



Всероссийское научное содружество (ВНС)

«Единый всероссийский научный вестник» №2 февраль 2016
Часть 3

Редакционный совет:

Главный редактор – Бородин Виктор Иванович, доктор экономических наук, Российская Федерация, Москва

Главный секретарь – Бондаренко Евгения Владимировна

Состав редакционной коллегии:

Черницын Анатолий Петрович – доктор биологических наук, Российская Федерация, Москва

Антипенко Сергей Анатольевич – доктор педагогических наук, Российская Федерация, Санкт-Петербург

Таймуразов Эльдар Батыр – доктор технических наук, Казахстан, Астана

Орлов Дмитрий Витальевич – доктор юридических наук, Российская Федерация, Москва

Сальникова Тамара Петровна – доктор медицинских наук, Российская Федерация, Москва

Федорчук Анастасия Михайловна – доктор психологических наук, Беларусь, Минск

Чкалов Антон Иванович – доктор исторических наук, Российская Федерация, Ростов-на-Дону

Валиев Артур Тигранович – кандидат филологических наук, Российская Федерация, Новосибирск

Керенцев Николай Николаевич – кандидат социологических наук, Российская Федерация, Санкт-Петербург

Зинович Андрей Викторович – кандидат юридических наук, Российская Федерация, Москва

Витлинский Максим Павлович – кандидат химических наук, Украина, Харьков

Айгазиев Альдаир – кандидат ветеринарных наук, Казахстан, Кокшетау

Андрейченко Ольга Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, Украина, Одесса

Верховцов Александр Александрович – кандидат аграрных наук, Беларусь, Гомель

Шальнов Евгений Дмитриевич – кандидат технических наук, Российская Федерация, Екатеринбург

Ткаченко Екатерина Витальевна – кандидат физических наук, Украина, Днепропетровск

Боров Виктор Андреевич – кандидат филологических наук, Украина, Полтава

Пабло Альварес (Pablo Alvarez) – доктор педагогических наук, Испания, Толедо

Бастиян Хартманн (Bastian Hartmann) – доктор технических наук, Германия, Дюссельдорф

Михаэла Левенталь (Michaela Leventhal) – доктор медицинских наук, Израиль, Тель-Авив

Даниэль Эванс (Daniel Evans) – доктор экономических наук, Англия, Суиндон

Патрик Виссер (Patrick Visser) – доктор химических наук, Голландия, Утрехт

Маркус Ольсен (Markus Olsen) – доктор физических наук, Норвегия, Сарпсборг

Джиа Сунь Ятсен (Jia Sun Yat-sen) – кандидат медицинских наук, Китай, Цзинань

Иви Аманатидис (Ivy Amanatidis) – кандидат исторических наук, Греция, Ламия

Ту Тхи Туэт (Tu Thi Tuyet) – кандидат фармацевтических наук, Южная Корея, Асан

Зельмир Владислава (Zelmir Vladislava) – кандидат физических наук, Словакия, Попрад

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77 – 63258 от 9 октября 2015г.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес электронной почты: editor@vnoojournals.ru Адрес веб-сайта: <http://vnoojournals.ru/>

Адрес редакции: 117630, г. Москва улица Новаторов д. 15

Учредитель и издатель: Всероссийское научное содружество

Отпечатано в типографии: : 117630, г. Москва улица Новаторов д. 15

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Березняк Е.А., Тришина А.В., Веркина Л.М.,
Симонова И.Р.**
МОНИТОРИНГ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДОЕМОВ Г. РОСТОВА-НА-
ДОНУ4

Костецкий Павел Викторович
ПРЕДСКАЗАНИЕ АНТИГЕННЫХ ДЕТЕРМИНАНТ
ГЕМОГЛОБИНА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОСПЕЦИФИЧНЫХ АНТИТЕЛ8

**Раимбаева Д.А., Литвиненко Ю.А.
Ахтаева Н.З., Киекбаева Л. Н.**
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
ВИТАМИННОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ
РАСТЕНИЯ *ECHINOPS TRANSILIENSIS* 12

Синяевский Ю.А., Торгаутов А.С., Якунин А.В.
СУХОЕ КОБЫЛЬЕ МОЛОКО –КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ
СЫРЬЕВОЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПРОДУКТОВ МАССОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ,ДЕТСКОГО
И ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ. 15

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Самородова И.М.,
ФАРМАКОКОРРЕКЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ И МИКОТОКСИНОВ В ОРГАНИЗМЕ
ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ19

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лопатко С.В., Макеев А.Б.
ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
МАЛОГЛУБИННЫХ АРТЕЗИАНСКИХ ПИТЬЕВЫХ И
ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КОМИ24

Лопатко С.В., Макеев А.Б.
ПЕРСПЕКТИВЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТИТАНОВОЙ
ОТРАСЛИ РОССИИ 30

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

**Данзанова Т.Ю., Синюкова Г.Т., Гудилина Е.А.,
Патютко Ю.И., Лепэдату П.И., .
Аллахвердиева Г.Ф., Костякова Л.А**
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ
ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПЕЧЕНИ46

Динмухаметов А.Г.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТАХ52

**Должиков А.А., Шевченко О.А., Должикова И.Н.,
Мухина Т.С., Павлова Н.В., Чурносоев М.И.**
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКИХМАРКЕРОВ В
БИОПСИЯХ И ОПЕРАЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ
КАРЦИНОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ56

**Малов В.М., Ерошевская Е.Б.
Малов И.В., Горбунов А.Е.**
К ТЕХНИКЕ РАСШИРЕНИЯ РИГИДНОГО ЗРАЧКА ПРИ
ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ 59

**Савранский Ф.З. Сулимов А.Ф., Симахов Р.В.,
Гришин П.О., Кушнир Е.Н.**
РОЛЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНЫХ
ИМПЛАНТАТОВ В ПРОЦЕССЕ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ.
ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОВЕРХНОСТИ HST™
ИМПЛАНТАТОВ КОМПАНИИ HUMANA DENTAL
GMBH. 62

Чумаченко Н.В.
ВОЗМОЖНОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ У
ПАЦИЕНТОВ , ПЕРЕНЕСШИХ ЧРЕСКОЖНОЕ
КОРОНАРНОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО ПО ПОВОДУ
ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА БЕЗ СТОЙКОЙ
ЭЛЕВАЦИИ СЕГМЕНТА ST. 69

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Поднебесных А.В.
ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ СЕТКИ СКВАЖИН НА
ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТИ НА ЗАЛЕЖАХ, ОСЛОЖНЕННЫХ
ПРОЦЕССАМИ ЦЕОЛИТИЗАЦИИ74

Свалова В.Б.
СНИЖЕНИЕ РИСКА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ 79

Яковлев А.Л., Савенков О.В.
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ 83

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдуманонов Ахроржон Адхамжонович
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ91

Андреев Ю.П.
ДВИГАТЕЛЬ ПЕТРОВИЧА И МАЯТНИК АНДРЕЕВА. ..94

Андреев Ю.П.
ДЕЙСТВУЮЩИЙ АНАЛОГ ДЕМОНА МАКСВЕЛЛА.....99

Афоньшин В.Е., Попечителиев Е.П.
БИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТРЕНИРОВКИ
ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ103

Власенко С. В.
ОСНОВНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ
КОНЦЕНТРАТОРОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ.....109

**Вылцан С.С., Губин К.И., Зенюк Ю.С.,
Ишкин Е.С., Буллер В.П.**
ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ДЫМОВЫХ ТРУБ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ115

Вышинский В.А.
НОВАЯ СИСТЕМА ПОСТУЛАТОВ (АКСИОМ) –
РЕШЕНИЕ ШЕСТОЙ ПРОБЛЕМЫ Д. ГИЛЬБЕРТА.....117

Георгиева Т.Н.
СИМУЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ VOIP
КОММУТАЦИОННОГО ЦЕНТРА ДЛЯ РАБОТЫ В
ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ123

Порошин В.В., Зябрев И.А.
ВЛИЯНИЕ СКАНИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА И
ГАЗОПОРШКОВОЙ СТРУИ ПРИ АДДИТИВНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ.128

Катульский А.А.
РАСКРЫТИЕ СТРУКТУРЫ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
С ПОМОЩЬЮ ТЕКТОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ133

Лебедев В.М., Кольцов А.В.
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ
СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ 148

**Левченко Е.А., Кузнецов И.Н.,
Илюшин В.В., Самохин А.В.**
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ И
РЕКОМЕНДАЦИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ
УСТРОЙСТВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОПАСНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ. 154

**Левченко Е.А., Кузнецов И.Н., Илюшин В.В.,
Антипов С.М.**
НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗАВАРИЙНОСТЬ РАБОТЫ
КОНВЕЙЕРОВ БОЛЬШОЙ ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ,
КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
НА ПРИМЕРЕ КОНВЕЙЕРА ЛЕНТОЧНОГО
МАГИСТРАЛЬНОГО КЛМ-4500. 156

Мифтиев Д.З.
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ И
СВЕРХВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЛЭП 160

Патраль А.В.
АЛФАВИТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ 165

Шпиганович А.Н., Рычков А.В.
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ
РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ..... 176

Николаев А.Б., Сапего Ю.В.
НЕЧЕТКИЙ СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД К
УПРАВЛЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ИНЦИДЕНТОВ 182

Талыпов Кубатбек Кемелович
ОБ ОДНОЙ ПРОГРАММЕ РАСЧЕТА ВЕГЕТАЦИОННЫХ
ИНДЕКСОВ НА ОСНОВЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
СНИМКОВ 187

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bazarov Erkin Olimov Kasim, Yuldashev Bekhzod
THE FORMATION OF DEUTERONS IN 160P COLLISIONS
AT 3.25 A GeV/c.....190

**Э. М. Годжаев, А. Ш. Кахраманов, Ш. В. Алиева,
Т. П. Мусаев**
О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРУКТУР ПРИ
ДИССИПАТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ

**Годжаев Эльдар Мехралы оглы , АГАЕВА Севда
Хасай кызы.**
РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ТРОЙНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ ТИПА $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ С ЦЕПОЧЕЧНОЙ
И СЛОИСТОЙ СТРУКТУРОЙ200

**Годжаев Э.М., Мирзоева А.Н., Абдуррахимов А.А.,
Гамзаева А.Ю.**

ЭЛЕКТРЕТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ПВДФ+Х ОБ.% TLIN₂ И ПЭНП+Х
ОБ.%Bi₂TE₃. 217

**Шакиров А.Л., Дьячков В.В., Зарипова Ю.А.,
Мигунова А.А., Юшков А.В.**
ЯВЛЕНИЕ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ИНВАРИАНТНОСТИ
ИЗОТОПОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ 221

**Джаханша Мырзалиев, Мейірбекова Нұрбану
Қалдыбайқызы, Утембаева Гульзина Бахитқызы**
АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ
ЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С
ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ 225

Пекельник Н.М., Хаустова О.И., Трефилова И.А.
ОБ ОДНОЙ ТЕОРЕМЕ О ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ
ФУНКЦИЯХ..... 227

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Березняк Елена Александровна¹, Тришина Алена Викторовна²,
Веркина Людмила Михайловна³, Симонова Ирина Рафиковна⁴

МОНИТОРИНГ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДОЕМОВ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

¹ канд. биол. наук, ФКУЗ РостНИИПЧИ Роспотребнадзора,
старший научный сотрудник

лаборатории биологической безопасности, г. Ростов-на-Дону

²канд. биол. наук, ФКУЗ РостНИИПЧИ Роспотребнадзора,
старший научный сотрудник

лаборатории биологической безопасности, г. Ростов-на-Дону

³канд. мед. наук, ФКУЗ РостНИИПЧИ Роспотребнадзора,
зав. лабораторией биологической безопасности, г. Ростов-на-Дону,

⁴ФКУЗ РостНИИПЧИ Роспотребнадзора,
научный сотрудник

лаборатории биологической безопасности, г. Ростов-на-Дону

Bereznyak E.A., Trishina A.V., Verkina L.M., Simonova I.R.

MONITORING OF ROSTOV-ON-DON SURFACE WATER BODIES OPPORTUNISTIC MICROORGANISMS

АННОТАЦИЯ

В работе представлены результаты по изучению качественного состава условно-патогенной микрофлоры (УПМ) водоемов. Определена родовая и видовая принадлежность микроорганизмов. Проанализировано 433 штамма микроорганизмов, относящихся к порядкам *Enterobacteriales* и *Pseudomonadales*, определено 19 родов, идентифицирован 61 вид микроорганизмов. Изучена устойчивость УПМ, выделенных из водоемов, к антимикробным препаратам. Анализ данных показал заметное увеличение в 2015г. доли штаммов УПМ, обладающих множественной антибиотикорезистентностью, а также снижение доли чувствительных и монорезистентных микроорганизмов.

Ключевые слова: условно-патогенные микроорганизмы, поверхностные водоемы, антибиотикорезистентность, мониторинг.

ABSTRACT

The results of water bodies opportunistic microflora qualitative composition investigation are presented. Generic and **species** assignment of isolated microorganisms was determined. 433 strains of microorganisms were analyzed which belonged to the orders of *Enterobacteriales* and *Pseudomonadales*, 19 genera were determined, 61 species of microorganisms were identified. The antimicrobial resistance of the isolates was investigated. The data analysis re-

vealed a significant increment of multiresistant opportunistic microorganisms percentage in the year 2015 and also the decrease of sensitive and monoresistant strains percentage.

Key words: opportunistic microorganisms, surface water bodies, antibiotic resistance, monitoring.

Водоемы являются одним из наиболее значимых мест обитания бактерий на Земле. Микрофлора водных экосистем является интегрирующим функциональным звеном и обладает высокой скоростью реагирования на изменение условий среды, служит индикатором качества воды и состояния экосистемы [2 с. 52]. Основной путь микробного загрязнения - попадание в близлежащие озёра, пруды, реки неочищенных городских отходов и сточных вод, резко изменяющих микробный пейзаж и санитарный режим водоёмов. Возрастающая актуальность проблемы обеспечения эпидемической безопасности водных объектов требует углубленного изучения вопросов распространения условно-патогенных микроорганизмов (УПМ), значение которых растет как в этиологической структуре заболеваний, так и среди природных бактериальных сообществ во всем мире [5 с.4].

На фоне сведений о роли УПМ в инфекционной патологии человека недостаточно изучен-

Salmonella - 5,9 %, *Pseudomonas* - 4,9 %, *Pantoea* - 4,9 %, *Proteus* - 1,6 %, *Kluyvera* - 1,1 %, *Providencia* - 1,1 %, *Yersinia* - 1,1 %, *Morganella* - 0,9 %, *Raoultella* - 0,95 %, *Rahnella* - 0,5 %, *Serratia* - 0,5 % (рис. 1).

В 2015 году с мая по сентябрь были выделены 248 штаммов условно-патогенных и патогенных микроорганизмов. Идентифицированы представители 15 родов, 46 различных видов микроорганизмов. Порядок *Enterobacteriales* представлен семейством *Enterobacteriaceae* (13 родов)

и два рода из порядка *Pseudomonadales*. Род *Escherichia* составил 36,3 %, *Enterobacter* - 17,1 %, *Acinetobacter* - 13,9 %, *Klebsiella* - 10,2 %, *Pseudomonas* - 8,6 %, *Citrobacter* - 3,7 %, *Salmonella* - 2,4 %, *Cronobacter* - 2,0 %, *Pantoea* - 1,6 %, *Proteus* - 1,2 %, *Rahnella* - 0,8 %, *Leclercia* - 0,8 %, *Erwinia* - 0,4 %, *Ewingella* - 0,4 %, *Kluyvera* - 0,4 % (рис. 1).

Доминирующие популяции менялись, в разные месяцы преобладали: род *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*.

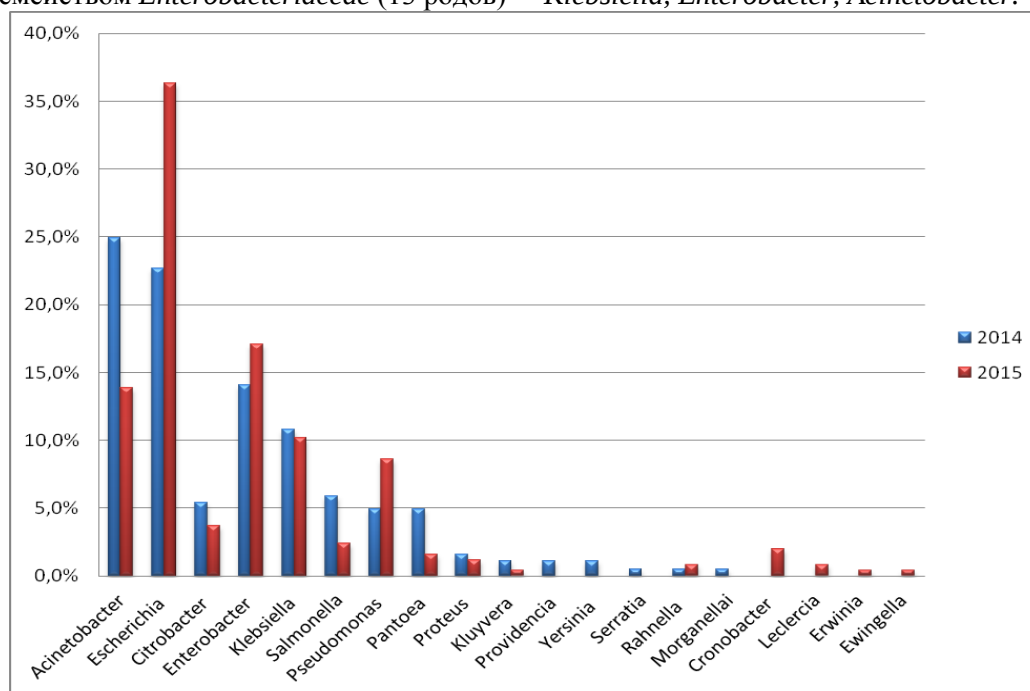


Рисунок 1. Спектр выделенных условно-патогенных и патогенных микроорганизмов в 2014-2015 гг.

