5. Andrews, J.F. The Art of Cultural Revolution. // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76 / Ed. by R. King. – Vancouver, Toronto: UBC Press, 2010. – P. 27-57.
6. Andrews, J.F., Kuiyi Shen. The Art of Modern China. – Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 2012. – 364 P.
7. Butler, L.E. The Role of the Visual Arts in the Confucian Society. // An Introduction to Chinese Culture through the Family Life. Ed. by H. Giskin and B.S. Walsh. – Albany: State University of New York Press, 2001. – P. 59-89.
8. Croizier, R. Huxian Peasant Painting: From Revolutionary Icon to Market Commodity // Art in Turmoil. The Chinese Cultural Revolution 1966–76. Ed. by R. King. – Vancouver, Toronto: UBC Press, 2010. – P. 136–167.
9. Cushing, L., Tompkins, A. Chinese Posters. Art from the Great Proletarian Cultural Revolution. – San Francisco: Chronicle Books, 2007. – 144 P.
10. Landsberger, S.R., Heiden, M. van Der. Chinese Posters. The IISH-Landsberger Collections. – Munich, Berlin, London, New York: Prestel Verlag, 2009. – 285 P.
11. Xing Lu. Rhetoric of the Chinese Cultural Revolution: The Impact on Chinese Thought, Culture, and Communication. – Columbia: University of South Carolina Press, 2004. – 253 P.
12. Dan Hailan, Zhuang Huixu, Liu Libing (zhu bian). Ji Huxian nongmin huajia Liu Zhide. (单海兰, 庄会秀, 刘立斌 主编。记户县农民画家刘志德。[Biography of Huxian Peasant Painter Liu Zhide.]) – Xian: Xi'an Normal University Publishing Company, 2011. – 247 P. [In Chinese]
13. Duan Jingli. Huxian nongminhua yanjiu (段景礼。户县农民画研究。[Huxian Peasant Painting Research]). – Xian: Xian Publ., 2002. – 526 P. [In Chinese]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.168

Литвинцева Г.Ю.

ORCID: 0000-0002-6847-4486, кандидат педагогических наук,

Санкт-Петербургский государственный институт культуры

КРЕАТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВА АУДИТОРИИ «НОВОГО ТИПА»**Аннотация**

В статье под креативными пространствами понимается не только институализированные и организованные формы, но и любое событие, направленное на реализацию творческого потенциала человека. Для аудитории «нового типа» характерно стирание границ между «высокой» и масс-медийной культурой, творческой самореализацией и финансовым успехом. Креативные центры рассматриваются как новый тип досугового, образовательного и рабочего пространства, в котором формируется новый образ культурного человека.

Ключевые слова: новый класс, арт-центры, творческие индустрии, кластеры, перформанс.

Litvintseva G.U.

ORCID: 0000-0002-6847-4486, PhD in Pedagogy,

Saint-Petersburg State Institute of Culture and Arts

CREATIVE SPACES FOR THE «NEW TYPE» OF AUDIENCE**Abstract**

In this article the author considers the creative spaces for new audiences not only as institutionalized and pre-organized forms of activities but as any activity directed to the realization of the creative potential of an individual. There are essential characteristics of the new type of audience: the boundaries between “high culture” and mass-media products for this type of audience are blurred; financial success and creative self-realization are equally important. Creative centers are considered now as the new type of space where leisure activities are directed to enrich, to educate and to form a new type of the cultured individual.

Keywords: new class, art-centers, creative industries, clusters, performance.

Еще в 1970-х гг. прошлого столетия Ж.-Р. Дюмазедье заявил о наступлении нового этапа в развитии западноевропейских стран, который он назвал «цивилизацией досуга» [1]. «Цивилизация досуга» характеризуется появлением аудитории «нового типа», для которой просветительская модель культуры индустриальной эпохи, основанной на приобщении человека к «высокому», «вечному», становится все менее актуальной. Плюралистическая модель постиндустриальной эпохи основывается на гедонистической, коммуникативной, компенсаторной, креативной концепции.

У «новых культурных потребителей» нет строго зафиксированных предпочтений. Они выбирают национальную и мировую, популярную и «высокую» культуру: в один из вечеров они слушают оперу, а в следующий – идут на рок-концерт; посещают традиционные музеи и популярные эстрадные представления, выставки современных художников и фольклорные праздники.

Активное распространение коммерческих фирм по организации досуга, арт-центров, event-агентств, торгово-развлекательных центров свидетельствует о наступлении в конце XX - начале XXI в. «цивилизации досуга» и в нашей стране.