Изучение антибиотикорезистентности выделенной микрофлоры является логическим завершением бактериологических исследований. Антибиотикорезистентность приобретает микроорганизмами в качестве защитного фактора от постоянно меняющихся изменений окружающей среды, обусловленных возрастающей антропогенной нагрузкой. Все выделенные нами в процессе мониторинга штаммы были протестированы на чувствительность/устойчивость к различным АБП.

В течение всего периода исследования у всех выделенных изолятов порядка *Enterobacteriales* была доля штаммов резистентных к ампициллину, нитрофурантоину и ко-тримоксазолу. В отдельные месяцы увеличивалась доля штаммов резистентных к налидиксовой кислоте и тетрациклам. Проведенный нами мониторинг показал высокую встречаемость штаммов, чувствительных к ципрофлоксацину, цефтриаксону, левомицетину, гентамицину.

Штаммы чувствительные ко всем АБП среди представителей порядка *Enterobacteriales* встречались в нашей работе в мае и августе 2014

и 2015 гг. Доля монорезистентных УПМ варьировала в зависимости от месяца и года наблюдения. В июне и сентябре 2014 г. зарегистрирована высокая частота встречаемости таких штаммов - 46,3 % и 30,8 % соответственно, причем в июне монорезистентные штаммы встречались во всех исследуемых точках. Среди них выделялись представители родов *Citrobacter*, *Escherichia*, *Providencia* - в мае, представители всех родов - в июне, в июле - микроорганизмы родов *Klebsiella* и *Proteus*, в августе - *Enterobacter*, *Escherichia*, *Serratia*, в сентябре - *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pantoea*.

В 2015 году штаммы резистентные к одному АБП регистрировались в течение всего периода наблюдения, однако их доля в отдельные месяцы несколько снизилась. Если в июне 2014 г. около половины штаммов были монорезистентными, то в 2015 г. их доля составила 20,4 %.

При сравнении данных, полученных в 2014 и 2015 гг., заметно увеличение в 2015г. доли полирезистентных микроорганизмов в исследуемых водоемах г. Ростова-на-Дону в отношении группы

условно-патогенных бактерий, относящихся к порядку *Enterobacteriales*, и снижение доли чувствительных и монорезистентных микроорганизмов (рис. 2).

Чувствительными ко всем АБП в 2014 г. были 21,2 % штаммов, в 2015 г. только 5,2 %, монорезистентными - 29,5 % и 14 %, соответственно. Доля штаммов, обладающих множественной антибиотикорезистентностью в 2014 г. составила 49,4 %, в 2015 г. - 80,8 %.

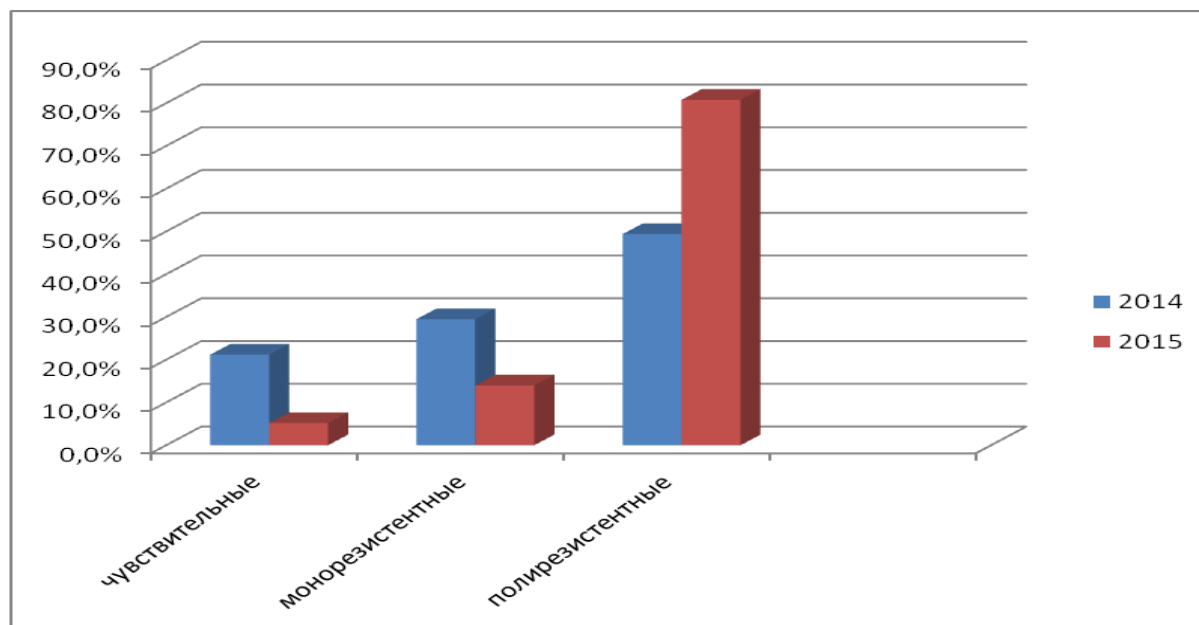


Рисунок 2. Динамика доли чувствительных, монорезистентных, полirezистентных к АБП штаммов УПМ в 2014 - 2015 гг.

Таким образом, в результате проведенного анализа можно сделать вывод, что число штаммов УПМ, относящихся к порядку *Enterobacteriales* и обладающих множественной антибиотикорезистентностью, в 2015 г. увеличилось и составило в среднем 80,8 % (80,0 - 88,5 % в отдельные месяцы). Такие данные могут свидетельствовать о возрастающей антропогенной нагрузке и неблагоприятной экологической обстановке в водных экосистемах г. Ростова-на-Дону.

Среди неферментирующих микроорганизмов порядка *Pseudomonadales* чувствительными ко всем АБП в 2014 г. были 31,8 %, в 2015 г. доля чувствительных штаммов увеличилась до 50,9 %. Доля монорезистентных штаммов не менялась в течение двух лет и составила 40,5 % в 2014 г. и 40,0 % в 2015 г. Количество полirezистентных штаммов в 2015 г. снизилось практически в три раза по сравнению с 2014 г. и составило 9,1 %.

Заключение

Получены данные о родовом и видовом составе УПМ поверхностных водоемов г. Ростова-на-Дону. Выявлена смена доминирующих популяций микроорганизмов в зависимости от месяца наблюдения. Зафиксировано увеличение доли полirezистентных штаммов УПМ, относящихся к порядку *Enterobacteriales* в 2015г.

Решение проблемы формирования и распространения мультirezистентных штаммов - задача не одного дня. Для понимания причин возникновения и тенденций распространения резистентности к антибиотикам необходим мониторинг за устойчивостью к антибиотикам микроорганизмов, выделенных из различных объектов окружающей среды. Такой мониторинг должен включать непрерывный сбор информации о частоте выделения резистентных штаммов, анализ и публикацию результатов, что позволит осуществлять надзор за устойчивостью к антибиотикам.

Список литературы

1. Анганова Е.В., Курносое А.Д., Самойлова И.Ю. и др. Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем (на примере реки Лены) // Сибирский медицинский журнал. - 2008. - № 1. - С.75-77.
2. Арсентьева Н.Ю., Нохрин Д.Ю., Грибовский Ю.Г. Микробиологическая характеристика экологического состояния реки Миасс и её водохранилищ // Вестник Челябинского государственного университета. Экология. Природопользование. - 2010. - № 8 (189). Вып. 4.- С. 52-58.
3. Веркина Л.М., Березняк Е.А., Титова С.В. и др. Мониторинг антибиотикорезистентности

условно-патогенных микроорганизмов поверхностных водоемов // Медицинский альманах. - 2014. - №4(34). - С.46-48.

4. Ларцева Л.В., Истелюева А.А. Геоэкологические особенности антибиотикорезистентности микрофлоры внутренних водотоков // Геология, география и глобальная энергия. - 2011. - №3(42). - С. 180-186.

5. Панасюк Е.Ю. Особенности биоразнообразия условно – патогенных бактерий озера Байкал и их значение при оценке качества воды: автореф. дис.... канд. мед. наук: / Панасюк, Елена Юрьевна. - Иркутск, 2002. - 24 с.

6. Alzahrani A.M., Youssuf A. Antibiotic resistance in *Escherichia coli* strains isolated from water springs in Al-Ahsa Region // African Journal of Microbiology Research. - 2011. - Vol. 5(2). - P. 123-130.

7. Ash R. J., Mauck B., Morgan M. Antibiotic Resistance of Gram-Negative Bacteria in Rivers, United States Emerging // Infectious Diseases. - 2002. - V.8, N. 7. - P. 713-716.

8. Czekalski N., Gasco'n Díez E., Burgmann H. Wastewater as a point source of antibiotic resistance genes in the sediment of a freshwater lake // The ISME Journal. - 2014. - № 8. - P. 1381–1390.

9. Johannes A., Bollmann A., Seitz W., Schwartz T. Microbiological characterization of aquatic microbiomes targeting taxonomical marker genes and antibiotic resistance genes of opportunistic bacteria // Science of The Total Environment. - 2015. - V.512–513. - P.316–325.

10. Lösch L.S., Alonso J. M., Merino L. A. José. Occurrence of antimicrobial-resistant Enterobacteriaceae in water from different sources in a subtropical region of Argentina // Revista Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science. - 2008. - V. 3. - №2. - P.28-36.

11. Lupo A., Coyne S., Berendonk T. U. Origin and Evolution of Antibiotic Resistance: The Common Mechanisms of Emergence and Spread in Water Bodies // Front Microbiol. - 2012. - V.3. - 18 p.

12. Martins da Costa, P. Loureiro L., Matos J. F. Transfer of Multidrug-Resistant Bacteria between Intermingled Ecological Niches: The Interface between Humans, Animals and the Environment // Int. J. Environ Res. Public Health. - 2013. - 10(1). - P. 278–294.

13. Pereira A., Santos A., Tação M. Genetic diversity and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* from Tagus estuary // Portugal Science of The Total Environment. - 2013. - V. 461–462. - P.65–71.

Костецкий Павел Викторович

ПРЕДСКАЗАНИЕ АНТИГЕННЫХ ДЕТЕРМИНАНТ ГЕМОГЛОБИНА ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОСПЕЦИФИЧНЫХ АНТИТЕЛ

Канд. хим. наук, Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН

Pavel Kostetsky

THE PREDICTION OF THE HUMAN HEMOGLOBIN ANTIGENIC DETERMINANTS TO CONSTRUCT THE HIGH SPECIFIC ANTIBODIES

Candidate of Science, Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry RAS, Moscow

АННОТАЦИЯ

Представлен метод предсказания антигенных детерминант в молекуле бета гемоглобина человека перспективных для получения антител, узнающих гемоглобин человека в присутствии гемоглобинов других млекопитающих. Специфичной антигенной детерминантой бета гемоглобина человека считался фрагмент, если в нем и ни в одном из гемоглобинов сравнения нет идентичных

сегментов длиной 7 или более позиций. Два фрагмента бета гемоглобина человека длиной L1=12 и L2=20 остатков с большим числом вариабельных аминокислотных позиций предсказаны в качестве перспективных антигенных детерминант.

ABSTRACT

The method of antigenic determinants prediction which can be used to construct antibodies able to recognize the human hemoglobin in presence of oth-

hbb_human TPDAVMGNPKVKAHGKKVLGAFSDGLAHLNLIKGTFA¹TLSELHC²DKLHVD³
hbb_felca saDAiMGNPKVKAHGKKVLnsFSeGLknIDNLKGAFa¹kLSELHC²DKLHVD³
hbb_prolo TPDAVMGNaKVKAHGKKVLnsFSeGLknLDNLKGTFa¹kLSELHC²DKLHVD³
hbb_vulvu sasAiMGNaKVKAHGKKV¹itAFnDGLnHLdSLKGTFA²sLSELHC³DKLHVD⁴

```
hbb_mouse sanAVMnNPKVKAHGKKVLaaFSeGLsHLDNLKGTFakLSELHCDKLHVD
hbb_rabit naDAVMnNPKVKAHGKKVLdsFSnGmkHLDDlLKGTFAqLSELHCDKLHVD
hbb_sheep naDAVMnNPKVKAHGKKVLdsFSnGmkHLDDlLKGTFAqLSELHCDKLHVD
hbb_erieu saDAVMGNPKVKAHGaKVLqsmgDGiknLDNLKGTFskLSELHCDKLHVD
***.*.*.*.....*.*****.***.*..*.*.....*:
    110 120 130 140
hbb_human PENFRLLGNVLVCVLAHHFGKEFTPPVQAAYQKV VAGVANALAHKYH человек
hbb_felca PENFRLLGNVLVCVLAHHFGHdFnPqVQAafQKV VAGVANALAHKYH кошка
hbb_prolo PENFRLLGNVLVCVLAHHFGKEFTPPVQAAYQKV VAGVANALAHKYH енот
hbb_vulvu PENfKLLGNVLVCVLAHHFGKEFTPqVQAAYQKV VAGVANALAHKYH лиса
hbb_mouse PENFRLLGNmiViVLgHHIGkdFTPaaQAafQKV VAGVaAtALAHKYH мышь
hbb_rabit PENFRLLGNVLViVLsHHFGKEFTpqVQAAYQKV VAGVANALAHKYH кролик
hbb_sheep PENFRLLGNVLvVArHhGnEFTPvlQAdfQKV VAGVANALAHKYH овца
hbb_erieu PENFRLLGNVLVCVLArHFGKdFTPaaQAafQKV VAGVANALAaAKYH еж
.....*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*.*
```

Рис. Идентификация антигенных детерминант бета-гемоглобина (НВВ) человека, перспективных для получения антител, селективно узнающих гемоглобин человека в присутствии гемоглобина других млекопитающих.

Сравнение НВВ человека и НВВ 7-и животных шести других таксонов млекопитающих: felca (кошачьи), prolo, fox (псовые), mouse (грызуны), rabbit (зайцевые), sheep (жвачные) и hedhehog (насекомоядные). Строчными символами на сером фоне обозначены АК-остатки НВВ отличные от НВВ человека. Жирным шрифтом выделены фрагменты НВВ человека, не содержащих протяженных (7 и более АК-остатков) одинаковых сегментов с НВВ нижней группы, перспективные для получения антител, селективно узнающих только НВВ человека в присутствии НВВ других млекопитающих. Символами «*» (есть АК-замены в колонке) и «:» (нет АК-замен) выделена «строка изменчивости».

Для оценки вероятности случайного наличия 2-х высоко вариабельных участков НВВ млекопитающих выполнялся численный эксперимент методом Монте Карло. Символы «строки изменчивости» (Рис.) многократно – 10 000 или большее число раз – переставляли случайным образом. При этом отбирали события с наличием случайного сегмента длиной L1 и K1 (не менее) вариабельных АК-позиций (символы «*»). В каждом таком из N событий искали второй вариабельный участок длиной L2 и содержащий K2 или более вариабельных «*»-позиций, предварительно заполнив целиком случайный сегмент длиной L1 символами «:» (нет замен). Число случайных событий n одновременного наличия 2-х высоко вариабельных участков характеризует неравномерность распределения АК-замен в гомологичных НВВ млекопитающих. Отношение n / N

считали оценкой вероятности случайного наличия 2-х высоко вариабельных участков в НВВ млекопитающих.

Результаты и обсуждение

При парном сравнении АК-последовательностей НВВ человека и 7-и НВВ других млекопитающих (Рис.) минимальное число АК-замен содержится в парах *человек/кролик* и *человек/енот*, а максимальное число - в паре *человек/мышь*: 10 и 20 %, соответственно. Можно видеть, что вариабельные АК-позиции распределены в гомологичных НВВ очень неравномерно, и большинство из них содержатся в трех фрагментах: 1-12, 64-83 и 83-93. Эти фрагменты могут считаться перспективными АГ-детерминантами НВВ человека для получения антител, способными узнавать белок человека в присутствии НВВ других млекопитающих.

Сравнение НВВ человека с группами из НВВ 5-6 млекопитающих, принадлежащих одному из таксонов, обнаруживает от 3-х (псовые) до 6-и (грызуны и жвачные) потенциальных АГ-детерминант (Таблица). Однако, для НВВ всех таксонов характерно наличие трех общих выше-названных АГ-детерминант. В них имеется большое число вариабельных АК-позиций, достигающее 8 и 9 для фрагментов 1-12 и 64-83, соответственно, что свидетельствует об их поверхностном расположении. В этом отношении фрагмент 83-94 менее перспективен, т.к. в нем имеются только две вариабельные АК-позиции, что затрудняет судить о близости фрагмента к поверхности белковой молекулы.

АГ-детерминанты 64-83 и 83-92 частично перекрываются, но объединять их нельзя. Действительно, при этом возникают в НВВ некоторых животных сегменты из 7 и более АК-остатков идентичные с НВВ человека (для НВВ кролика это сегмент 83-92 длиной 10 АК-остатков), что может привести к узнаванию антителами дополнительных белков наряду с НВВ человека. В тоже

время, если в исследуемом образце заведомо нет гемоглобина енота, имеющего только 10% АК-отличий от HBB человека но очень протяженный

Таблица.

АГ-детерминанты (символ «+») HBB человека для получения антител, селективно узнающих гемоглобин человека в присутствии HBB других млекопитающих. Жирным шрифтом выделены АГ-детерминанты HBB человека перспективные для отличия от HBB всех животных шести групп.

№ /п	Структура селективных АГ-детерминант* HBB человека	АГ-детерминанты HBB человека предсказанные для шести групп млекопитающих **					
	1-12 MVHLTPEEKSAVTA						
	16-28 WGKVVNVDEVGGEA						
	45-58 SFGDLSTPDVAVMGN						
	64-83 HGKKVLGAFSDGLAHLNLK						
	83-94 KGTFATLSELHC						
	110-120 VLVCVLAHHFG						
	120-132 GKEFTPPVQAAYQ						

* Селективные АГ-детерминанты не имеют сегментов из 7 и более АК-остатков идентичных с каким-либо сегментом HBB сравниваемой группы животных.

** 1) *Feliformia* – 5 кошачьих, 2) *Caniformia* – 5 псовых, 3) *Rodentia* – 6 грызунов, 4) *Leporidae* – кролик, 5) *Ruminantia* – 5 жвачных, 6) *Insectivora* – 5 насекомоядных.

Для оценки вероятности случайного одновременного наличия двух высоко вариабельных участков выбрали сегменты «строки изменчивости» 1-15 (число символов «*» для вариабельных АК-позиций K1=12) и 69-78 (число символов «*» K2=9). В результате численного эксперимента (см. Материалы и методы) при 15 000 случайных перестановках «*» и «:»-символов «строки изменчивости» наблюдалось N=680 случаев наличия высоко вариабельного участка длиной L1=15 и числом вариабельных «*»-позиций K1=12. Среди этих событий имелось n=3 случаев наличия второго высоко вариабельного участка длиной L2=10 и K2=9.

Малая вероятность ($n/N < 0,01$) случайного наличия двух высоко вариабельных участков свидетельствует в пользу очень неравномерного распределения вариабельных АК-позиций вдоль АК-последовательностей HBB млекопитающих. Это свойство гомологичных бета гемоглобинов позволяет узнавать HBB человека в присутствии гемоглобинов других млекопитающих, что было показано в настоящей работе.

Заключение

На примере семейства гомологичных бета глобулинов млекопитающих показано, как использовать неравномерное распределение вариабельных аминокислотных позиций для предсказания специфичных антигенных детерминант бета глобулина человека. С помощью предложенного метода предсказали наличие двух-трех вероятных антигенных детерминант перспективных для получения антител, узнающих гемоглобин человека

общий идентичный сегмент 23-58, то к числу перспективных АГ-детерминант можно отнести и фрагмент 45-58 (Рис.).

в присутствии гемоглобинов других млекопитающих.

Список литературы

1. Ефимов Г.А., Хлопчатникова З.В., Сазыкин А.Ю., Друцкая М.С., Круглов А.А., Шилов Е.С., Кучмий А.А., Недоспасов С.А., Тиллиб С.В. Получение и характеристика нового рекомбинантного однодоменного антитела, специфически связывающегося с TNF человека // Российский иммунологический журнал – 2012 - Т. 6 (№ 15). С. 337-345.
2. Камынина А.В., Филатова М.П., Короев Д.О., Абрамов А.Ю., Вольпина О.М. Антитела к синтетическому фрагменту 95-123 прионного белка предохраняют нейроны и астроциты от индуцированной бета-амилоидом гибели // Биоорганическая химия – 2013.- Т.39 (№2). – С. 1341-140.
3. M.A. Polzikov, M.Yu. Kordyukova, L.E. Zavalishina, C. Magoulas, O.V. Zatsepina Development of Novel Mouse Hybridomas Producing Monoclonal Antibodies Specific to Human and Mouse Nucleolar Protein SURF-6 // Hybridoma 2012 Feb; 31(1): 48–53.
4. N. Mushenkova, E. Moiseeva, A. Chadaeva, William den Otter and E. Svirshchevskaya Antitumor Effect of Double Immunization of Mice with Mucin 1 and its Coding DNA // Anticancer research - 25: 3893-3898 (2005)
5. Patronov A., Doytchinova I. T-cell epitope vaccine design by immunoinformatics. // Open Biology - 2013 – doi: 10.1098/rsorb.120139.
6. Антонец Д.В. Обновление программного обеспечения TEPredict, предназначенного

для предсказания Т-клеточных эпитопов // Вестник НГУ - 2012 – Т.10 – С. 49-56.

7. Kostetsky P., Arkhipova S., Vladimirova R. Conservative and variable regions of snake phospholipases A2 sequences: prediction of the taxonspecific

peptides structure. // J. Protein Chem. – 1991. – Vol.10, N 6. – P. 593-601.

8. Н.Е.Максимова, Н.Н.Мочульская, В.В.Емельянов, В.А.Черешнев. Введение в иммунохимию: учебное пособие – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2013. – 100 с.

**Раимбаева Дильбар Алимжановна¹, Литвиненко Юлия Алексеевна²,
Ахтаева Нурсулу Зияхановна³, Кiekбаева Лашын Нуртасовна³,**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВИТАМИННОГО СОСТАВА РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЯ *ECHINOPS TRANSILIENSIS*

¹магистрант Казахского Национального университета имени аль-Фараби,
г. Алматы

²канд. хим. наук, и.о. доцента Казахского Национального университета имени аль-Фараби,
г. Алматы

³канд. хим. наук, и.о. доцента Казахского Национального университета имени аль-Фараби,
г. Алматы

⁴PhD докторант Казахского национального медицинского университета имени С.Д. Асфендиярова,
г. Алматы

**Dilbar Raimbayeva¹, Yuliya Litvinenko², Nursulu Akhtaeva³, Lashin Kiekbaeva⁴
COMPARATIVE QUANTITATIVE ANALYSIS OF VITAMIN COMPOSITION OF VARIOUS PLANT'S ORGANS OF *ECHINOPS TRANSILIENSIS***

¹Graduate student of Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty

²Candidate of Science, assistant professor of Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty

³Candidate of Science, assistant professor of Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty

⁴PhD-student of Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty

АННОТАЦИЯ

Целью исследования являлось в сравнении изучить количественный витаминный составы семян, соцветий и надземной части (стебли и листья) *Echinops transiliensis*, эндемика растительного мира Казахстана. Исследования проводились с помощью титриметрических и флюорометрических методов анализов. По результатам исследования количественного содержания витаминов С, А, Е, установлена значимость семян и соцветий растения, как возможного источника токоферола, в то время как стебли и листья регламентируются более высоким содержанием аскорбиновой кислоты.

ABSTRACT

The aim of the study was to examine the relative quantitative vitamin formulations of seeds, inflorescences and aboveground parts (stems and leaves) of *Echinops transiliensis*, which is an endemic of flora of Kazakhstan. The studies were conducted by using titration and flyureometric methods of analysis.

According to a study of the quantitative content of vitamins C, A, E, set the importance of seeds and inflorescences of plants as a possible source of tocopherol, while the stems and leaves are regulated by a higher content of ascorbic acid.

Ключевые слова: сравнительный анализ; соцветия; семена; надземная часть; витамины С, А, Е.

Keywords: comparative analysis; inflorescence; seeds; aerial part; vitamins C, A and E.

Род *Echinops* (мордовник) относится к семейству *Asteraceae* и включает в себя около 130 видов растений, ареал распространения которых охватывает территорию Евразии и Северной Африки. Во многих странах растения рода мордовник широко используются с давних времен, при лечении различных заболеваний. Ранее установлено, что экстракты растений рода *Echinops* обла-

дают гепатопротекторной [1, с. 73], противовоспалительной [2, с. 1004], фунгицидной [3, с. 1651], антиоксидантной активностью [4, с. 32]. В различных видах рода *Echinops* были идентифицированы хинолиновые алкалоиды [5, с. 127], сесквитерпеноиды [6, с. 3815], флавоноиды [7, с. 197], тритерпены [1, с. 73] и тиофены [8, с. 755].

На территории Казахстана произрастает 18 видов мордовника [9, с. 179], нами был исследован витаминный состав *Echinops transiliensis* (мордовник заилийский) являющийся эндемиком растительного мира Казахстана.

Объектами исследования являлись соцветия, семена и надземная часть (стебли, листья) *Echinops transiliensis*, собранные в период цветения в поясе кустарниково-разнотравной степи, преимущественно в нижней части склонов Заилийского Алатау.

Проведен сравнительный анализ количественного содержания витаминов С, А, Е семян, соцветий и надземной части (стебли и листья) мордовника заилийского, так как из года в год актуальным становится вопрос пополнения лекарственной базы Казахстана, лекарствами полученными на основе сырья отечественного происхождения.

Определение содержания витамина С проводят следующим образом: образец в количестве не менее 0,3 г (0,3 мл) помещают в центрифужную пробирку, стенки которой покрыты порошком лимоннокислого натрия. После центрифугирования образца в течение 30 мин при 3000 об/мин его переносят в другую пробирку и добавляют туда равное количество бидистиллированной воды и двойное количество свежеприготовленного 5% раствора метафосфорной кислоты. Осадок белка размешивают палочкой и центрифугируют

в течение 10 мин при 3000 об/мин. Надосадочную жидкость в количестве (0,1-0,5 мл) вносят в фарфоровые титрационные кюветы (2 параллельные пробы) и титруют 0,001 н – 0,0005 н раствором натриевой соли 2,6 дихлорфенолиндифенола из специальной микропипетки емкостью 0,1 мл.

Параллельно проводят «слепой» опыт с 5% раствором метафосфорной кислоты и бидистиллированной водой (1:1) [10, с. 472].

Для определения концентрации витаминов А и Е используют метод одновременного флюорометрического анализа. К 0,2 мл (г) образца добавляют 1 мл бидистиллированной воды и встряхивают в течение 30 сек. После этого добавляют 1 мл 96% этилового спирта и снова встряхивают 30 сек. Затем добавив, 5 мл гексана повторяют процедуру встряхивания еще раз (аналогичные мероприятия проводят и со стандартом). После пробы центрифугируют 10 мин при 1500 об/мин. Для спектрометрии был взят четко отделившийся гексановый слой (3мл); который может храниться в течение 2 часов в плотно закупоренных пробирках в темном месте.

Параллельно с образцами опытных проб готовят стандартные и контрольные (холостые) пробы. В стандартных пробах вместо опытного образца берут 0,2 мл стандартного раствора (токоферол и ретинолацетат в этаноле). В контрольных пробах вместо опытных образцов – вода.

Спектрофлюориметрию (спектрофлюориметр «Хитачи», Япония): токоферола проводят при длине волны возбуждения 292 нм и флюорисценции 310 нм; ретинола- соответственно при 335 и 430 нм [11, с. 362].

Данные результатов анализа приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Содержание витаминов С, А, Е в растении *Echinops transiliensis* семейства Астровые (Asteraceae), мг/100 г

Образец	Витамин С	Витамин А	Витамин Е
Соцветия	2,3 мг/100 г	0,38 мг/100 г	18,3 мг/100 г
Семена	2,6 мг/100 г	0,42 мг/100 г	18,7 мг/100 г
Стебли+листья	11 мг/100 г	0,14 мг/100 г	1,9 мг/100 г

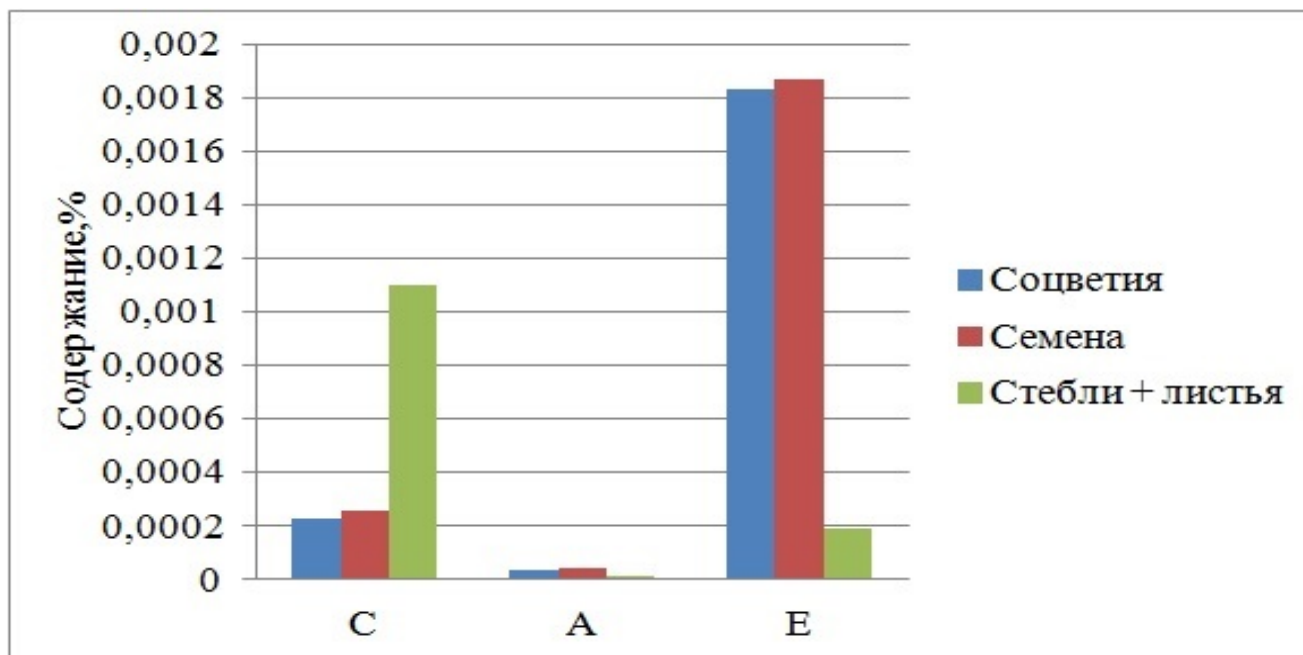


Рисунок 1. Содержание витаминов C, A, E в растении *Echinops transiliensis* семейства Астровые (Asteraceae), %

Сравнение содержания витамина C между различными органами *Echinops transiliensis* показало, что количественное содержание витамина C в стеблях и листьях растения почти в 4,5 раза превышает его концентрацию в семенах и соцветиях. В то время как концентрация витамина E в семенах и соцветиях в 9 раз выше чем в надземной части.

Таким образом выявлено, что сумма стеблей и листьев *Echinops transiliensis* может быть рассмотрена как источник аскорбиновой кислоты, а семена и соцветия представляют богатый источник токоферола, исходя из того, что суточная потребность человека в витамине E составляет 2-6 мг [12, с. 181].

Исследуемый вид растения в очередной раз подтвердил значимость рода *Echinops*, как растения требующего внимания и тщательного изучения.

Список литературы:

1. Abdallah H.M., Ezzat S.M., Salah R. El Dine et al. Protective effect of *Echinops galalensis* against CCl₄-induced injury on the human hepatoma cell line (Huh7). // *Phytochemistry Lett.* – 2013. – Vol. 6. – P.73-76.
2. Yadava R.N., Singh S.K. New anti-inflammatory active flavanone glycoside from the *Echinops echinatus* Roxb. // *Ind. J. Chem.* – 2006. – Vol. 45. – P. 1004-1008.
3. Fokialakis N., Cantrell C.L., Duke S.O. et al. Antifungal activity of thiophenes from *Echinops ritro*. // *J. Agric. Food Chem.* – 2006. – Vol. 54. – P. 1651-1655.
4. Erenler R., Yilmaz S., Aksit H. et al. Antioxidant activities of chemical constituents isolated from *Echinops orientalis* Trauv. // *Rec. Nat. Prod.* – 2014. Vol. 8 (1) – P. 32-34.
5. Nakano H., Cantrell C.L., Mamonov L.K. et al. Chemical constituents from *Echinops nanus* and *Echinops transiliensis*. // *Biochem. Syst. Ecol.* – 2012. – Vol. 45. – P. 127-129.
6. Nicolaou K.C., Ding H., Richard J-A. et al. Total Synthesis of Echinopines A and B. // *J. Am. Chem. Soc.* – 2010. – Vol. 132. – P. 3815-3829.
7. Singh S., Upadhyay R.K., Pandey M.B. et al. Flavonoids from *Echinops echinatus*. // *J. Asian Nat. Prod. Res.* – 2006. – Vol. 8. – P. 197-200.
8. Hymete A., Rohloff J., Kjosen H. et al. Acetylenic thiophenes from the roots of *Echinops ellenbeckii* from Ethiopia. // *Nat. Prod. Res.* – 2005. – Vol. 19. – P. 755-761.
9. Флора Казахстана // под ред. Н. В. Павлова - Алма-Ата: Наука, 1966. – Т. IX. – С. 179.
10. Биохимические методы исследования в клинике: справочник / под. ред. А. А. Покровского – М.: Медицина, 1969. – 652 с.
11. Чернаускене Р.Ч. Одновременное флуориметрическое определение концентрации витаминов E и A в сыворотке крови / Р.Ч. Чернаускене, З.З. Варшкявичене, П.С. Грибаускас // *Лаб. дело.* 1984. – № 6. – С. 362-365.
12. Николаев А. Я. Биологическая химия. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 566 с.

**Синявский Юрий Александрович¹, Торгаутов Асхат Серикович²,
Якунин Александр Викторович³**

**СУХОЕ КОБЫЛЬЕ МОЛОКО –КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЫРЬЕВОЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ МАССОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ,ДЕТСКОГО И ЛЕЧЕБНО-
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.**

¹*Профессор, доктор биологических наук, Казахская академия питания руководитель лаборатории биотехнологии специализированных продуктов, г.Алматы*

²*Младший научный сотрудник, Казахская академия питания, г.Алматы*

³*Магистрант, Казахский Национальный университет им.Аль-фараби, г.Алматы*

АННОТАЦИЯ

Описаны преимущества технологии получения сухого кобыльего молока, влияние температур пастеризации, замораживания, использования антиоксидантов, снижающих процессы окисления. Кобылье молоко, полученное с помощью метода сублимационной сушки может быть использовано для производства как продуктов массового потребления, так и детского и лечебно-профилактического назначения.

SUMMARY

The advantages of the technology of dry mare's milk, the effect of pasteurization temperatures, freezing, the use of antioxidants, reducing oxidation processes. Mare's milk is produced by the method of freeze drying can be used for the production of both consumer products and children, and therapeutic and prophylactic purposes.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Сухое кобылье молоко, сублимационная сушка, продукты детского питания, лечебно-профилактические продукты.

KEYWORDS

Dry mare's milk, freeze-drying, baby food, medical and preventive products.

В связи с уникальностью химического состава кобыльего молока, особенностями его органолептических показателей, сезонностью его преимущественного получения, сложностью в хранении и стерилизации, особый интерес представляет разработка унифицированной технологии получения сухого кобыльего молока, максимально сохраняющей его физиолого-биохимические свойства и позволяющая использовать молоко вне зависимости от сезона года, условий хранения и региона [1-3]. Существующие на сегодняшний день технологии получения сухого кобыльего молока в основе своей приближены к технологиям получения сухого коровьего молока, что не дает максимального сохранения основных биологически активных ингредиентов и свойств кобыльего молока, снижает его органолептические

характеристики, а также пищевую и биологическую ценность [4-7]. Кроме того, технологии апробированы на небольших опытно-лабораторных производствах и не имеют промышленных масштабов, что затрудняет широкое использование сухого кобыльего молока для массового производства [6].