В российском обществе постепенно формируется аудитория, признающая равнозначность просветительских и гедонистических ценностей, призванных «в условиях потребительной свободы удовлетворить потребность в радости, счастье, удовольствии посредством обмена не только вещами, но и информацией, знаками» [2, с.153]. У данной аудитории стираются границы между «высокой» и масс-медийной культурой. Именно поэтому поиск новых форм связан с тенденцией, так называемого, смешения элементов элитарной и массовой, традиционной и мировой культуры, элементов различных жанров (кино, театра, фотографии, живописи, скульптуры, танца и т. д.).

Подобно Ж.-Р. Дюмазедье, Д. Брукс также посвящает свои исследования новому классу, который формируется в условиях инновационного общества и экономики знаний. По мнению автора, высокообразованные люди, превращающие свою творческую самореализацию в финансовый успех, будут составлять новую элиту информационного общества. Д. Брукс называет такой класс людей «богемными буржуа», или бобо, под влиянием которых формируется новый образ культурного человека» [3, с.10].

Р. Флорида так же говорит о формировании нового класса, который называет «креативным» [4]. Сегодня, считает исследователь, креативность требуется не только от представителей творческих профессий - художников, музыкантов, поэтов, но также и от предпринимателей, бизнесменов, руководителей. Креативность становится главным критерием конкурентоспособности современного человека.

Формирование новой аудитории или нового класса происходит в различных креативных пространствах – «Гараж», «Винзавод», «Лофт Проект Этажи», «Центр современного искусства им. С. Курухина», «Пушкинская-10», «Эрарта», «Скорострой», «Ткачи» и т.д. Альтернативные центры современной культуры в своей деятельности не ограничиваются только поддержкой и развитием современного искусства, перспективных музыкантов, режиссеров, но и активно осуществляет театральную, концертную, выставочную, образовательную и просветительскую деятельность. Каждая площадка является уникальной, обладает собственной концепцией, архитектурой и особенностями функционирования. Каждый проект имеет свою идею и наполняется особенной атмосферой. Однако все пространства многофункциональны и наполнены разнообразными возможностями, они создают креативную среду.

Появление арт-центров на базе именно индустриального наследия города Р. Флорида объясняет тем, что историческая архитектура индустриального периода привлекает представителей креативного класса своей аутентичностью и уникальностью, противопоставленной массовости и ширпотребу. Именно поэтому происходит трансформация заводских фабричных помещений под креативные центры. Сохранение черт фабричного интерьера, в

сочетании с привнесенными в них глянцевыми поверхностями и современного дизайна, делают интерьер центров не пассивным фоном, а активным произведением, создают атмосферу креативности, которая призывает посетителей к диалогу, сотворчеству и самостоятельности. Как замечает Дж. О'Коннор, такое смешение стилей и художественный взгляд на пространство благоприятно сказываются на восприятии обстановки, помогая развивать креативные идеи, концентрироваться и, наоборот, релаксировать [5].

Новые площадки представляют собой принципиально новый тип досугового пространства, предназначенного для максимального вовлечения посетителей в различные виды творческой деятельности. В то же время они становятся еще и местом для работы, творчества и жизни креативных специалистов, которые активно занимаются культурным строительством, создавая кластеры, арт-пространства и культовые места самостоятельно для себя и других.

В арт-центрах под одной крышей собираются разнообразные творческие индустрии, образуя креативный центр, кластер. В них располагаются выставочные пространства, лектории, танцевальные, концертные и театральные залы, кафетерии, коворкинги, дизайнерские шоу-румы, иногда hostels и библиотеки- книжные магазины со специализированной литературой. Таким образом, арт-центры служат для креативных людей местом, где они могут поработать в привычной для них обстановке, с пользой провести досуг, заглянув на выставку или постановку современного театра, а также отдохнуть и выпить кофе в окружении близких по духу людей.

Арт-центры приобретают популярность, и их количество год от года стремительно растет. Однако феномен подобных креативных пространств настолько молод, что не успел обзавестись исследовательской традицией. В этом отношении можно констатировать тот факт, что практика опережает теорию. Например, большой интерес для изучения и анализа представляет процесс формообразования. В советскую эпоху вопрос, связанный с появлением новых форм, являлся проблематичным и речь могла идти лишь о наполнении традиционных культурно-досуговых форм интересным содержанием. В настоящее время можно говорить о появлении новых форм, представляющих собой синтез различных жанров искусств, новых технологий и синтез традиционных и инновационных форм, например, таких как фестиваль-хэппенинг, театрализованный концерт-перформанс, моб-плэнер, флэш-моб-хэппенинг и т.д. Данные формы позволяют организаторам и участникам стать равноправными участниками деятельности по производству и конструированию смыслов, а арт-центр становится некой лабораторией для интеллектуальных упражнений, где активизируется как чувственное восприятие зрителя, так и его интеллектуальные и креативные способности [6].