Сублимационная сушка кобыльего молока представляет собой удаление влаги путем замораживания, не разрушая структуры исходного продукта. Около 70 – 90 % влаги из продукта извлекается при отрицательных температурах, остальная же, наиболее связанная влага, удаляется - при не высокой положительной температуре.

Технология сублимационной сушки позволяет получить сухое кобылье молоко с длительным сроком хранения, с максимальным сохранением важнейших биологически активных ингредиентов молока таких как витамины, ферменты, полиненасыщенные жирные кислоты, низкомолекулярные пептиды, альбумины и глобулины, снизить риск окисления жиров в процессе его производства и хранения.

Кроме того, сохранение органолептических свойств, стабильность химического состава кобыльего молока не зависимо от сезона года, региона и условий содержания животных, высокие иммунобиологические характеристики молока позволяют производить на основе сухого кобыльего молока уникальные продукты для детей раннего возраста, а также функциональные продукты с направленными медико-биологическими свойствами для профилактики и лечения как неинфекционных, так и инфекционных заболеваний.

Промышленный выпуск сухого кобыльего молока и продуктов на его основе позволит сократить закуп сырья и продуктов по импорту, решить вопрос по расширению ассортимента продуктов на основе кобыльего молока с высокими иммунобиологическими и лечебно-профилактическими свойствами.

Оптимальное содержание лактозы и хорошее сочетание белково-жировой основы делает

кобылье молоко полностью пригодным сырьем для внесения в состав заквасок молочнокислых бактерий, являющихся антагонистами патогенных микроорганизмов. Данные факты свидетельствуют о том, что данное сырье может являться основой при производстве продуктов массового потребления и лечебно-профилактического питания.

Для обеспечения надлежащего качества сырья необходимо проведение более тщательной очистки молока. Качественная и эффективная фильтрация молока это обязательное условие получения пригодного для переработки продукта на молочных фермах.

Наряду с фильтрацией, обеспечивающей удаление тяжелых частиц молока необходимо также использование методов тонкой очистки. Так, применение фильтров с диаметром пор 0,2 – 1,8 мкм позволяет удалять из молока остаточную микрофлору. Соответственно мембраны, применяемые при микрофильтрации, имеют такой размер пор, при котором эти частицы будут задерживаться - от 0,1 до 10,0 мкм. Компоненты молока имеют более меньшие размеры и поэтому они как правило не оседают на фильтрах и при фильтрации не изменяется пищевая и биологическая ценность исходного сырья.

На коневодческих фермах необходимо широко внедрять автоматическую дойку, так как при ручной дойке степень загрязнения молока почти в три раза выше, чем при автоматической. Всем производителям для получения молока без механических примесей с нужными потребительскими свойствами необходимо использовать фильтры.

Нами также установлено, что грубая и тонкая очистка кобыльего молока не изменяет его физико-химических характеристик, в то же время значительно повышается степень чистоты кобыльего молока. Молоко предварительно очищенное от механических примесей, рекомендуется пропускать через пищевые полипропиленовые фильтры диаметром 47 мм и размером пор 0,1, 1,0 и 4,0 мкм. Использование фильтров с размером пор 0,1 и 1,0 мкм удалось снизить общую микробную обсемененность кобыльего молока, а также количество соматических клеток.

Именно полученное с помощью сублимационной сушки молоко является продуктом будущего, сохраняющее все свойства и качества исходного продукта. Применяют его чаще всего в молочных смесях. Установлено, что кобылье молоко на 98 % заменяет грудное молоко. Таким образом, выгодно покупать именно кумысный порошок, нежели свежее молоко. При правильном же разбавлении водой можно получить молоко, не

отличающееся от парного кобыльего молока. Вакуумная же упаковка позволяет хранить готовый продукт длительное время, не требуя при этом жестких условий. Реализация также является удобной и выгодной, так как места кумысный порошок занимает мало, то можно перевозить его большими тарами, не переживая о сохранности продукта. Более того, производство его является экономически выгодным, так как из 10 литров кобыльего молока получается 1 килограмм порошка. Для получения же молока требуется небольшое количество порошка развести водой.

Однако, при производстве продуктов массового потребления и лечебно-профилактического назначения, включая детское питание, кобылье молоко как сырье должно подвергаться обязательной пастеризации.

Как известно, кобылье молоко относится к альбуминовому типу, поэтому проведение высокотемпературной пастеризации недопустимо, так как приводит к денатурации альбуминовой и глобулиновой фракции, а также потери потребительских свойств и биологической ценности молока.

Тем не менее, на основании проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

- пастеризация при температуре не превышающей 70-75°C не приводит к изменению содержания лактозы в кобыльем молоке;

- выбранные режимы пастеризации не оказали влияния на массовую долю жира и на жирнокислотный состав кобыльего молока;

- в результате пастеризации снижается уровень водорастворимых витаминов в среднем на 35-50%. При этом решающим фактором для разрушения витаминов является продолжительность пастеризации. В случае пастеризации от двух до трех минут отмечается максимальное сохранение витаминов при температуре пастеризации 70-75°C. При данном режиме пастеризации, при соблюдении стерильных условий сбора, грубой и тонкой фильтрации, общая микробная обсемененность кобыльего молока не превышает допустимых значений безопасности.

При выбранных режимах пастеризации не выявлено каких-либо достоверных изменений в количественном содержании макро- и микроэлементов в кобыльем молоке.

Основной из задач нашего исследования явилась также, разработка технологии замораживания кобыльего молока и изучение влияния замораживания на качество кобыльего молока.

По данным различных источников литературы нам удалось выяснить, что изменение состава и свойств молока под влиянием отрицательных температур зависит от температуры и скорости замораживания, а также от условий и сроков

хранения продукта в замороженном состоянии. Данный тезис нами также, был подтвержден в ходе экспериментальных работ.

Мы можем подтвердить, что на химический состав кобыльего молока оказывает влияния как температура замораживания, так и скорость набора температуры. Быстрый, или резкий набор температуры может приводить к серьезным как конформационным, так и количественным изменениям в составе молока. Быстрое замораживание молока при низких температурах (ниже -22°C) предотвращает нарушение жировой дисперсии. Предварительное проведение гомогенизации молока и внесение антиоксидантов повышают стабильность жировой фазы. Температура хранения замороженного молока, обеспечивающая стабильность жира, должна быть не выше -18°C .

В целом, в процессе замораживания кобыльего молока наблюдается незначительное снижение уровня белка, в т.ч. казеина, увеличение содержания сахаров. Отрицательное действие низких температур на белки молока в большей степени проявляется во время хранения замороженного продукта, чем при проведении самого процесса замораживания.

Не маловажно то, что в условиях огромной территориальной протяженности РК замораживание кобыльего молока является наиболее приемлемым способом консервирования, что позволяет производить из него другие продукты в любое время года. Поэтому, данная технология нуждается в скорейшем внедрении в сельскохозяйственных предприятиях. Внедрение разработанных технологий замораживания позволят использовать кобылье молоко круглогодично, что будет способствовать повышению рентабельности производства продуктов на основе кобыльего молока, обеспечению им населения не зависимо от сезона года.

Для нивелирования нежелательных изменений в молоке, полученном с помощью метода лиофильной сушки в процессе хранения молока являются окислительные превращения (белков, липидов, витаминов), зависящие от свойств продуктов, степени и продолжительности контакта их с кислородом воздуха и температурным режимом.

Наиболее эффективной мерой снижения интенсивности данных изменений является хранение под вакуумом либо в среде инертных газов - азота, углекислого газа, при этом уровень кислорода в газовой среде при длительном хранении сублимированных продуктов как животного, так и растительного происхождения, должен быть минимальным, порядка 1-2%.

Для решения данной проблемы приемлемой температурой хранения является $28-23^{\circ}\text{C}$.

При таких температурах сроки хранения большинства пищевых продуктов без заметного снижения качества составляют 1-2 года, при условии изоляции от кислорода воздуха. Снижение температуры хранения до $3-5^{\circ}\text{C}$ позволяет увеличить эти сроки в 1,5-2 раза. Кроме того, упаковочный материал для продуктов сублимационной сушки должен надежно изолировать продукт от контакта с окружающей средой и воздействия света, обладать парогазонепроницаемостью для предотвращения сорбции влаги из окружающей среды, обладать достаточной механической прочностью.

Известно, что для предупреждения окислительного разрушения жиров (стабилизация) в кобылье молоко добавляют различные антиоксиданты. В соответствии с задачами нашего исследования мы конкретно изучили ингибирующее действие дигидрокверцетина, гамма и альфа-токоферола на свободнорадикальное окисление липидов сухого кобыльего молока, изготовленного с их добавлением в зависимости от сроков хранения.

По нашим данным, сухое молоко без консервантов по прошествии 6 месяцев хранения фактически достигло предела срока хранения, в то время как наилучшие показатели задержки окисления липидов наблюдались при использовании дегидрокварцетина и γ -токоферола при внесении их в концентрации 2% от общей массы жира. При использовании α -токоферола снижение окисления жира было выражено в меньшей степени.

При использовании γ - и α -токоферола, также получены данные свидетельствующие о замедлении накопления свободных радикалов в сухом кобыльем молоке. Так, при использовании γ - и α -токоферола в концентрации 2 % от общего количества жира, спустя 6 месяцев концентрация МДА в сухом кобыльем молоке оказалась в 3 и 4 раза ниже, чем в контрольном исходном образце.

В соответствии с общепринятыми требованиями к безопасности молока и молочной продукции все виды упаковочных материалов, используемые для упаковки и транспортировки молока и молочной продукции, должны быть в установленном порядке разрешены для контакта с молочной продукцией.

На основе приведенных фактов мы предлагаем фасовать молоко в потребительскую тару массой до 1 кг, разрешенную к применению уполномоченным органом в установленном порядке, а именно:

- в пакеты из полимерных материалов;
- в пакеты из комбинированного материала;
- в пакеты из полимерных материалов;
- в пакеты из фольги.

Для промышленной переработки молоко необходимо фасовать с массой от 1 кг до 25 кг в

тару, разрешенную к применению уполномоченным органом в установленном порядке:

- в пакеты или мешки из полимерных материалов;
- в пакеты или мешки из комбинированного материала;
- в пакеты из фольги;
- в мешки бумажные непропитанные четырех- и пятислойные.

На потребительскую упаковку наносится маркировка соответствующая Техническим регламентам Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки», «О безопасности молока и молочной продукции».

На этикетку дополнительно могут быть нанесены надписи информационного и рекламного характера, соответствующие действительности, характеризующий продукт.

Применяемые в приготовлении молока сырье и вспомогательные материалы контролируются при входном контроле по ГОСТ 24297.

Органолептические и физико-химические показатели, упаковку и маркировку контролируют в каждой партии.

Контроль показателей безопасности осуществляют в соответствии с порядком, установленным предприятием-изготовителем по согласованию с уполномоченным органом и гарантирующим безопасность продукции.

Испытания с целью подтверждения соответствия проводят в соответствии с требованиями Государственной системы технического регулирования Таможенного союза.

Транспортирование молока осуществляется всеми видами транспорта в соответствии с правилами по перевозке, действующими на автомобильном транспорте, при наличии санитарного паспорта установленного образца.

Молоко должно храниться при температуре от +10С до +100С и относительной влажности не более 85%.

Срок годности сухого кобыльего молока не более 12 месяцев с даты изготовления.

Резюмируя все вышеизложенное можно заключить, что инновационное и конкурентное преимущество результатов проекта заключается в разработке уникальной технологии получения сухого кобыльего молока в условиях РК, а также в расширении области его применения независимо от сезона года и региона производства. С учетом вышеуказанных тезисов, созданные в рамках проекта новые продукты и технологии могут существенно способствовать использованию кобыльего молока как одного из перспективных сырьевых источников для разработки рецептур и технологий приготовления уникальных заменителей

женского грудного молока, прикормов на кисломолочной основе и продуктов дошкольного и школьного питания кисломолочных продуктов детского питания, продуктов с высокими лечебно-профилактическими свойствами.

Подобных технологий в мире на сегодняшний день не существует, как и не существует функциональных продуктов лечебно-профилактического назначения на основе кобыльего молока.

Разработка новой уникальной технологии получения сухого кобыльего молока для производства продуктов массового потребления на основе кобыльего молока повысит конкурентоспособность и экспортоориентированность отечественных товаров. Данное направление является своевременным и целесообразным для возрождения этнических и национальных традиций питания.

Созданная технология получения сухого кобыльего молока будет тиражирована в различных регионах страны и позволит более рационально использовать кобылье молоко вне зависимости от сезона года и объемов его производства.

Список используемой литературы

1. Karimova G. D., Gorbatovskaya N. A. Study of physico-chemical properties of fermented mare's milk to develop kas medicated products for children. // Theoretical & Applied Science. - № 3(11). - 2014. - Р. 67-75.

2. Кисилевич Е.Э. Сухое кобылье молоко для детского питания. // Материалы IV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». - 2012. - С. 56-58.

3. Канарейкина С.Г. Качественные показатели йогурта, обогащенного сухим кобыльим молоком. // Вестник БГАУ. - 2011. - №1. - С. 69-73.

4. Вестергаард В. Технология производства сухого молока. // Копенгаген. Дания. - 2003. - 300 с.

5. Попова Н.В. Инновация в технологии восстановления сухого молока как фактора управления качеством восстановленных продуктов переработки молока. // Управление качеством товаров и услуг. - 2013, т. 7, № 4. - С. 161-186.

6. Канарейкина С.Г., Файзуллин Г.Ф., Юсупова Г.Ф. Технология производства сухого кобыльего молока. // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию факультета пищевых технологий ФГОУ. - 2011. - С. 267-270.

7. Буйлова Л.А. Технология сухих молочных продуктов // Вологда: «Молочное». - 2007. - 167 с.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Инна Моисеевна Самородова,

ФАРМАКОКОРРЕКЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКОТОКСИНОВ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦ

*доктор вет. наук, профессор Южно-Уральского государственного аграрного университета,
г.Троицк*

Inna Samorodova

FARMAKOKORREKTION OF THE CONTENT OF HEAVY METALS AND MYCOTOXINS IN THE ORGANISM OF ANIMALS AND BIRDS

professor of the Southern Ural state agricultural university, Troitsk

АННОТАЦИЯ

На кафедре фармакологии «ЮУрГАУ» разработаны параметры применения минерального сорбента «Витартил» для выведения токсинов и нормализации гомеостаза животных и птиц. Применение «Витартила» в смеси с комбикормом нормализует минеральный обмен коров, снижает заболеваемость свиней и телят, повышает темпы их роста, способствует увеличению продуктивности кур, сокращает сроки их линьки, повышает оплодотворяемость яиц, значительно улучшает качество продукции при контаминации кормов микотоксинами.

ABSTRACT

On department of the pharmacology "YuUR-GAU" parameters of application of a mineral sorbent of "Vitartil" for removal of toxins and normalization of a homeostasis of animals and birds are developed. Application of "Vitartil" in mix with compound feed normalizes a mineral exchange of cows, reduces incidence of pigs and calves, increases rates of their growth, promotes increase in efficiency of hens, reduces terms of their molt, raises an oplodotvoryaemost of eggs, considerably improves quality of production at a kontamination of forages mycotoxins.

Ключевые слова: энтеросорбент, тяжелые металлы, микотоксины, коровы, птицы, свиньи.

Keywords: enterosorbent, heavy metals, mycotoxins, cows, birds, pigs.

В Российской Федерации описано множество территорий экологического неблагополучия, где объекты окружающей среды (почвы, кормовые культуры, водоемные источники) содержат высокий уровень токсических элементов, которые в десятки раз превышают нормативные данные [7, с. 58; 5, с. 164].

К таким регионам относится Южный Урал, в частности Челябинская область. Высокий уро-

вень токсикантов через кормовые рационы оказывает негативное влияние на обменные процессы животных и птиц, способствует развитию самой разнообразной незаразной патологии, а получаемые продукты, в частности молоко и яйцо, имеют низкую пищевую ценность и в отдельных случаях может представлять опасность для здоровья людей [3, с. 164; 4, с. 122].

По результатам многочисленных опытов установлено, что в основе положительного влияния минеральных сорбентов на организм лежит профилактика болезней пищеварительной системы за счет адсорбции продуктов метаболизма, микотоксинов, нитратов, нитритов и солей тяжелых металлов. Они способны к иммобилизации ферментов желудочно-кишечного тракта, что повышает активность ферментного комплекса, увеличивает переваримость и усвояемость питательных веществ рациона [5, с. 162; 6, с. 2].

Ряд исследователей видят в сорбентах альтернативу применению антибиотиков, в связи с чем рекомендуют использовать их для профилактики и лечения множества заболеваний, которые вызывают нарушение обменных процессов у животных и птиц, высокую заболеваемость и снижение продуктивности [1, с. 6; 9, с. 55].

С этой целью учеными кафедры фармакологии ФГБОУ ВО «ЮУрГАУ» были исследованы различные сорбенты. Наилучшие результаты при этом показал минеральный энтеросорбент «Витартил», который получают в ООО «НПК «ОК-ПУР» г. Екатеринбурга из опал-кристаллитовых пород. При скармливании «Витартила» животным происходит активация ферментных систем, улучшается белковый состав крови, снижается уровень аммиака и количество токсикантов в крови в связи с адсорбцией антиметаболитов и эндотоксинов [5, с. 164].

В силу своей адсорбционной способности, «Витартил» подавляет активность вредных бактерий из-за изменения концентрации ионов водорода, обусловленных ионообменным действием природного минерала, а также стабилизирует кислотно-щелочное равновесие среды, что создает благоприятные условия для развития симбионтной микрофлоры кишечника – инфузорий, лакто-, бифидобактерий, и что особенно ценно, вызывает усиленный рост и функционирование микроворсинок кишечника [8, с. 57; 9, с. 55]. В то же время «Витартил» не токсичен, не обладает раздражающим и аллергизирующим действием, не влияет негативно на репродуктивную функцию, повышает адаптивные возможности организма, обладая интерферонстимулирующей активностью [2, с. 56; 3, с. 165].

Цель и методика исследований. В течение 10 лет были проведены научно-производственные испытания «Витартила» в хозяйствах Челябинской области на коровах, телятах, курах, цыплятах и свиньях. Материалом для исследований служили: цельная кровь, сыворотка крови, молоко, яйцо, мясо, моча и фекалии.