Под креативными пространствами следует понимать не только институализированные и организованные формы, но и любое событие, направленное на реализацию творческого потенциала человека, будь то перформанс, хэппенинг или флэш-моб. Исследование данных пространств представляет большой интерес, как с точки зрения анализа инновационных форм культурно-досуговой деятельности, так и с позиции рассмотрения их потенциала в формировании аудитории «нового типа».

Список литературы / References

1. Dumazedier J. Toward a Society of Leisure. New York: Free Press, 1967. - 307 с.
2. Маньковская Н.Б. Эстетика постмодернизма. - СПб: Алетея, 2000. - 347 с.
3. Брукс Д. Бобо в раю: откуда берется новая элита / Дэвид Брукс. - М.: ООО «Ад Маргинем Пресс», 2014. - 296 с.
4. Флорида Р. Креативный класс: люди, которые меняют будущее. - М.: Классика-XXI Арт-транзит, 2011. - 419 с.
5. О' Коннор, Дж. Культурная политика как влияние: Экспорт идеи творческих индустрий в Санкт-Петербург / Дж. О' Коннор // Творческие индустрии в России. Культурные стратегии: Экспертный клуб. - Вып.3. - М.: Институт культурной политики, 2004. - 346 с.
6. Мокир Д. Рычаг богатства. Технологическая креативность и экономический прогресс. - М.: Изд-во Института Гайдара, 2014. - 502 с.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Dumazedier J. Toward a Society of Leisure. New York: Free Press, 1967. - 307 p.
2. Mankovskaya N.B. Jestetika postmodernizma [Aesthetics of postmodernizm]. - St. Petersburg: Aletheia, 2000. - 347 p. [in Russian]
3. Bruks D. Bobo v raju: otkuda beretsja novaja jelita[Bobo in Paradise: where does the new elite] / David Brooks. - М.: ООО "Hell Marginem Press", 2014. - 296 p. [in Russian]
4. Florida R. Kreativnyj klass: ljudi, kotorye menjajut budushhee [Creative class: people who change their future]. - М.: XXI Classic Art-Transit, 2011. - 419 p. [in Russian]
5. ' Connor, J. Kul'turnaja politika kak vlijanie: Jeksport idei tvorcheskih industrij v Sankt-Peterburg [Cultural Policy as the impact of exports idea of creative industries in St. Petersburg] / J About.' Connor // Creative industries in Russia. Cultural Strategies: Expert Club. - Vol.3. - М.: Institute of Cultural Policy, 2004. - 346 p. [in Russian]
6. Mokyr D. Rychag bogatstva. Tehnologicheskaja kreativnost' i jekonomicheskij progress [Lever wealth. Technological creativity and economic progress]. - М.: Publishing House of the Gaidar Institute, 2014. - 502 p. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.001

Матюшко А.В.

ORCID: 0000-0002-0325-5899, старший преподаватель, кафедра иностранных языков,

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

ДИАХРОННЫЙ АСПЕКТ ВОЗЗРЕНИЙ НА ТЕЛЕСНОСТЬ В ГУМАНИТАРИСТИКЕ**Аннотация**

В данной статье исследуется генезис и динамика представлений о феномене телесности и проблематике тела в гуманитарной мысли западной цивилизации. Проведен анализ реперных, на взгляд автора, концепций отражающих различные взгляды на субстанциональные основы соматической стороны человеческого бытия. Показан разнообразный характер и механизмы возможного взаимодействия различных аспектов человеческого существования: культурного, биологического, социального, материалистического, духовного, эстетического и прагматического.

Ключевые слова: тело, телесность, взаимоотношения телесного и духовного.

Matyushko A.V.

ORCID: 0000-0002-0325-5899, Senior teacher, Department of Foreign Languages,

Komsomolsk-na-Amure State Technical University

DIACHRONIC ASPECT OF CONSIDERING CORPOREALITY IN LIBERAL ARTS**Abstract**

The paper researches genesis and dynamics of the views on corporeality phenomenon and body problems in Liberal Arts of the western civilization. The author analyses the rapper, from his point of view, conceptions representing diverse opinion on substantial bases of somatic sides of human existence. He also shows various character and mechanisms of possible interaction of different aspects of human entity: cultural, biological, social, materialistic, spiritual, aesthetic and pragmatic.

Keywords: body, corporeality, interaction of corporal and spiritual.

Разработка учений о теле начинается в работах классиков античного периода – Сократа, Платона и Аристотеля. (Так как предметом нашего исследования выступают представители Западной культуры, то мы не рассматриваем осмысление телесности в др. Индии, др. Китае или ее репрезентацию, например в Мезоамерике. По логике Западной философской мысли генезис представлений начинается с Античности). Основными предметами внимания выступали взаимоотношения телесного и духовного, их гармонического развития и сочетания. Именно в их работах появился термин калокагатия, который трактовался как единение соматических и душевных качеств человека в различных срезах его бытия: социального, нравственного, эстетического. Также в их работах было отмечено взаимообусловленность телесного и психического, влияние страстей на тело и болезней на душу, но примат отдавался духовному содержанию как стержню человека, без которого телесная мощь и красота интенционально не оправданы. Это уточнение особенно важно в связи с тем, что было сделано в античности с его культом тела, и говорит о господстве культурных установок над сугубо биологическими. Одним из крупнейших ароморфозов, осуществленных античной философской мыслью в отношении человека, было рассмотрение его как микрокосма. Эта мысль не только указывает на его противопоставление универсуму но, что значительно важнее в гносеологическом и аксиологическом плане, и на его подобие природе. Эта мысль в дальнейшем послужила базисом для мыслителей эпохи Возрождения и, отчасти, для антропологического поворота новейшего времени.

Средневековье изначально со своими теологическими установками, выступающими пролегоменами к философским построениям, кардинально отказывается от античных установок о восхвалении красоты тела и калокагатии как гармонии телесного и духовного. Размышления о первичности и главенстве души созвучны с философствованием древнегреческих мыслителей, однако уничижительное отношение к телу, рассматриваемому как арена разворачивания страстей и грехов, говорит об особом отношении к человеку с точки зрения христианской антропологии. Впрочем, дальнейшее развитие христианской мысли привело к более взвешенному отношению к телу. Эти изменения были вызваны разнообразными причинами, среди которых хотелось бы выделить, на наш взгляд, важнейшие. Христианство, выступая идеологической антитезой римскому политеизму, отрицательно относилось к радостям плоти, что позволяет говорить об своеобразной усталости тела и его устремлении к духовным поискам. Нередки были и аскетические устремления, которые зародились очень рано (например Кумранская община). Не могло не оказать своего влияния и ожидание близкого второго пришествия, в свете которого все деяния, кроме духовных рассматривались как незначимые. Со временем христианство становится господствующей религией. Придание ей государственного статуса выводит ее на другой уровень самоидентификации. Судный день тоже отодвигается. Возникла ситуация когда ее приверженцами стали все слои общества включая имущие, церковь приобретает высокий правовой и экономический статус и в таких условиях необходимо было изменение в философских установках. Примером таких изменений выступило и перемена отношения к телесности человека. Фома Аквинский переосмысливая философское наследие античности в противовес знаменитой максиме о теле как оковах души выдвигает идею о принципе дополнительности, с позиций которого и следует толковать взаимоотношение тела и души. С этих позиций рассмотрение тела как сосуда дьявола теряет актуальность и размышления мыслителей средневековья начинают приобретать вектор, который направлен на все большее признание тела, как творения господня, как необходимого и значимого элемента человека. Необходимо отметить, что направление этого вектора философствования не изменилось до сих пор. В нашу постиндустриальную эпоху, после схождения физики с пьедестала царицы наук, который она занимала в начале и середине двадцатого века (благодаря революции в познании природы пространства и времени, делимости “неделимых” атомов – то есть сугубо онтологических вопросов) на ее месте сейчас царит биология, медицина и генетика, что уже безусловно является причиной антропологической “эры” философствования, так как изучается и изменяется человек и в первую очередь его тело.

Эпоха Возрождения подняла статус тела не только в искусстве (скульптура, живопись, икона), но и благодаря зародившемуся антропоцентризму в поле научного знания. Это связано с отходом от теологических установок благодаря чему стало возможно существования светской науки. Человек как центр мироздания воспринимался как «венец природы», но при этом как ее часть. Широко распространённый пантеизм кроме того напрямую обожествлял тело человека, как часть бога растворенного во всем мироздании. Сродни античности идеалом для Ренессанса, была идея о гармоничности духовного и телесного. Секуляризация мировоззрения привела к отказу от аскетизма, интересу ко всему постороннему, естественно материально-плотскому, телесному. Установка новых ориентиров в этике и эстетике дополнялась развитием естественнонаучных знаний о человеке, прежде всего в анатомии и медицине (А. Везалий, Парацельс).