На первом этапе были установлены оптимальные дозы, сроки и кратность введения «Витартила» с целью нормализации содержания экотоксикантов в организме и молоке коров. Коровы 1-ой группы (n=10) получали «Витартил» в дозе 0,2 г/кг живой массы, в смеси с комбикормом, два раза в сутки, в течение месяца с перерывом в 10 дней. Коровы 2-ой группы (n=10) служили контролем и содержались на рационе, принятом в хозяйстве. Исследования крови, молока, мочи и фекалий проводили на 10, 20 и 30-й день эксперимента.

Далее по принципу аналогов были сформированы опытная и контрольная группа из числа больных гастроэнтеритом телят симментальской породы в возрасте 30 дней, за которыми проводили наблюдение в течение месяца. Подопытные животные с клинически признаками гастроэнтерита в количестве 24 головы были разделены на три группы, по 8 голов в каждой. Телятам первой опытной группы в смеси с комбикормом вводили «Витартил» в дозе 0,2 г/кг живой массы. Телятам второй опытной группы вводили «Витартил» в рацион в дозе 0,4 г/кг живой массы в сутки на голову. Телят контрольной группы лечили по методике, принятой в хозяйстве, а именно: внутримышечно вводили антибиотик нитокс в дозе 1 мл/10кг живой массы, согласно наставлению.

На третьем этапе установлены оптимальные дозы, сроки и кратность введения «Витартила» с целью нормализации обменных процессов и продуктивности кур. Курам опытной группы в течение месяца задавали «Витартил» в

дозе 3% от массы корма, контрольной – стандартный комбикорм. Лабораторные исследования крови проводили в начале опыта, затем на 15-е, 30-е, 45-е, 60-е сутки. Кровь брали из подкрыльцовой вены с помощью стерильной иглы от шприца «Рекорд».

На заключительном этапе были проведены исследования влияния разных сорбентов на сохранность и продуктивные качества поросят на фоне скармливания загрязнённых микротоксинами кормов. Для проведения опыта, по принципу пар-аналогов было сформировано 5 групп поросят-отъемышей (35 дней) по 10 голов в каждой. Препараты задавались циклами: 15 дней скармливание, 15 дней перерыв. Опыт продолжался до сдачи молодняка на убой в возрасте 248 суток.

Результаты исследований. В почве, воде, кормах, крови и продукции, поручаемой от животных и птиц, было установлено повышенное содержание таких высокотоксичных металлов, как никель и свинец. Содержание никеля в молоке выше ПДК на 43%, свинца – на 20%. Количество же необходимых, эссенциальных микроэлементов – снижено. При исследовании минерального обмена в крови коров было выявлено снижение содержания меди на 81%, цинка на 63,4 и марганца на 60%. Аналогичная картина снижения эссенциальных элементов отмечена и в крови телят. Одновременно со сниженным содержанием жизненно важных элементов отмечали повышенное содержание токсических элементов, таких как никель и свинец. Так, содержание никеля у телят было выше нормы на 25%, свинца – на 8 %.

Уже на 10-й день введения «Витартила» в опытной группе коров происходило снижение концентрации никеля и свинца на 6,25% и 13,8%, в сравнении с контрольной группой животных, на 20-й день – на 28,57 и 17,8%, соответственно, и максимальный уровень снижения был выражен на 30-й день исследований. В этот период содержание никеля снизилось на 50%, свинца – на 31% относительно животных контрольной группы. Это явление, на наш взгляд, связано с высокими сорбционными свойствами минерала в отношении токсикозэлементов. Одновременно с этим в крови коров опытной группы происходило повышение концентрации эссенциальных элементов: кобальта, меди, цинка, железа, марганца. Так, на 10 сутки эксперимента количество меди увеличилось на 19,2, цинка – на 15,38, железа – на 12,8 и марганца – на 61,71%, соответственно. Максимальное увеличение концентрации уровня жизненно важных элементов отмечалось на 30-е сутки исследований и составляло 14,3%, 61,53, 120, 73,3, 70,2%, соответственно, в сравнении с животными контрольной группы.

Наряду с позитивными изменениями содержания биоэлементов произошло улучшение качества молока (табл. 1).

1. Влияние «Витартила» на биологическую ценность молока ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$, n=10)

Показатели	Контрольная группа, фон	Опытная группа, фон	Контрольная группа, 30-е сутки	Опытная группа, 30-е сутки
Плотность, А°	27,45 ± 0,3	27,62 ± 0,3	27,58 ± 0,3	29,42±0,24*
Кислотность, °Т	19,34 ± 0,8	19,29 ± 0,8	19,61 ± 0,8	17,24±0,03**
Белок, %	2,91 ± 0,1	2,80 ± 0,1	2,83 ± 0,1	3,12±0,05**
Жир, %	3,08 ± 0,09	3,1 ± 0,09	3,06 ± 0,09	3,3±0,01*
СОМО, %	8,2 ± 0,16	8,2 ± 0,12	8,2 ± 0,14	9,2±0,11***
Соматические клетки, тыс. /см	от 500 до	от 500 до	от 500 до	до 500
Бактериальная обсемененность	1000	1000	1000	
Сычужно-бродильная проба				
Ингибирующие вещества	2 класс	2 класс	2 класс	1 класс
Буферная емкость: По щелочи	есть	есть	есть	нет
По кислоте	1,12 ± 0,01	1,07 ± 0,01	1,08 ± 0,01	1,86±0,01***
	2,44 ± 0,01	2,47 ± 0,01	2,53 ± 0,01	3,1 ± 0,005**

Примечание: *-P< 0,05; ** - P< 0,01; ***-P< 0,001

Так, содержание жира у коров, получавших «Витартил», увеличилось на 6,4% в сравнении с данными контрольных коров, содержание общего белка – на 10,7% и сухого обезжиренного остатка – на 12,1%. Это свидетельствует о повышении обменных процессов в организме коров опытной группы, что приводит к усилению синтеза составных частей молока.

Следствием увеличения содержания белка явилось достоверное повышение плотности молока. Титруемая кислотность снизилась на 11,4%, что свидетельствует об улучшении бактерицидных свойств молока. Повысилась буферная емкость по кислоте на 25,5% и на 73,8% по щелочи. Это говорит об улучшении буферных свойств молока.

Количество микробных и соматических клеток у коров, получавших «Витартил», снизилось до нормативных показателей, что свидетельствует о хорошей сопротивляемости организма неблагоприятным факторам за счет нормализации его защитной функции. Улучшилось качество молока по сыропригодности: сычужно-бродильная проба показала, что классность молока в опытной группе повысилась со второго класса до первого.

Через тридцать дней дачи «Витартила» среднесуточный удой молока увеличился на 13,0% в сравнении с контрольной группой. Через

15 дней после прекращения дачи препарата количество выделяющегося молока оставалось значительным и составило +9,6% к контрольной группе. В целом, молочная продуктивность коров опытной группы за 45 дней опыта была выше исходного удоя на 8,5%, от первоначального уровня, что составило 10,2 литра в сутки на одну корову. В молоке увеличилось количество жира, витаминов и питательная ценность продукта.

На фоне предложенного способа лечения гастроэнтерита телят было установлено, что у телят первой опытной группы отсутствие выраженных клинических признаков гастроэнтерита отмечалось на 5-е сутки, это свидетельствует о снижении продолжительности течения заболевания, которое составляло 4,5±0,36 сут. У животных 2-й опытной группы отсутствие клинических признаков отмечалось на 4-е сутки, следовательно, течение заболевания в этой группе было сокращено, составляло 4,1±0,28 сут. У телят контрольной группы выздоровление было зарегистрировано на 6,2±0,34 сут.

Среднесуточный прирост живой массы у опытных телят был значительно выше, чем в контрольной группе. Исходя из полученных результатов, в процессе опыта было установлено, что «Витартил» при гастроэнтерите телят оказывает

не только положительное влияние на морфобиохимические показатели крови, но и проявляет ростостимулирующее влияние.

При фоновых исследованиях крови кур было обнаружено повышенное количество кадмия, кобальта (на 87,5%), никеля (на 10,4%), свинца (на 36,0), цинка (на 85,4%), и марганца (на 13,3%), при этом отмечали недостаток таких элементов, как медь (-56%) и железо (-52%).

Тридцатидневное скормливание курам «Витартил» показало значительное снижение количества токсикантов в крови птиц. На протяжении опыта происходила нормализация минерального обмена в организме кур. Содержание кадмия на протяжении опыта снизилось и через 20 дней в крови не обнаруживалось. На 30-е сутки опыта концентрация кобальта, никеля, свинца, цинка и марганца в сравнении с исходными данными снизилась на 53,3%, 75%, 38,2%, 49,9%, 23,5%, а в сравнении с показателями контрольной группы на 55,7%, 75,9%, 39,1%, 52,2%, 24,8% соответственно. На 60-е сутки содержание меди и железа повысилось на 63,6% и 115,6%.

Продуктивность кур повысилась на 5,7%, количество кровяной грязи уменьшилось на 42,1%, количество боя снизилось на 22,1%, что связано с увеличением прочности скорлупы.

Применение «Витартила» достоверно улучшило оплодотворяемость яиц, при этом на 11-е сутки инкубации количество истинных неоплодотворённых яиц уменьшается на 6,3 %, ложных неоплодотворённых на 16,1%. На 21-е сутки эти показатели уменьшились на 15,5 и 12,7% соответственно. Значительно снизилось содержание кровяного кольца в яйцах, на 11-е сутки – почти в два раза, на 21-е сутки – на 34,4%. Число задохликов в опытной группе уменьшилось на 22,6%, замёрших – на 8,3%.

Начавшийся на 52-неделе сброс пера птицей контрольной группы завершился через 35 дней, длительность периода линьки кур опытных групп была значительно короче, для птиц первой группы – на 14,86%, для кур второй опытной группы – на 16,34%.

При изучении влияния «Витартила» на продуктивно-биологические качества поросят-откормышей на фоне микотоксикозов было установлено, что оба исследованных комбикорма контаминированы Т-2 токсином, охратоксином А и дезоксиниваленолом (ДОН).

У основного стада поросят-отъёмышей на фоне кормления данными комбикормами наблюдалась повышенная заболеваемость желудочно-кишечными, легочными болезнями и высокий процент падежа.

«Витартил» поросятам задавался циклами, в количестве 3% от массы комбикорма в течение

всего технологического процесса выращивания и откорма, до самого убоя.

Результаты долгосрочных исследований свидетельствовали о достоверном повышении скорости роста и приростов живой массы молодняка получавшего «Витартил», уменьшении заболеваемости и падежа поросят.

Так, поросята контрольной группы, получавшие «Витартил», опережали сверстников из контрольной группы по живой массе на 16% уже в возрасте двух месяцев. Данная тенденция сохранилась до убоя, когда преимущество опытных подсвинков составило 5,3%. Аналогичные данные получены при изучении абсолютного и относительного приростов.

Подсвинки, получавшие добавку, лидировали на 11,2% по среднесуточному приросту к моменту убоя. Падеж был ниже на 43%. Максимальный коэффициент относительного прироста показали в первый возрастной период опытные поросята, получавшие «Витартил», эта тенденция преимущества сохранилась и в следующий период.

К концу откорма максимальный коэффициент относительного прироста показали поросята, получавшие сорбент «Витартил» – 33,75%.

При сравнительном анализе заболеваемости, физиологических функций, состояния белкового, жирового, углеводного обмена в организме свиней были получены приоритетные данные, говорящие о высоком эффекте применения «Витартила» для улучшения состояния обменных процессов и увеличения прироста при скормливании кормов, пораженных микотоксинами.

Выводы. На фоне применения «Витартила» происходит нормализация биохимических и гематологических показателей крови, улучшение технологических свойств молока, яиц, мяса. Его эффективно применять для балансировки рациона, для нормализации физиологических процессов в организме животных в зонах с недостаточным содержанием микроэлементов в объектах внешней среды.

Применение «Витартила» для лечения гастроэнтерита телят в дозе 0,2-0,4г/кг живой массы два раза в сутки имеет выраженный терапевтический эффект, что подтверждено сокращением срока лечения, высокой экономической эффективностью, а также активизацией процессов роста и развития.

30-дневное применение «Витартила» в дозе 3% от массы корма улучшает физиологическое состояние животных и птиц и морфологические показатели крови. Он регулирует минеральный обмен и содержание тяжелых металлов в крови крупного рогатого скота, свиней и кур, достоверно повышает продуктивность и качество полу-

чаемой продукции. Его можно применять для получения более жизнеспособного потомства с профилактической и ростостимулирующей целью.

Список литературы:

1. Абзалилова, А.М. Лечение и профилактика респираторных заболеваний смешанной вирусно-бактериальной этиологии у телят/А. М. Абзалилова, И. М. Самородова, Т.И. Глотова// Рекомендации для ветеринарных специалистов. -Троицк, 2010. – 32 с.
2. Абзалилова, А.М. Лечебная эффективность комплексного препарата при респираторных заболеваниях у телят/А.М. Абзалилова, И.М. Самородова, Т.И. Глотова// Ветеринарный врач. 2009. N 6. – С 54-58.
3. Иващенко, О.М. Фармакологические свойства новой кормовой добавки «Комбад» [Текст] /О.М. Иващенко, В.И. Десятник, И.М. Самородова// Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. 24-25 декабря 2013. Том 1. // - 2013.-С. 165-168.
4. Засеев А.Т. Применение антидотных химиопрепаратов и некоторых лекарственных растений для профилактики и лечения свинцовой интоксикации у коров [Текст] /А.Т. Засеев, И.М. Самородова/ Известия Городского государственного аграрного университета. Том 47, часть 1. – Владикавказ, 2010. – С. 121-123.
5. Засеев, А.Т. Природные сорбенты, перспективы их применения в профилактике интоксикации коров тяжёлыми металлами /А.Т. Засеев, И.М. Самородова, Н.Д. Джабиева // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. № 4-4. – С. 159-167.
6. Патент 2540436 Российская Федерация, МПК А61К 31/4174 (2006.01). Способ профилактики респираторных болезней телят при помощи комплексного применения противовирусного препарата йодантипирин и минеральной кормовой добавки «Витартил» /Глотова Т.И., Глов А.Г., Семенова О.В., Самородова И.М., заявл. 11.02.2014, опубл. 10.02.2015. – 7 с.
7. Рабинович, М.И. Фармакокоррекция тяжелых металлов и микотоксинов в организме животных и птиц «Витартилом» /Рабинович М.И., Самородова И.М.// Аграрный вестник Урала. Ектб. 2012.- 8 с.
8. Самородова, И.М. Снижение интоксикации продуктивных коров солями тяжелых металлов [Текст] /И.М. Самородова, А.Т. Засеев// Журнал «Ветеринария» № 7. – 2012 г. – С. 57- 59.
9. Филиппов, П.Г. Динамика выведения тяжёлых металлов из организма дойных коров «Витартилом» /П.Г. Филиппов, И.М. Самородова// Ветеринарный врач. 2009. N 6. – С. 54-57.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лопатко Сергей Владимирович¹, Макеев Александр Борисович²,

ПРОЕКТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ МАЛОГЛУБИННЫХ АРТЕЗИАНСКИХ ПИТЬЕВЫХ И ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ
ВОД НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

¹технолог ЗАО «РУСТИТАН»

²профессор, доктор геолого-минералогических наук, внс Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г.Москва

Lopatko Sergey Vladimirovich¹, Makeyev Alexander Borisovich²

INDUSTRIAL PROCESSING PROJECT OF HYDROMINERAL RAW MATERIALS OF
SHALLOWER ARTESIAN DRINKING WATERS AND ASSOCIATED PETROLEUM WATERS IN
KOMI REPUBLIC

¹technology of JSC "RUSTITAN"

²Professor, doctor of geology and mineralogy, lieder sciences researcher, Institute of geology ore deposit, petrology, mineralogy and geochemistry RAS, Moscow

АННОТАЦИЯ

Предложен проект создания рентабельного производства крайне востребованного стратегического минерального сырья лития, йода и брома, которые в настоящее время в основном поступают в Россию за счет импорта, из попутных нефтяных и питьевых артезианских вод Республики Коми. Предложена методика и техника концентрирования этих компонентов, а также схема пилотного цеха.

ABSTRACT

There is being proposed a project to create a cost-effective production of highly demanded strategic mineral raw materials of lithium, iodine and bromine, which are currently being imported to Russia, from associated petroleum and drinking artesian waters of the Komi Republic. There are as well described method and technique of concentration of these components, and the scheme of the pilot plant.

Ключевые слова: литий; йод; бром; стратегическое сырьё; артезианские питьевые воды; попутные нефтяные воды; Республика Коми.

Keywords: lithium; iodine; bromine; strategic raw materials; artesian drinking waters; associated petroleum waters; Komi Republic.

Анализ имеющейся первичной геологической и гидрогеохимической информации о подземных водах Республики Коми (РК) позволяет сделать вывод о приоритетности комплексной переработки гидроминеральных ресурсов на территории РК [1–4, 7–9] в условиях рыночной экономики, и связано это с рядом благоприятных факторов. А именно: наличием гидроминеральных

ресурсов и рассолов с промышленными содержаниями лития, брома и йода на большей части территории РК на различных глубинах и горизонтах; значительными объемами попутной добычи пластовых вод и рассолов на предприятиях газовой и нефтяной отрасли в РК и на территории соседнего Ненецкого АО в Архангельской области; высокой степенью изученности и достоверностью информации о содержании лития, брома и йода в подземных водах и рассолах большинства водоносных горизонтов вскрытых на территории республики многочисленными скважинами; нацеленностью геологической службы на их рациональное использование гидроминерального сырья с поставкой на Государственный баланс; значительный фонд скважин простаивающих или выведенных из эксплуатации недропользователями, которые могут быть использованы для добычи промышленных вод в интересах РК с внесением их в уставной капитал будущих предприятий (изъятие в собственность республики по схеме выморочного имущества, перфорация на водоносные горизонты с вводом в постоянную эксплуатацию, утверждения ресурсов гидроминерального сырья по литию, йоду и бром, строительство модуля электролиза); высокой дефицитностью и востребованностью на внутреннем рынке России всех видов производимой будущим предприятием в РК продукции на основе лития, йода и брома; наличием рентабельной отработанной технологии извлечения из гидроминерального сырья и рассолов лития, йода и брома с возможностью реализации технологического процесса по двух-

стадиальной технологии (первая стадия – концентрирование вод и рассолов, вторая стадия – комплексная технология переработки концентрированного рассола на промышленном предприятии). Важна также возможность минимизации экологического ущерба от производственной деятельности всех объектов проекта путем рецикла отработанного рассола и получаемой технической соли обратно в нефтяные пласты.