Эпоха Нового времени ознаменовалось приходом нового типа мышления – механико-рационалистического. Р. Декарт, Т. Гоббс, Ж.О. де Ламетри в своих работах «О Человеке», «Левиафан» и «Человек-машина» соответственно последовательно проводили редукцию человека к машине (понимаемом естественно не в буквальном, а абстрактно-отвлеченном смысле). Материалистические воззрения, за исключением дуализма Р. Декарта, который, однако, был полностью материалистичен в вопросах связанных с физикой, базировались у данных авторов на принципе строгого детерминизма и, соответственно, также трактовалась человеческая природа. Для ученых этого периода был характерен преувеличенная абсолютизация науки как способа познания мира. В это время математика еще не дошла до теории вероятности и стохастических процессов и, наряду с механикой, математизированной и экспериментально проверяемой, занимала авангард научной мысли. Тогда были невозможны утверждения, чем меньше мы знаем, тем больше мы можем об этом сказать, обычные в современном научном дискурсе. Мыслители той эпохи Лейбница искали формулу, которая вместила бы в себя все многообразие Вселенной.

Немецкая классическая философия, разрабатывавшая различные аспекты идеализма (И. Кант, Г.Ф.В. Гегель, Ф.В.Й. Шеллинг, И.Г. Фихте) и антропологического материализма (Л. Фейербах), особый упор делала на процессы историчности, взаимной обусловленности развития природы и человека. Антропология, как ветвь гуманитарного знания, поставила человека и различные аспекты его бытия в центр своего исследовательского фокуса и послужила толчком к развитию разнообразных течений философской мысли 20 в.

К. Маркс, критически переосмысливая наследие классической немецкой философии, делает акцент на характер взаимодействия между людьми и в этом ракурсе телесность впервые не сводится к физическому телу, а выступает как часть общественных отношений. Деятельность человека в социуме кроме материальной составляющей имеет и идеальную компоненту, которая выступает, тем не менее, как довлеющий фактор реальной жизни. Идеальная компонента исторична по своей природе и неразрывна связана с социальностью, от которой ведет свой генезис.

Традиция иррационализма, в лице Ф. Ницше и А. Шопенгауэра, выступает своеобразной антитезой классической философской и вводит мысль об ограниченности власти «чистого разума» в бытийном плане другими феноменами человеческого бытия. В частности, Ницше, институализировавший понятие телесность в философском дискурсе, полагает соматические функции доминантными над психическими и, соответственно, первичность телесности над сознанием не только в плане генеза но и в аксиологическом поле.

Г. Риккерт, представитель неокантианства, считал, что интерпретация телесности невозможна в отрыве от анализа совокупности социальных и культурных норм, которые выступают полем ее репрезентаций.

Представители экзистенциализма, рассматривая проблематику телесности, в некотором смысле расширяют подход Г. Риккерта, доводя его до антагонистического противопоставления социума, в котором культурные нормы функционируют как карающий закон, и личности. Наиболее выпукло, на наш взгляд, это противопоставление показано в работе А. Камю «Посторонний» в которой человека «...пошлют на смертную казнь только за то, что он не плакал на похоронах матери» [1].

Феноменологический подход наряду с оппозицией тела и души вводит противопоставление «Я» и «Другой», которое разворачивается в доминирование трансцендентного «Я», как примат чисто психического у Э. Гуссереля или абсолютизации досознательной телесности, которая формируется под влиянием внешнего мира и выступает довлеющим фактором в процессе взаимодействия и коммуникации с ним у М. Мерло-Понти.

Различные представители постструктурализма (М. Фуко, Ж. Дерида, Ж. Бодрийяр и пр.), вводом операции деконструкции и понятия ризома, значительно обогатили методологический аппарат и расширили исследовательское поле. Идеи постструктуралистов были аккумулированы в идеологическое ядро постмодернизма, что делает почти невозможным провести линию демаркации между двумя этими течениями, обычно их персоналии в справочных изданиях выступают как представители обоих направлений. По сложившейся традиции к постмодернистам относят многих авторов. Однако концептуальный аппарат сформулировали Ж. Делез и Ф. Гваттари. Ими введены понятия симулякр, эпистема, гиперреальность, дискурс (в трактовке М. Фуко), машина желаний, шизоанализ, тело без органов, трансверсальность, номадология как методологический проект. В рамках этой парадигмы телесность понимается как непрерывный акт становления виртуального тела через взаимодействие с другими телами или телами без органов.

Большое внимание проблемам тела уделяли представители философской антропологии из которых обычно выделяют М. Шелера, Х. Плеснера и А. Гелена. В своих исследованиях они исходили из того, что понятие человек слишком широко для любой из частных наук и данные полученные в различных областях знания нужно рассматривать основываясь на принципе холизма, чем снимается дуализм дух-тело.

Важно отметить, что в работах русских (дореволюционных) мыслителей доминировал фидеистический подход *de profundis* – «Основные принципы русской философии никогда не выковывались на медленном огне теоретической работы мысли, а извлекались в большинстве случаев уже вполне готовыми из темных недр внутренних переживаний» [2]. В советское время эксплицитно преобладали сциентические взгляды, а в постсоветское период превалирует филиация многообразных, иногда диаметрально противоположных по духу и содержанию идей зарубежных, преимущественно западных школ, что зачастую приводит к гетеробатмии и полипарадигмальности

исследовательских установок, методов и интерпретационных приемов и, как следствие, отсутствие должной методологической метропатии.