Технологические предпосылки для реализации литиевого проекта. Ключевые исследования и технологические работы были выполнены в период с 1992–2009 гг. в Новосибирске коллективом российских ученых под руководством академика В.В.Болдырева и в рамках компании ЗАО «Экостар-Наутех» [11].

Интерес представляют следующие технические решения и разработки:

I. Разработка схемы двухстадиального электролиза пластовых нефтяных вод и рассолов на серийном отечественном оборудовании. Разработка доведена до промышленного внедрения на предприятие в Западной Сибири и получены весьма качественные промышленные рассолы с содержанием лития более 300 г/л. Затраты электроэнергии в реальных условиях не превысили 120 кВт·час на м³ рассола, коэффициент концентрации 8,2. В таблице 1 приведен пример эффективности очистки вод от минеральных солей с коэффициентом более 85%.

Таблица 1. Пример концентрирования солей и их содержание (кг/м³)

Компоненты	LiCl	NaCl+KCl	MgCl ₂	CaCl ₂	SrCl ₂	Br	I
Исходная вода	0,04	21,6	0,12	2,05	0,092	0,018	0,007
Рассол	0,328	177,82	0,98	16,81	1,14	0,14	0,05

Применение данной технологии имеет ключевое значение для экономики будущего проекта в Республики Коми по следующим причинам:

1. Позволит нивелировать качество исходного гидроминерального сырья различных месторождений и скважин по содержанию и соотношению лития, брома и йода и направлять на промышленную переработку только рассолы с высоким содержанием полезных компонентов.

2. Вовлечь в переработку не только пластовые воды и рассолы нефтяных месторождений, но и весьма значительные ресурсы минеральных вод, которые ранее даже не рассматривались в качестве сырья для извлечения лития или йода. Это увеличит ресурсную базу по литию и йоду в Республике Коми минимально в 70–1000 раз.

3. Резко сократить или оптимизировать транспортные издержки по доставке концентратов продуктивных рассолов с промыслов и скважин на предприятия по комплексной переработке рассолов.

4. Обеспечить накопление и хранение качественного гидроминерального сырья на всех этапах его добычи, транспортировки и переработки с использованием резервуаров из стеклопластика производства ПО «Авангард» Роскосмос.

5. Увеличить производственную мощность головного предприятия по литию, бром и йоду минимально в 5–80 раз при одинаковых затратах на его строительство.

5. Сформировать экстерриториальную конфигурацию всего Проекта, разместив производственные модули электролиза подземных вод, пластовых нефтяных вод на территории их до-

бычи, с транспортировкой полученного качественного рассола на головное предприятие с большой производственной мощностью.

7. Производственные модули электролиза характеризуются относительно низкой стоимостью, простотой ведения технологического процесса, короткими сроками строительства и пуска в постоянную эксплуатацию. Используется отечественное и импортное серийное оборудование, доступные и простые химические реагенты.

Все виды гидроминерального сырья ранжируются на три технологические группы:

1. Рассолы с промышленным уровнем лития, йода и брома не требующиеся концентрирования. Содержание минеральных солей в рассолах 150–400 кг на кубометр, содержание лития 150–400 г, йода более 35 г. Выделяется особый высокотехнологичный тип вод (А) с коэффициентом R менее 15, которые направляется на установку упаривания, минуя стадию сорбции лития.

2. Пластовые воды и низко концентрированные рассолы, требующиеся концентрирования электролизом с коэффициентом концентрирования 5–15.

Содержание минеральных солей в пластовых водах и рассолах низкой концентрации от 10–20 кг до 150–200 кг на кубометр, содержание лития 10–20 г, йода 5 грамм, бром не нормируется. Получаемые рассолы должны иметь содержание лития от 200 до 1200 г на кубометр, йода 35 г и более, бром не нормируется. Выделяется особая высокотехнологичная подгруппа пластовых вод (Б) и низко концентрированных рассолов, при электролизе которых получают рассолы с

коэффициентом R менее 15, которые направляются на установку упаривания, минуя стадию сорбции лития.

3. Подземные воды, требующиеся концентрирования электролизом с коэффициентом концентрирования 15–200. Содержание минеральных солей в водах до 10–20 кг/м³, содержание лития 5–10 г и более, йода 3–5 г, бром не нормируется. Получаемые рассолы должны иметь содержание лития от 200 до 600 г/м³, йода 10–35 г и более, бром не нормируется. Выделяется особая высокотехнологичная подгруппа подземных вод (В), при электролизе которых получают рассолы с коэффициентом R менее 15, которые направляются на установку упаривания, минуя стадию сорбции лития.

II. Технология сорбции лития методом ионтеркаляции на сорбент СГАЛ – LiCl из рассолов природных и рассолов полученных на установках электролиза.

При использовании данной технологии возможна селективная сорбция хлорида лития из рассолов различного химического состава с коэффициентом извлечения 94–95% с получением десорбата с коэффициентом R менее 15. Отработанный рассол направляется в цех извлечения йода и брома. Средний химический состав полученного десорбата (г/л):

LiCl – 5.4; NaCl – 6.74; CaCl₂ – 0.64; MgCl₂ – 0.04. $R = 0.14$.

Полученный десорбат поступает на стадию упаривания с получением попутно из каждого кубометра десорбата путем высадки от 350 до 400 кг поваренной соли. Техническая поваренная соль выводится из процесса и идет на укрепление тяжелых буровых растворов до плотности 1,22–1,28 кг/л. Упаренный раствор поступает на стадию очистки от вредных примесей кальция и магния с помощью 50% оборотного раствора карбоната лития с одновременным повышением в технологическом растворе содержания лития (табл. 2).

Таблица. 2. Примерный состав упаренного рассола и результат очистки (г/л)

Компоненты	LiCl	CaCl ₂	MgCl ₂	NaCl	SO ₄
Упаренный р-р	321,2	34,7	2,40	2,8	0,54
Очищенный р-р	347	0,42	0,27	2,8	0,14

Очищенный литиевый раствор направляют на производство основной литиевой продукции (хлорид лития, гидрооксид лития, бромид лития). Для получения оборотного и товарного карбоната лития часть очищенного раствора разбавляют дистиллированной водой до содержания хлорида лития 100 г/л. Необходимо отметить, что со стадии получения десорбата весь литий извлекается в товарные продукты. Полученная попутно соляная кислота направляется в технологический цикл для подкисления исходных рассолов.

Технология получения йода и брома из рассолов после селективной сорбции лития на сорбенте СГАЛ-LiCl. Данная технология была разработана специалистами НПО «Йодобром», Крым и является достаточно опробованной в промышленности. Нюансы связаны с качеством и техническими характеристиками используемого оборудования. Необходимо отметить высокое природное содержание йода в ряде регионов Республики Коми и возможность получения его в значительных объемах. Минимально бортовое содержание йода в рассолах от 10 до 300 г/м³, брома от 200 до 800 г/м³ и более. Используют двухстадийную схему воздушной десорбции с получением на первой стадии **I**, на второй **Br**.

Окисление йода ведут раствором гипохлорита натрия, который получают на месте электролизом раствора технической соли. (Техническая соль со стадии упаривания десорбата лития).

Окисленный йод десорбируют воздухом и улавливают концентрированным раствором NaOH. Далее раствор йодида натрия обрабатывают соляной кислотой и отделяют йод-пасту на фильтр-прессе.

Рассол после десорбции йода повторно обрабатывают гипохлоритом натрия для перевода брома в элементарную форму и отдувают воздухом. Элементарный бром полностью улавливают раствором концентрированной щелочи и далее с помощью соляной кислоты переводят в технический концентрат. После очистки от хлоридов химическим способом получают товарный бром и продукцию на его основе.

Все отработанные рассолы, сорбенты и полупродукты с цеха воздушной десорбции йода и брома обеззараживают аммиачной водой и используют для изготовления буровых растворов с плотностью 1,2 кг/м³. Коэффициент извлечения йода и брома по данной технологии не превышает 70–80%, но она характеризуется относительно низкой себестоимостью. Связано это с высокой единичной мощностью используемого оборудования, дешевизной химических реагентов и простотой технологических режимов.

Текущее состояние мирового и российского рынка и мировые цены на продукцию. Литий. Согласно информации геологической службы США производство лития (по металлу) в

Мире осуществляли следующие одиннадцать стран (табл. 3).

Россия до 1998 г. была крупным мировым продуцентом первичного лития из минеральных концентратов (сподумена и литиевых слюд) и выпала из мирового рынка по причине высокой себестоимости производства и технологической отсталости. На рынке минерального литиевого сырья еще остался ряд стран (Зимбабве, Бразилия, Португалия, Канада и Австралия) которые или

располагают уникальными месторождениями пегматитового типа или получают поддержку государства. Все пять крупнейших продуцентов лития перерабатывают рапу эвапоритовых озер или подземных рассолов с исходным содержанием лития в них порядка 200 г/м³ и используют для концентрирования лития традиционную галлургическую схему. Первичного лития в мире не хватает и ожидается рост его производства к 2025 г. до 100 тыс. т/год.

Таблица 3. Объем производства лития (т) в Мире за четыре экспертных года

№ п/п	Страна	1998	2005	2012	2013
1.	Чили	4 700	10 600	13 200	13 500
2.	Австралия	2 100	6 260	12 800	13 000
3.	Китай	3 000	3 290	4 500	4 000
4.	Аргентина	1 130	3 170	2 700	3 000
5.	Зимбабве	1 000	500	1 060	1 100
6.	США	–	–	–	1100–1200
7.	Португалия	160	700	560	570
8.	Бразилия	32	160	150	150
9.	Канада	700	690	н/д	н/д
10.	Россия	2 000	–	23*	41*
11.	Намибия	28	–	10	14
	Всего	14 850	25 370	35 000	36 525

Примечание: * Экспертная оценка, в основном из вторичного сырья в г. Новосибирске.

Перед Россией стоит задача вернуться в число пяти крупнейших продуцентов первичного лития с объемом годового производства минимально 4 000 т/год. Уровень годового производства лития в 300–400 т/год достаточен, для позиционирования будущего предприятия в Республике Коми в качестве крупнейшего в России, СНГ и Европе. Для покрытия потребностей внутреннего рынка России объем производства должен составлять минимально 800–1 500 т/год. В 2013 г. Россия официально импортировала из Чили 782 т лития по металлу в форме первичного карбоната лития на сумму 44 млн. \$ США и отвалного лития-7 из США в объеме не менее 120 т по металлу на сумму до 10 млн. \$ США. Цены мирового рынка текущие находятся в диапазоне 50–70 \$ США за 1 кг лития металла в форме карбоната и имеют устойчивую тенденцию к росту. Российский рынок первичного лития высоколиквиден и имеет достаточно высокий потенциал роста до 3–

5 тыс. т/год по металлу. Российский рынок лития характеризуется и отсутствием конкурентов. Россия располагает также хорошей высоко технологичной и высоко рентабельной промышленной базой по производству литиевой продукции и изделий с высокой добавленной стоимостью.

При реализации в Республике Коми титанового проекта [5, 6, 10] с получением пористого рутила потребление лития может возрасти минимально на 300–1000 т/год, с получением синергии при организации собственного производства литий титановых батарей нового поколения. *Это уже сейчас позволяет выделить предлагаемое направление развития экономики Республики Коми в приоритетное.*

Йод. Согласно информации геологической службы США производство йода в Мире осуществляли порядка 9 стран, его объемы приведены за три-четыре года в таблице 4.

Таблица 4. Объем производства йода в мире за четыре экспертных года (т)

№ п/п	Страна	1998	2005	2012	2013
1.	Чили	12 618	16 000	17 500	18 000
2.	Япония	6 000	9 300	9 300	9 400
3.	США	1 430	1 570	н/д	н/д
4.	Китай	560	580	н/д	н/д
5.	Туркменистан	250	300	480	480
6.	Азербайджан	300	300	350	350
7.	Россия	300	300	170	120
8.	Индонезия	70	75	75	75
9.	Узбекистан	2	2	2	2
	Всего Мир	21 530	28 427	27 877	28 427

Анализ данной таблицы показывает, что любой новый российский производитель йода с объемом годового производства в 300 т является крупнейшим российским продуцентом йода на территории России, 500 т на территории СНГ, а уровень производства в 2000 т и более выводит его на третье-пятое место в Мире. Явно ненормально положение, когда одна страна Чили контролирует 60% мирового производства, а вторая страна Япония еще 30%. Потребление йода в России уже в 2012 г. превысило 4 500 тонн и достигло 120 млн. \$ США. Основной потребитель йода в России весьма платежеспособен и готов полностью финансировать строительство йодо-бромных заводов в Республики Коми на любую мощность и полностью забирать все ресурсы производимого йода и брома на собственные нужды. Основной объем импорта приходится на Чили и

Туркменистан. Азербайджан ориентируется на рынок США и Европы, и фактически вышел с российского рынка. Российский рынок йода крайне ликвиден при полном отсутствии конкурентов, экономически привлекателен, на него приходится более 20% мирового потребления. Текущая мировая цена на йод составляет 23–24 \$ США за 1 кг и периодически повышается до 28–35 \$ США. Йод кристаллический самый дорогой и востребованный в Мире и России галоген.

Бром. Согласно информации Геологической службы США производство брома в Мире осуществляли следующие страны и в таблице 5 приведены объемы (т) за несколько лет. Крупнейшими потенциальными ресурсами брома в эвапоритовых озерах располагают Россия, Китай и Казахстан, в подземных рассолах Россия.

Таблица 5. Объем производства брома в Мире за четыре экспертных года (т)

№ п/п	Страна	1995	2000	2012	2013
1.	Йордания	–	–	200 000	250 000
2.	Израиль	135 000	185 000	174 000	180 000
3.	США	211 000	229 000	н/д	н/д
4.	Китай	19 000	45 000	100 000	100 000
5.	Япония	15 000	20 000	20 000	20 000
6.	Англия	28 000	30 000	н/д	н/д
7.	Украина (Крым)	4 000	3 000	4 100	4 100
8.	Туркменистан	8 000	2 000	150	480
9.	Азербайджан	3 000	2 000	3 500	3 500
10.	Франция	2 500	2 000	н/д	1 600
11.	Германия	н/д	н/д	1 500	1 600
12.	Индия	1 400	1 500	1 500	1 500
13.	Италия	300	300	н/д	н/д
14.	Испания	200	100	н/д	н/д
15.	Россия	(2 100)	(1 300)	(900)	(700)
	Всего Весь Мир	429 500	521 200	505 650*	563 480*

Примечание: Реальное производство брома в Мире в 2012 году по экспертной оценке составляло 730–740 тыс. т, а в 2013 г. достигло 800 тыс. т/год. Пять стран Йордания, Израиль, США, Китай и Япония произвели 90% первичного брома, при этом в четырех странах годовое производство превышало 100 тыс. т.

Для получения статуса крупного национального производителя необходимо производить 5 тыс. т брома в год, на территории СНГ 15 тыс. т, войти в пятерку мировых продуцентов 100 тыс. т брома. Российский рынок оценивается в 45 тыс. т брома, (70 млн. \$ США) и даже с вхождением Крыма в состав России полностью зависит от импорта из Израиля и Иордании. Рынок России свободен при отсутствии внутренних конкурентов. Цены мировые на бром в последние годы достаточно стабильны и находятся на уровне 800–950 \$ США за тонну, в России они удерживают планку 1 400 \$ США за тонну и выше.

Предварительная оценка качества и технологичности гидроминерального сырья Республики Коми. Имеющаяся первичная информация [4, 8, 9] абсолютно недостаточна для подготовки стадии расчета обоснования по строительству промышленного производства, а позволяет только обосновать создание пилотного цеха мощностью по литию 100 т/год. Предварительный анализ показал, что не полное владение специалистами технологического подхода к оценке минерально-сырьевого потенциала гидроминерального сырья в РК, исключило из подробного изучения крупнейшие ресурсы высокотехнологичных вод и рассолов, требующих постановки на Государственный Баланс с целью промышленной отработки. Особенно это касается водных горизонтов в диапазоне глубин 100–1500 м. Эффективно было бы изучать бассейны и запасы подземных вод и рассолов, а не осуществлять точечные анализы с пробирками воды от редких скважин, пробуренных на нефть и газ. Значительный объем научной информации по химическому составу вод и рассолов избыточен, не нужна и столь высокая точность химических анализов на множество компонентов.

Необходимо дополнительно собрать важную для оценки ресурсов, потенциала и технологии информацию по следующим параметрам скважин и водоносным горизонтам:

1. Дебет скважин в м³/сут.
2. Основные параметры на каждый водоносный горизонт (температура воды, pH, суточный дебет на скважину, эксплуатационные ресурсы подземных вод и рассолов с привязкой к горизонтам, а также сведения о коллекторских свойствах пород).
3. Химический состав вод и рассолов должен содержать следующие данные: а) общая минерализация кг/м³; б) содержание минеральных солей; в) содержание главных для производства элементов Li, I и Br, г) сумма Na+K, Mg, Ca, Sr; д) содержание ионов хлорида, сульфата, карбоната и бикарбоната.

4. Технологические параметры вод и рассолов:

- это технологический коэффициент R (соотношение суммы хлоридов кальция и натрия к хлориду лития);
- коэффициент концентрирования для стадии электродиализа до содержания минеральных солей минимально 200 кг/м³;
- расчетное содержание лития и йода в концентрате электродиализа.

Для начала работы предприятия предлагается следующая структура пилотного цеха:

1. Два отдельных мобильных модуля электродиализа производительностью каждый 350–600 м³ пластовых вод и подземных вод в сутки.
2. Резервуарные накопители рассолов с содержанием лития более 100 г/м³ и йода более 35 г/м³ (для семи экспериментальных скважинах – возможно более).
3. Опытная установка по интеркаляции лития из природных и концентрированных рассолов суточной производительностью по литию 300 кг, упариванием десорбата и с линией переработки в товарный хлорид лития и оборотный карбонат лития.
4. Цех воздушной десорбции отработанных рассолов с годовым объемом производства йода в виде йод-пасты мощностью 50 т/год, брома от 80 до 250 т/год.
5. Установка для получения товарного бурового рассола плотностью 1.2 кг/л для обратной закачки отработанных вод в глубокие пласты.

Выводы и предложения. В настоящее время Россия удовлетворяет потребности национальной экономики (в планируемой к добыче продукции) получаемой по импорту:

- по литию полностью – порядка 910 т в год по металлу (Чили 82% карбонат лития, США 18% – отвалный литий-7).
- по йоду на 98%, порядка 4 500–5 000 т в год (Чили – более 90%, Туркмени и Азербайджан около 500 т).
- по бром на 90% (с учетом присоединения к России Крыма который имеет объем производства 4 100 т/год) – порядка 40 000 т/год (Израиль и Иордания – 100%).

Все планируемые к производству в рамках данного Проекта стратегические элементы **Li, I, Br** на начальной стадии могут поступать на внутренний рынок для замещения импорта. Рынок России высоколиквиден, платежеспособен и имеет существенный потенциал роста по каждой товарной позиции. Задачи и потенциальные объемы производства в рамках проекта весьма различаются по каждой товарной позиции:

1. По литию – возврат в число крупнейших мировых продуцентов первичного лития с минимальным объемом производства 4 000 т/год. Конечные объемы производства лития в РК определяются только ресурсной базой гидроминерального сырья, а не экономикой производства;

2. По йоду – создание впервые на территории России крупного производства первичного йода с объемами годового производства от 1 до 15 тыс. т/год. Конечные объемы производства йода первичного в Республике Коми определяются только ресурсной базой гидроминерального сырья и в малой степени экономикой производства;

3. Бром в России является типичным попутным элементом, объемы производства которого, не определяют значимость и экономику Проекта. Конечные объемы производства брома в Республике Коми определяются только объемами переработки гидроминерального сырья, при уровне производства до 40 тыс. т/год он весь может поступать на внутренний рынок. Крупные мирового значения производства брома в России необходимо создавать на минеральной базе крупнейших соляных озер Южного Поволжья, в первую очередь озера Эльтон, которые позволяют производить до 300 тыс. т товарного брома в год и более.

Список литературы

1. Бондаренко С.С. Лубенский Л.А., Куликов Г.В. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод. М.: Недра, 1988. – 203 с.

2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1.01.2009 г. Вып. 93. Бром. М., 2009.

3. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1.01.2009 г. Вып. 94. Йод. М., 2009.

4. Дедеев В.А. Зытнер Ю.И., Оберман Н.Г. и др. Подземные воды Европейского северо-востока СССР. Сыктывкар: Коми научный центр УрО АН СССР, 1989. – 160 с.

5. Лопатко С.В., Макеев А.Б. Нефтяные воды – источник стратегических видов сырья лития, йода и брома // Месторождения стратегических металлов: закономерности размещения, источники вещества, условия и механизмы образования. Всероссийская конференция, посвященная 85-летию ИГЕМ РАН. Москва, Материалы докладов. М.: ИГЕМ РАН, 2015. – С. 287–288.

6. Макеев А.Б., Дудар В.А., Самарова Г.С., Быховский Л.З., Тигунов Л.П. Пижемское титановое месторождение (Республика Коми) аспекты геологического строения и освоения // Рудник будущего. – 2012. – № 1(9). – С. 16–24.

7. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод / Под ред. С.С.Бондаренко, Г.С.Вартаняна. М.: Недра, 1986. – 479 с.

8. Митюшова Т.П. Применение факторного анализа при изучении подземных промышленных йодобромных вод Тимано-Североуральского региона // Вода: Химия и экология. – 2013. – № 9. – С. 78–86.

9. Попов В.Н. Гидрогеохимические закономерности распространения и перспективы использования промышленных вод Тимано-Печорской провинции. Автореф. дис... канд. геол.-минералог. наук. Л., 1979. – 20 с.

10. Ткачук А.Н., Новиков А.А., Трофимов Е.Н., Дудар В.А., Макеев А.Б. Проект строительства вертикально-интегрированного горно-металлургического комплекса в Республике Коми на базе Пижемского месторождения титана // Горный журнал. – 2013. – № 9. – С. 67–70.

11. <http://www.b2b-project.ru/profile/307536>

Лопатко Сергей Владимирович¹, Макеев Александр Борисович²,

ПЕРСПЕКТИВЫ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ТИТАНОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

¹Технолог ЗАО «Руститан»

²Профессор, доктор геолого-минералогических наук, ВНС института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии И Геохимии РАН, Москва

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор российских титановых месторождений разного генезиса: коренных титаномagnetитовых, россыпных ильменит-рутиловых, мировой ресурсной базы титана и объем товарного производства. Предложен выход из неприятной зависимости от импорта титанового сырья путем вовлечения в отработку современного аллювия крупных рек.

ABSTRACT

The article provides an overview of Russian titanium deposits of various origins, such as primary titanomagnetite and ilmenite-rutile placer, a review of titanium global resource base and the volume of commodity production. There is being offered the solution to unpleasant dependence on imports of titanium raw materials by including the extraction from quaternary alluvium of big rivers.

Ключевые слова: ильменит, рутил, титаномагнетит, лейкоксен, циркон, титановые белила, титановая губка, коренные и россыпные месторождения.

Keywords: ilmenite, rutile, titanomagnetite, leucoxene, zircon, titanium dioxide, titanium sponge, primary and placer deposits.

Все месторождения титана России объединяются в две группы – коренные магматогенные месторождения с титаномагнетитовыми рудами и месторождения россыпного генезиса, ильменит-рутиловые с попутным цирконом, золотом и другими полезными минералами. Особняком стоят два крупных метаморфогенных месторождения Ярегское и Пижемское с нестандартными лейкоксеновыми рудами (и недостаточно разработанной технологией переработки руд), но с крупными запасами и ресурсами, превышающими половину всего баланса России [8]. На Госбалансе России стоят утвержденные запасы титановых руд более 25 месторождений всех генетических типов, выданы 20 долгосрочных сквозных лицензий на поиски, разведку и добычу титановых руд. И, тем не менее, в настоящее время Россия полностью зависит от импорта этого вида сырья. Задачей геологов, технологов, промышленников, инвесторов является вывод Отечества из этой неприятной ситуации, переломить тенденцию и вывести Россию в лидеры производителей титановой промышленной продукции, так как производство титановой продукции на душу населения является одним из ярких показателей промышленной развитости стран.

Мировая ресурсная база титана и объем товарного производства. Ниже представлен обзор

состояния ресурсной базы титановой отрасли (2013–2014 гг.) по материалам геологической службы США. Он касается производства концентратов титановых минералов и их переработки (табл. 1–4). Но здесь как всегда остается несколько спорных или политических вопросов. Прежде всего, Геологическая служба США пока не включила в перечень стран поставщиков Сенегал и Кению. Они начали в конце 2013 г. производство и экспорт концентратов ильменита и рутила, и объемы их производства значительны. Как правило, американцы включают их на следующий год, поэтому данные по 2014 г. реального производства в мире ильменита должно возрасти на 460 тыс. т, а рутила на 60 тыс.т.

США в своей статистике не замечают производство титанового сырья в России. В России есть титан в лопаритовых концентратах, он активный по статистике 2014 г. его набралось 5100 т, и первичный ильменит Олекминского ГОКа (131 тыс. т с содержанием TiO_2 – 39,7%, в пересчете на стандартный 54% это 97 тыс. т. Собственное производство концентратов рутила в России всего 81 тонна, это ничтожное количество.

Традиционно США не показывает импорт из России конструкционного титана 22 670 т, и не афишируют свои поставки губчатого титана в Россию (реэкспорт). Также как обычно у них свои политические толкования по поводу принадлежности Крыма, поэтому российское производство 105 тыс.т диоксида титана они числят за Украиной. Приходится делать четкий вывод о том, что в России, по-прежнему, нет собственной устойчивой сырьевой базы минерального сырья титана и циркона.

Таблица 1.

Мировое производство товарных концентратов минералов титана

№ п/п	Страны	Продукция, тыс. т		Резервы
	Ильменит	2013	2014	млн. т
1	США	200	100	2,0
2	Австралия	960	1 100	170
3	Бразилия	100	70	43
4	Канада	770	900	31
5	Китай	1 020	1 000	200
6	Индия	340	340	85
7	Мадагаскар	264	340	40
8	Мозамбик	430	500	14
9	Норвегия	498	400	37
10	Южная Африка	1 190	1 100	63
11	Шри Ланка	32	32	
12	Украина	150	210	5,9
13	Вьетнам	720	500	1,6
14	Другие Страны	60	90	26,0

№ п/п	Страны	Продукция, тыс. т		Резервы
	Ильменит	2013	2014	млн. т
	Весь Мир	6 730	6 680	720
	Рутил			
1	США	н.д.	н.д.	н.д.
2	Австралия	423	480	28,0
3	Индия	24	26	7,4
4	Мадагаскар	8	7	
5	Мозамбик	14	14	н.д.
6	Сьерра Леоне	81	120	н.д.
7	Южная Африка	59	65	8,3
8	Украина	50	50	2,5
9	Другие страны	8	8	0,4
10	Весь Мир	667	770	47,0

Ильменит по данным Геологической службы США занимает 92% в сумме добываемых титановых минералов и его добыча в последние два года стабилизировалась на уровне примерно 6,75 млн. т. В 2014 г. отмечен резкий рост мирового производства рутила на 100 тыс. т. Этот рост обеспечен Австралией и Сьерра Леоне, обе страны дают теперь более 82% мирового объема производства рутила. Австралия доминирует на рынке производства и природного и искусственного рутила с суммарным объемом производства и экспорта в 910 тыс. т в 2014 г.

В 2014 г. в феврале заработал проект в Кении «Квале», годовая производственная мощность концентратов ильменита 360 тыс. т, рутила – 80 тыс. т, обеспеченность разведанными запасами на 13 лет.

Запущен в марте 2014 г. в Сенегале проект «Гранде Коте» по производству 575 тыс. т концентрата ильменита в год. Разведанных запасов должно хватить на 20 лет. Уже в августе 2014 года компанией «АВИСМА» закуплено первые 75 тыс. т сенегальского ильменита и начата его переработка в России. На 2015 г. объем закупок концентратов ильменита в Сенегале Россией увеличен до 255 тыс. т и он стал поступать и в Госрезерв.

Заслуживает пристального интереса и пуск проекта «Тормин» в Южной Африке с участием российского бизнесмена В. Вексельберга. (30%). Он имеет годовое производство смешанного концентрата с содержанием циркона 81% и рутила 11,6%, остальное ставролит. Годовая мощность производства концентратов 48 тыс. т. из этого объема порядка 15 тыс. т закупается Россией и направляется в г.Чепецк «ЧМЗ». Этот проект – сильнейший конкурент Лукояновского и Туганского месторождений.

Небольшие мощности по производству ильменита вводились в Бразилии, Мадагаскаре, Мозамбике, Танзании и Шри Ланке. На территории США в штате Джорджия вошел в финальную стадию проект по производству 100 тыс. т концентратов ильменита в год. Это позволит стране стабилизировать собственное производство концентратов ильменита на уровне 200 тыс. т в год. В настоящее время вся добыча США сосредоточена в двух штатах Флорида и Вирджиния. Весь рынок титановых минералов США это всего 835 млн. \$ США. 95% всех концентратов титана идет на производство пигментного диоксида титана. Оставшиеся 5% на карбид титана, химикаты и металл.

Таблица 2.
Производство титановой отрасли в США (тыс. т)

Позиция / годы	2010	2011	2012	2013	2014
Собственное производство	200	300	300	200	100
Импорт	1 040	1 010	1 110	1 190	1 050
Экспорт	11	16	24	7	2
Потребление	1 230	1 300	1 390	1 390	1 150
Цены на основное титановое сырье в США, \$/т					
Ильменит 54% FOB Австралия	75	195	300	265	165
Рутит 95% FOB Австралия	760	1 350	2 200	1 250	975
Шлак титановый 80–95%, Канада	431–451	963–989	699–839	538–777	699–774
Доля импорта в стране, %	65	77	78	86	91

Россия приступила к крупным закупкам титанового и циркон-рутилового концентратов с двух новых проектов введенных в эксплуатацию в 2014 г. в Сенегале и Южной Африке и снизила свою зависимость от поставок с Украины и Австралии до приемлемого уровня. Кардинально изменить ситуацию с обеспеченности России титаном могут только проекты в Северной Корее и Иране связанные с разработкой месторождений нового геолого-технологического типа магматогенных руд титаномагнетит-рутил-ильменитовый с аномально высоким содержанием рутила и

крупнокристаллического ильменита. Новое производство диоксида титана рутильного типа хлоридным способом на мощность 100 тыс. т в год пущено в 2014 г. в Китае, и еще одно аналогичное планируется запустить в начале 2015 г. Мексика планирует запустить новый крупный завод мощностью 200 тыс. т по хлорному методу уже в 2016 г. Японский производитель титана планирует пустить в 2017 году новый завод мощностью 16 700 т губчатого титана в 2017 г. в Саудовской Аравии город Янбу.

Таблица 3
Мировое производство губчатого титана, металлического титана и пигментного диоксида титана (тонн)

Страны	Губчатый титан		Титан металл	Пигмент TiO ₂
	2013	2014	2014	2014
США			24 000	1 470 000
Австралия				280 000
Бельгия				74 000
Канада				100 000
Китай	105 000	110 000	114 000	2 000 000
Финляндия				130 000
Франция				125 000
Германия				440 000
Италия				80 000
Япония	42 000	25 000	57 000	310 000
Казахстан	12 000	9 000	27 000*	1 000
Мексика				130 000
Россия	44 000	42 000	46 500	20 000
РФ с Крымом				(125 000)
Испания	6 300	6 000	10 000	80 000
Украина				120 000
Без Крыма				15 000
Другие страны				300 000
Мировое производство	209 000	192 000	279 000	6 560 000

Примечание. Под производством в Казахстане следует понимать прокат металлического титана в Южной Корее из слитков, отлитых в Казахстане

Мировое лидерство Китая во всех сегментах мирового рынка титановой продукции будет только расти и может превысить 50% от общего объема. Именно Китай обеспечивает основной рост объемов мирового производства титановой отрасли.

Предприятия по производству губчатого титана в США расположены в штатах Невада и

Юта и находятся в консервации. Производством проката из титана и сплавов титана занимаются 10 предприятий в 8 штатах. В 2014 г. 75% изделий из металлического титана потребляла аэрокосмическая отрасль. Исходная цена губчатого титана в США 11,2 \$ США за 1 кг, объем рынка всего 280 млн. \$ США.

Таблица 4.

Производство титановой губки и пигментного оксида титана (т) в США

Титановая губка (т)	2010	2011	2012	2013	2014
Импорт	20 500	33 800	33 600	19 900	15 300
Экспорт	293	256	1 420*	1 860*	2 490*
Цена \$ за 1 кг	9,62	10,25	11,78	11,57	11,2
Диоксид титана (т)	2010	2011	2012	2013	2014
Производство	1 320 000	1 290 000	1 140 000	1 280 000	1 310 000
Импорт	204 000	200 000	203 000	213 000	235 000
Экспорт	758 000	789 000	624 000	670 000	685 000
Потребление	767 000	706 000	722 000	826 000	860 000
Цены внутренние \$/кг	1,94	2,68	2,68	2,36	2,37

Примечание. Поставки титановой губки на собственное производство в США в 2010–2014 гг. не производились. *Основные экспортные поставки губчатого титана из США, направляются в Россию, а последние три года – 100%. Титанового пигмента произведено на 4 400 млн. \$ США.

Структура потребления: 64% – краски, лаки и пигменты, 22% добавки в пластмассу и композиты, 11 % бумага, 3% – остальное.

Рецикл металлического титана достигает 50 000 т в год, из них черная металлургия забирает 11 тыс. т, на суперсплавы и нержавеющей сталь 1 100 т, остальная металлургия 1000 т. То есть порядка 36 800 т вторичного титана было переработано на изделия и прокат титана.

Текущее состояние дел в титановой отрасли России на I квартал 2015 г. Правительство РФ в начале 2015 года обнулило импортные пошлины на отходы и лом титана всех марок. Основанием для такого решения называется необходимость диверсифицировать доступ к источникам титанового сырья для титановой промышленности РФ в период ограничения поставок из традиционных источников поступления минерального сырья (из Украины, Австралии и Канады) и низких темпах разработки собственной сырьевой базы титанового сырья. Это вынужденное половинчатое решение и оно не решает всех проблем титановой отрасли. Необходимо отметить, что импорт отходов и лома титана в Россию из Европы полностью прекращен к июню 2014 г., и не компенсирован четырехкратным ростом поставок из США в четвертом квартале 2014 г. (импортировано из США 1 422 т).

Увеличились резко внутренние цены на лом титана в России до 18–23 \$ США за 1 кг, при ценах на рынке США на эту позицию не более 9,4 \$ США за 1 кг (снижение на 14%). Дефицит вторичного титанового сырья уже привел к резкому падению производства ферротитана в России (с 22 120 т в 2010 г. до 1 650 т в 2014 г.) и к росту импорта ферротитана с 28 т до 6 200 т/год. (Из Казахстана, Украины и США). Дефицит слитка титановых сплавов на внутреннем рынке вызвал экспотенциальный рост его импорта из Казахстана, Украины и Японии который уже превысил 11 тыс. т/год на сумму 490 млн. \$ США.

Загрузка девяти российских предприятий по производству ферротитана снизилась в первом квартале 2015 г. до 7%, мощностей по переплаву титановых ломов и губчатого титана на 11 предприятиях и цехах титановой промышленности до 4%. Правительство России отложило решение вопроса об обнулении пошлин на импорт концентратов ильменита и рутила на май 2015 г. до понимания источников и объемов его импорта из дружественных стран (Вьетнама, Ирана, Китая) на 2015 г. и завершении процедуры перехода в собственность России «Крымского Титана».