С одной стороны, многообразие работ говорит об отсутствии устоявшегося взгляда на телесность вообще и принципы и механизмы ее репрезентаций в локальных этнических группах в частности, что оставляет простор, как для исследований частного характера, так и для теоретических обобщений[3].

Список литературы / References

1. Камю А. Сочинения. – М: Прометей, 1989. – 568 с.
2. Гессен С.И., Метнер Э.К., Степун Ф.А. Современный культурный распад и культурное значение философии // Логос. – 1910. № 1. – С. 2.
3. Шунейко А.А., Матюшко А.В. Характеристика научного знания: часть III – особенности процедур проверки на истинность // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2015. Т. 2. № 3 (23). С. 125-131.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Kamju A. Sochinenija [Oeuvre] – M: Prometej, 1989. – 568 P. [in Russian]
2. Gessen S.I., Metner Je.K., Stepun F.A. Sovremennyy kul'turnyj raspad i kul'turnoe znachenie filosofii [The contemporary cultural decay and the cultural significance of philosophy] // Logos – 1910. № 1. – P. 2. [in Russian]
3. Shunejko A.A., Matjushko A.V. Harakteristika nauchnogo znanija: chast' III – osobennosti procedur proverki na istinnost' [Scientific knowledge: part III – validity check procedures] // Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta [Scientific notes of Komsomolsk-on-Amur state technical University] 2015. V. 2. № 3 (23). P. 125-131. [in Russian]

DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.033

Топоева М.В.

Аспирант, Хакасский государственный университет им. Н.Ф.Катанова

ЯЗЫК КАК МАРКЕР «НОВОЙ ЭТНИЧНОСТИ»

Аннотация

В статье осуществлен анализ теоретических оснований феномена «новая этничность», являющегося, в отличие от традиционного этноса, конструируемой символической общностью. Специальному исследованию подвергнут язык народа как маркер этничности, в разной степени утративший в условиях глобализации социальные функции. На материале результатов опроса экспертов (2015-2016 гг.) показано противоречивое состояние хакасского языка, являющегося одновременно языком общения хакасского народа и государственным языком Республики Хакасия.

Ключевые слова: этнос, новая этничность, маркер, хакасы, хакасский язык.

Топоева М.В.

Postgraduate, Khakas State University named N.F.Katanov

LANGUAGE AS A MARKER "NEW ETHNICITY"

Abstract

The article analyzes the theoretical foundations of the phenomenon of "new ethnicity", which, unlike the traditional ethnic, constructible symbolic community. Special studies subjected to the language of the people as a marker of ethnicity, to varying degrees, lost in a globalized social functions. On the material results of the expert survey (2015-2016 gg.) have shown inconsistent state Khakas language, which is both a language of communication Khakass people and the official language of the Republic of Khakassia.

Keywords: ethnicity, new ethnicity, marker, Khakass people, Khakass language.

Научно-технические, экономические, политические и социокультурные процессы, порожденные глобализацией, влияют на все стороны жизни человечества. Одним из их негативных последствий является исчезновение этносов как целостности во времени и пространстве: разрушается традиционная среда обитания, этническая культура становится экспонатом этнографических музеев, социальные функции языка сужаются до бытового. Можно констатировать, что этносов в их примордиалистском смысле уже и не осталось.

Серьезной проблемой для ученых, анализирующих сущность этноса, является то, что они, как правило, рассматривают его в статике. Однако этнос в момент возникновения - совсем не то же самое, что на взлете этнического развития или же в периоды кризиса и упадка. Реальное поведение народов в истории зависит от множества причин, но в первую очередь - от их потребностей и интересов на том или ином отрезке развития. Вполне предсказуемой реакцией на процессы универсализации являются усилия акторов в ревитализации этнических сообществ, объединенных в единых стратегических целях по их сохранению и развитию. В этих условиях именно конструктивизм становится востребованным национальными элитами. Они формируют не столько этносы как реально функционирующие сообщества людей, сколько предлагают новые варианты «этничности» как матрицы общественного сознания, означающие констатацию принадлежности человека к определенному этносу или явлению культуры - к определенному этническому типу культуры.

«Этничность» как понятие разрабатывается западным научным сообществом с начала 60-х годов XX века. Зарубежные исследователи активно вводят понятие «этничность» вместо привычного для нас понятия «этнос». Это определялось не столько тем, что в западных странах классические этносы сошли с исторической арены, но главным образом необходимостью усилить интеграционные процессы по формированию наций-государств и надэтнических сообществ.

Начиная с 90-х годов, уже и российские ученые используют его в своих работах. По-видимому, замена понятия «этнос» «этничностью» и здесь определялась теми же причинами. Но возникли новые проблемы, требующие своего осмысления. Так, необходимо было определить, совпадают ли по объему маркеры и границы «этничности» и «этнуса». По мнению Ф.Барта, этносы определяются, прежде всего, по тем характеристикам, которые сами члены группы считают для себя значимыми и которые лежат в основе их самосознания [2].

Между тем, российские исследователи, понимая сложность сохранения в условиях глобализации этнических сообществ как целостности, настаивают на необходимости учитывать их объективные характеристики (маркеры) – «единство территории, культуры, исторической судьбы» [1]. Именно на них акторы этнического возрождения делают ставки, стремясь возродить этносы как пространственно-исторические целостности.

Этнос радикально изменился сам, он вписан в новую социальную реальность, этнофоры также модифицировались: они носители глобальной, региональной, этнической и индивидуальной идентичностей. В процессе конструирования появляется так называемая «новая этничность». Она не совпадает с традиционной этничностью, последняя представляет собой органическую целостность, т.к. процесс формирования этносов связан с адаптацией к «вмещающему ландшафту» и бытию этноса в истории. «Новая этничность» *конструируется* на основе либо возрождения или даже усиления традиционных, но утрачиваемых, маркеров (например, язык, религия и пр.), либо с использованием ранее не присущих этносу явлений (национальная мода и др.). *В результате чего она носит скорее символический, а порой, и имитирующий характер.*

Язык этноса, формируясь как средство общения, развития и передачи этнической культуры от поколения к поколению, является одним из важнейших маркеров этничности. Однако в условиях глобализации он подвергается серьезным деформациям. Одним из таких языков является хакасский язык, который, с одной стороны, является языком общения этноса, с другой стороны, он объявлен одним из двух государственных языков Республики Хакасия. В обоих случаях его функционирование не может считать успешным и эффективным. Об этом, собственно, свидетельствуют работы ученых Т.Г.Боргояковой, А.В.Гусейновой [3], Кривоногова В.П. [4] и др. В них дан анализ современной языковой политики в регионе и состояния хакасского языка. Необходимо констатировать, что в современных условиях происходит *конструирование* хакасского языка в его социальных функциях, *в отдельных случаях - вплоть до имитации.*

В 2015-2016 гг. нами было осуществлено интервьюирование экспертов в области хакасского языка. В форме полупроформализованного интервью было опрошено 12 человек из систем среднего и высшего образования, науки, органов государственной власти, средств массовой информации, культуры. Цель интервью – выяснить мнение экспертов о современном состоянии хакасского языка и возможных механизмах решения его проблем.

По мнению экспертов (стилистика ответов сохранена), в *системе образования* изучение хакасского языка может быть оценено не выше, чем на «удовлетворительно» и даже «все плохо». Эксперты связывают это с тем, что хакасский язык «ведется факультативно»; «используется дифференцированно. В сельских школах в процессе обучения – да; в средних школах г. Абакана и районов – только на уроках родного языка»; это усугублено также и «закрытием ИСАТа». Требуется пояснения ситуация, связанная с закрытием в 2011 году Института саяно-алтайской тюркологии Хакасского государственного университета им.Н.Ф.Катанова, в котором была создана *целостная система подготовки специалистов хакасского языка*: дошкольное, начальное, среднее, высшее образование, аспирантура, докторантура. В результате реорганизации была разрушена эта целостность, в результате чего прекратилась подготовка по ряду специальностей. В 2016 году прошел 13 съезд хакасского народа, на котором обсуждались наиболее острые проблемы, главной из которых была названа ситуация с закрытием ИСАТа.

Согласно информации Министерства образования и науки Республики Хакасия, в 2015-2016 учебном году в 128 государственных и муниципальных общеобразовательных организациях Республики Хакасия хакасский язык изучают 6771 ребенок, что составляет 76,4% от общей численности детей хакасской национальности.

Эксперты, в абсолютном большинстве, высказались за обязательное изучение хакасского языка детьми коренной национальности. Более того, выражено мнение о необходимости законодательно закрепить эту норму, т.к. «язык хакасский – государственный, поэтому нужно ввести как общеобразовательный предмет». Правда, были высказаны мнения и противоположного характера: «навязывать – можно получить обратный эффект. Нужна популяризация в народе».

Хакасский язык используется только в филологических науках, что нельзя считать удовлетворительным для реализации государственным языком своих функций в *научной сфере.*

Использование хакасского языка в сферах *делопроизводства и судопроизводства* может быть охарактеризовано в наиболее полном виде словами эксперта: «ни разу не встречала». Эксперты в своем большинстве предлагают различные меры по решению этой проблемы, в том числе, «В обязательном порядке всех руководителей РХ обучить основам разговорной речи на хакасском языке (финансы планировать поэтапно в течение 2-3 лет)».

Функционирование хакасского языка *сфере культуры*, по мнению экспертов, представлено прямо противоположными процессами. С одной стороны, «стало лучше, чем в советские времена», «работает на 70%», «относительно других сфер, благополучно. Но, к сожалению, мало писателей, пишущих на хакасском языке», «используется не весь потенциал: только в национальных театрах «Читиген» и им. А.М.Топанова», «в культуре нет среды функционирования» хакасского языка.

«Хакасский язык в *средствах массовой информации* представлен в республиканской газете «Хабар» и ГТРК РХ» и «в отведенное эфирное время используется хорошо». Но одновременно выражено и противоположное мнение: «полностью отсутствуют программы на хакасском языке» и «в национальных СМИ хакасский язык используется как калька с русского языка».

Хакасский язык в повседневном общении (семье, личностном общении и пр.), по мнению экспертов, используется в диапазоне от 20% до 50% случаев.

Таким образом, эксперты выразили обоснованную озабоченность состоянием хакасского языка в различных сферах, считая его неудовлетворительным. Вместе с тем, они предложили различные механизмы, которые, как они считают, могут изменить ситуацию к лучшему (стилистика ответов сохранена): «Выписывать газету «Хабар», проводить чтения на хакасском языке»; «разработать программы по развитию языка: в семье, д/садах, школ и т.д.»; «популяризировать хакасский язык, историю, традиции, культуру и т.д., знание бытового хакасского языка всем»; «работа с молодежью; сделать модным; интернет на хакасском – ВКонтакте и пр.»; «создание среды общения (клубы по интересам; осознание роли языка в системе мышления (структура языка – структура мышления)»; «Введение хакасского языка как обязательного предмета. Молодежные программы на телевидении на родном языке. Побольше концертов и спектаклей»; «только личное самосознание, самоуважение народа»; «обучение детей дошкольного возраста в семье и обучение молодых родителей (специальные кружки, использовать потенциал газеты «Хакас чирі»); целевые программы сохранения хакасского языка в каждом муниципалитете» и пр.

Таким образом, обеспокоенность населения проблемами хакасского языка в Республике Хакасия понятна и обоснована. Однако необходимо отметить, что эксперты в большинстве своем уверены, что только организационными усилиями «сверху» язык сохранить невозможно. Необходима деятельная заинтересованность самого народа в восстановлении всех социальных функций хакасского языка. В противном случае, хакасский народ останется в статусе «символического этноса».

Список литературы / References

1. Анжиганова Л.В. Эволюция мировоззрения хакасов. – Абакан: Хакасское книжное издательство. 2007. – С.13.
2. Барт Ф. Этнические группы и социальные границы. Социальная организация культурных различий. Сб. статей/Под ред. Ф.Барта.- М.: Новое издательство. – 2006. С. 17-41.
3. Боргоякова, Т. Г., Гусейнова А. В. Демографическая мощь хакасского языка и языковая лояльность жителей Хакасии// Мир науки, культуры и образования. 2012. – № 5. – С.236.
4. Кривоногов, В. П. Этническая ситуация у коренных малочисленных народов Красноярского края. - Красноярск: КГПУ, 2004. – Вып. 1.

Список литературы латинскими символами / References in Roman script

1. Anzhiganova L.V. Evolyutsiya mirovozzreniya hakasov [The evolution of the Outlook of the Khakass people]. – Abakan: Hakasskoe knizhnoe izdatelstvo. 2007. – S.13. [in Russian].
2. Bart F. Etnicheskie gruppy i sotsialnyie granitsyi. Sotsialnaya organizatsiya kulturnyih razlichiy [Ethnic groups and social boundaries. The social organization of cultural difference]. Sb. statey / Pod red. F.Barta.- M.: Novoe izdatelstvo. – 2006. S. 17-41. [in Russian].
3. Borgoyakova, T. G., Guseynova A. V. Demograficheskaya moschnost hakasskogo yazyika i yazyikovaya loyaltost zhiteley Hakasii [The demographic power of the Khakass language and linguistic loyalty of inhabitants of Khakassia]//Mir nauki, kulturyi i obrazovaniya [The world of science, culture and education]. 2012. – # 5. – С.236. [in Russian].
4. Krivonogov, V. P. Etnicheskaya situatsiya u korennnyih malochislennyih narodov Krasnoyarskogo kraia [Ethnic situation in the indigenous peoples of the Krasnoyarsk territory]. - Krasnoyarsk: KGPU, 2004. – Vyip. 1. [in Russian].