Из четырех крупнейших предприятий потребителей титанового сырья в России только АВИСМА располагает складскими запасами обеспечивающие возможность функционирования в течение года и заключила договора на поставку титанового сырья на текущий год. Остальные три предприятия не имеют складских запасов и вынуждены запрашивать помощь из Госрезерва России. Годовой баланс по поставкам в России концентратов ильменита в 2015 г. стал дефицитным (минус 94 тыс. т), по рутилу остро дефицитным (минус 44 тыс. т), по титановым шлакам сверхдефицитным (минус 66 тыс. т). Ситуация на рынке вторичных отходов и ломов титана в России просто катастрофическая.

Единственное предприятие России, работающее весьма устойчиво это АВИСМА которое более 65% производимого титана экспортирует на мировой рынок, имеет устойчивое положение, как со сбытом титановой продукции, так и с поставками титанового сырья по импорту из Вьетнама, Сенегала, Сьерра-Леоне и ЮАР. Остальные участники российского рынка в полной мере попали под пресс международных санкций, испытывают дефицит поставок по импорту и уже не питают иллюзий в отношении возможности получения рутила, титановых шлаков и качественного концентрата ильменита от российских ГОКов и владельцев лицензий в ближайшие пять лет.

Появление в России «Крымского титана», а также начало строительство на полуострове нового крупного завода по производству пигментного диоксида титана мощностью 180 тыс. т/год увеличило годовые потребности России в 2014 г. (к 2019 г.) в концентратах рутила на 22 (60) тыс. т, концентратах качественного ильменита на 170 (400) тыс. т/год.

Магматогенные месторождения. Титаномагнетитовые месторождения России разведанные и поставленные на Государственный баланс существенно уступают по содержанию исходного TiO_2 основным разрабатываемым месторождениям Канады Лак Тио (35%), Мексики Кьянос (26–38%), Норвегии, Теллнесс (18%), а также КНДР (22–34%). Единственный производитель первичного концентрата ильменита в России Олекминский ГОК не имеет собственного производства титанового шлака, не в состоянии реализовать даже 180 тыс. т полученных концентратов в России, и вынужден большую их часть экспортировать в Китай. В таком же положении находится и компания из Ирана, которая предлагает свой концентрат первичного ильменита в Россию по весьма низким ценам 100 \$ США за тонну и ищет крупного покупателя.

Из руд месторождений магматогенного типа в России получают только один вид титанового сырья – концентрат первичного ильменита с содержанием TiO_2 от 37 до 48%. Основная товарная ценность российских месторождений титаномагнетита – это железо, попутный ванадий. Они являются источником только первичного концентрата ильменита для плавки на титановые шлаки. Весь диоксид титана в титаномагнетите вредная примесь и теряется при металлургическом переделе. Концентрат титаномагнетита двух типов – доменного качества с содержанием TiO_2 до 2,4%, для переработки по технологии твердотельной металлизации и свыше 2,5% TiO_2 с попутным пентаоксидом ванадия. В качестве второстепенной минеральной продукции налажено производство апатитового концентрата (Большой Сейим, Первоуральское, Волковское), медного сульфидного концентрата с попутным золотом и серебром (Волковское, Гусевогорское, Первоуральское, Волковское) иногда пиритного концентрата (Волковское, Гусевогорское). В титаномагнетитовых месторождениях России практически нет рутила и весь ильменит первичный. За рубежом известны уже 3 провинции (КНДР, Гватемала, Иран) титаномагнетитовых руд с очень высоким содержанием крупных кристаллов рутила (от первых мм до нескольких дециметров) и крупнокристаллическим ильменитом с содержанием TiO_2 60% и выше.

На базе собственных концентратов первичного ильменита зарубежных коренных месторождений организовано крупное производство титановых шлаков сульфатного типа Канада (1,2 млн. т/год), Норвегия (680 тыс. т/год), и титановых шлаков хлоридного типа Канада (600 тыс. т/год). Производство титановых шлаков осуществляется в электропечах единичной мощностью 40 Мвт с одновременным выпуском передельных титанистых чугунов. То есть первичные концентраты ильменита в мировой торговый оборот титанового сырья поступают только из России, Ирана и Мексики в объемах всего 400 тыс. т/год. Концентраты титаномагнетита или складываются или продаются в Финляндию, ЮАР и Швецию для гидрометаллургического передела на ванадий. Это позволило им не только гарантировать сбыт произведенного первичного концентрата ильменита, но и обеспечило стабильный финансовый поток компаниям.

В России нет перспективных площадей и нет тематических работ по выявлению наиболее ценных в технологическом плане месторождений с крупнокристаллическим ильменитом и рутилом. Вследствие высокого удельного веса и содержания в запасах месторождения этого типа весьма дорогого и востребованного рутила рыночная ценность этих активов в 100 и более раз превышает месторождения титаномагнетита России. Поэтому доступ к таким объектам расположенных в Гватемале (зона Кьянос), Иране (зона Фарьяб), КНДР (зона Чходжи) остается высшим приоритетом России.

Технология твердотельной металлизации титаномагнетита с углем позволила вовлекать в металлургический оборот концентраты титаномагнетита с содержанием TiO_2 более 2,4% с переводом в чугун более 50% попутного ванадия и резко повысила интерес Китая к месторождениям этого типа сырья на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири. Китай уже установил полный контроль за двумя российскими месторождениями титаномагнетита и закупает весь объем производимого концентрата титаномагнетита еще и на Куранахе и на Большом Сейиме. Не вызывает сомнений и финансовые возможности Китая в получении в ближайшие годы контроля и над стратегическим активом России в Сибири – крупнейшим Чинейским месторождением титаномагнетита с попутным ванадием и титаном.

Два крупных предприятия по металлизации титаномагнетита успешно работают в КНДР уже более 20 лет и необходимо с их технологиями детально ознакомиться, также как и с российским заводом в Черемхове. Эта технология имеет ключевое значение для отработки любого типа магмато-

генных месторождений титаномагнетита в России, имеет гигантский инвестиционный потенциал именно в России и необходима полная техническая компетентность в возможности ее промышленной реализации в стране.

Данная технология металлизации позволяет весьма высоко оценить возможность вовлечения в отработку кульсонитовых руд Среднего Урала с содержанием V_2O_5 – 7,53%. Перевод примерно 50–60% исходного ванадия в чугуны (нагетсы) резко повышает стоимость полученного прямо восстановленного железа, а шлаки с хорошим содержанием ванадия после окислительного рафинирования также являются дорогим ванадиевым сырьем. Именно компетенция по твердотельной металлизации переводит забалансовое месторождение кульсонитовых руд России в крупнейшего монопольного производителя ванадия в Мире с объемом годового производства до 250 тыс. т товарного металла в год.

Технологический уровень производства на действующих предприятиях России отрабатывающих магматогенные месторождения титаномагнетита может быть существенно повышен путем использования новых барабанных электромагнитных сепараторов производства ООО "Магнитс" ранее Луганск (сейчас Белгород). С использованием этого оборудования можно наладить рента-

бельное извлечение концентрата первичного ильменита из хвостов обогащения руд на Качканарском и Первоуральском ГОКах на Урале в объеме до 200–250 тыс. т/год, а также повысить извлечение ильменита в концентрат и на Олекминском ГОКе минимально на 100 тыс. т/год. Эти инвестиции наиболее привлекательны для российских госбанков на данный период и возможны по схеме лизинга оборудования.

Россыпные и метаморфогенные титан-цирконовые месторождения России. В этом разделе рассмотрим три наиболее перспективных месторождения титан-цирконового минерального сырья россыпного генезиса, включенные в Госбаланс России, и базовый вариант отработки ресурсов аллювиальных песков и ПГС рек Камы, Вятки, Белой, среднего течения Волги и Печоры представляют наибольший интерес, поскольку при их отработке производится сопоставимый или аналогичный спектр товарной продукции в сравнение с Пижемским лейкоксеновым метаморфогенным месторождением. Потому они являются прямыми конкурентами на рынках концентратов вторичного ильменита, рутила, лейкоксена, циркона и кварцевых песков. В таблице 5 проведено сравнение базового варианта с месторождениями россыпей Госбаланса и Пижемским метаморфогенным месторождением.

Таблица 5.
Сравнительная характеристика базового варианта с месторождениями россыпей Госбаланса и Пижемским месторождением.

Наименование показателя	Базовый вариант		Месторождения Госбаланса		Находящиеся в стадии разведки	
Месторождения	Кама	Средняя Волга	Туганское	Центральное	Буткинское	Пижемское
Площадь ресурсной базы, км ²	68 000	16 100	23,0 (360)	34,7 (164)	329	35
Потенциальные ресурсы						
Рудных песков, млн. м ³	70 000	30 000	478 (2400)	378 (1400)	23 (95)	1 700
Кварцевых песков млн. т	60 000	27000	200 (1170)	231 (750)	5 (22)	1 120
Во вскрыше карьеров	нет	нет	140 (780)	100 (530)	нет	830
Золото, т	49 000	15 000	3,5 (17)	6 (17)	2 (10)	33–45
TiO ₂ млн. т	840	450	6,4 (26)	6,36 (20)	0,18 (0,8)	60,5
Ильменит	1 120	480	9,5 (31)	9,12(33,6)	0,3(1,1)	1,51
Рутил	70–280	30–120	(1,7) (7)	1,6(5,88)	0,03 (0,11)	22,2
Лейкоксен	140	60	(+)	0,8(2,8)	нет	76,5
Циркон	350–490	150–210	5,23 (22)	1,93(7,15)	0,23(1,0)	5,1
Алюмосиликаты	280	120				
3. Прочие попутные	нет	нет	монацит	золото	нет	гематит, каолин
Каолин	нет	нет	200 (470)	нет	нет	20–50

Наименование показателя	Базовый вариант		Месторождения Госбаланса		Находящиеся в стадии разведки	
Глауконит	нет	нет	нет	160 (568)	нет	нет
фосфорит	нет	нет	нет	23,0 (78)	нет	нет
гематит	нет	нет	нет	примеси	нет	100
Транспортная доступность						
Водным транспортом	да	да	нет (90 км)	нет (190 км)	нет (300 км)	нет (200 км)
Железной дорогой, км	да	да	да	да 23 км	нет (63)	нет (60)
Автодорогой, км	да	да	да	да	есть	нет 60 км
Обеспеченность						
Инфраструктурой	Полное	Полное	да	да	Частично	Нет
Проектная мощность						
Предприятия, млн. тон	30–35	40	4,0 (2)	11,4 (20)	0,6	3,0 + 5,0 вскрыша
Опытного цеха, тысяч тонн	3 000	4 000	125	300	100	250 + 500

Продолжение таблицы 5.

Товарные позиции						
Месторождения	Кама	Средняя Волга	Туганское	Центральное	Буткинское	Пижемское
Кварцевые пески, тыс. т/год	24 000–28 000	35 000	1 860	4 860	100	1 860 + 3 000
фракция 2–5 мм	6 000 – 7 000	300	нет	нет	15–20	30–50
фракция 0,6–2 мм	8 400 – 9 800	700	нет	60	20–30	650
фракция 0,2–0,6 мм	6 000 – 7 000	24 000	1 160	3 200	35–40	960+1 500
фракция 0,075–0,2 мм	3 600 – 4 200	9 900	700	1 600	10–20	540+1 000
в том числе стекольные	2 000 – 5 000	до 10 000	980	2 000	нет	900+1 500
Золото, кг	15 000 – 17 500	16 000	нет	нет	300–600	от 100 до 500
Циркон, т	150 000 – 210 000	200 000	33 500	44 000	6 000	900
в том числе иттриевые	нет	нет	1 600	нет	20 ювел. 40 иттр.	90
Ильменит концентрат, т	450 000	600 000	71 400	240 000	9 000	54 000
Рутил	60 000 – 70 000	80 000 – 100 000	(13 300)	27 400	1 500	36 000
Лейкоксен	35 000	40 000	(+)	14 200	нет.	84 000
Прочие попутные фосфориты, тыс. т	нет	нет	нет	830	нет	нет
Глауконит, тыс. т	нет	нет	нет	4 560	нет	нет
Каолин, тыс. т	нет	нет	1 400	нет	–	300
Гематитовый шлам, тыс. т	нет	нет	нет	нет	нет	900
Размерность минеральных частиц						
Песков рудных, мм	1,7	0,5–0,6	0,35	0,32	2,5	0,8–0,5
Ильменита, мкм	140–220	110	70–84	65–70	200–600	110–160
Рутила, мкм	70–140	60–70	35–42	30–40	120–300	60–90
Лейкоксена, мкм	100	80	40–140	30	70–90	50–220
Циркона, мкм	70–120	35–50	10–30	10–25	100–300 (1000)	50–80
в т.ч. иттриевых	нет	нет	50–70	–	до 600	220–340

Анализ таблицы 5 позволяет сформировать несколько выводов, которые необходимо учитывать при планировании текущей деятельности отрасли.

Проект крупного Центрального ГОКа (ВСМПО-АВИСМА) [5, 8] имеет серьезные обременения по попутным полезным ископаемым и выходит за рамки традиционного ильменит-цирконового россыпного месторождения. Это больше напоминает агрохимический холдинг, чем горнорудное предприятие титан-цирконового типа. Годовой объем производства фосфатных и калийных удобрений составляет по действующему веществу 160–180 тыс. т P_2O_5 и 435 тыс. т K_2O , в физическом весе это более 1 200 тыс. т комплексного фосфорного удобрения и около 5 млн. т глауконита в год. Эта особенность руд Центрального месторождения может быть большой радостью для аграриев, но слишком большое отягощение для АВИСМы и основная причина невозможности реализации проекта в современных рыночных условиях. Чтобы окончательно «добить» проект технологии еще и начали искать пути извлечения там мелкого золота, которое все уносится глауконитом в шламы. Так нужно ли для АВИСМы продвигать этот проект и обеспечивать экологически чистыми удобрениями целый регион Черноземья – ответ ясен любому здравомыслящему человеку.

Более приемлемая картина по попутным полезным ископаемым на Туганском ГОКе [7, 8]. Каолин высокого качества это востребованная позиция и весьма дорогая в России, да еще и поступающая по импорту из стран Европы и Украины. Его цена в зависимости от сорта от 450 до 800 \$ США за тонну и должна рассматриваться как основная товарная позиция по стоимости и по объемам производства. Фактически строительство полноценного цеха по выпуску каолина керамического и бумажного сортов позволяет увеличить стоимость товарной продукции Туганского ГОКа на 250–900 млн. \$ США и делает этот проект уникальным для России. Но собственники этого ГОКа уже стали американцы и англичане. Как ни странно это хороший цирконовый проект с весьма приличными объемами производства, но высокая лейкоксенизация ильменита не позволила получить хорошие объемы производства титановых минералов. Основные потери титановых минералов связаны с каолиновыми шламами.

Лукояновское месторождение [6, 8] находится на юге Нижегородской области, в 180 км от Нижнего Новгорода. Титан-хром-циркониевое месторождение представлено серией крупных прибрежно-морских россыпей батского яруса средней юры. На месторождении выделено несколько разобщенных россыпей – Итмановская,

Шатковская, Казановская, Ульяновская и др. Наиболее крупная и богатая Итмановская россыпь. Она представляет собой среднее по масштабам, но богатое по содержанию циркона (более 23 кг/м³) месторождение. Кроме того, в рудных песках содержится около 7 кг/м³ рутила, 1,7 кг/м³ лейкоксена и около 90 кг/м³ ильменита с хромитом и гематитом. Содержание циркона в Итмановской россыпи наиболее высокое среди всех известных россыпей России и СНГ.

Горнотехнические условия эксплуатации рудных песков Итмановской россыпи довольно сложные. Помимо значительного коэффициента вскрыши, они характеризуются резко меняющейся в плане конфигурацией рудных тел (от 0,6 до 2,8 км по ширине). Общий водоприток на 1 пог.м будущего карьера составит 4,38 м³/сут., в том числе только за счет подземных вод 0,81 м³/сут.

Вещественный состав рудных песков Итмановской россыпи Лукояновского месторождения весьма своеобразен. Рудные пласты сложены мелко-зернистым полевошпат-кварцевым песком с прослоями глинистого материала. Количество полевого шпата достигает 15% от легкой фракции (с $d < 2,9$ г/см³), кварца – около 85%. В тяжелой фракции песков более 60% ее составляют циркон, рутил, лейкоксен, ильменит+хромит, различные алюмосиликаты (дистен, ставролит, эпидот и др.). Содержания полезных компонентов в песках составляют (%): циркона – 2–3, рутила – 0,2–0,4, ильменита – 2–3, хромита – 1,0–1,5. Своеобразие состава россыпи заключается в том, что ильменит вместе с хромитом и гематитом образуют тонко-зернистые агрегаты, разделить которые механическими методами обогащения не представляется возможным.

В результате обогащения получен высококачественный цирконовый концентрат, состоящий на 99,4% из мелкозернистого (0,01–0,1 мм) циркона при извлечении 89,9% от исходных песков. Концентрат содержит 62% диоксида циркония.

Титановые концентраты представлены двумя видами продукции – рутиловым и гематит-хромит-ильменитовым. Рутиловый концентрат сложен на 95,2% мелкозернистым рутилом, извлечение рутила от исходных песков 85,7%. Концентрат содержит 94% TiO_2 и соответствует по примесям ГОСТ 22938-78. Гематит-хромит-ильменитовый концентрат состоит на 99,8% из агрегатов этих трех минералов. Извлечение суммы этих минералов в концентрат 77,1% из исходных песков. Концентрат содержит 30–50% Fe_2O_3 , 9–10% Cr_2O_3 и 30% TiO_2 . Это нестандартный продукт, технологическими проблемами разделения

которого следует продолжить серьезно заниматься.

Пижемское лейкоксеновое месторождение [1–4] находится особняком в связи с незавершенностью геологоразведочных работ и поиском технологических решений по его комплексному освоению. Оно характеризуется стратегическим местоположением, крупнейшими запасами, имеются предпосылки производства дефицитных и востребованных видов продукции спецназначения, близостью к крупнейшим ресурсам лития в гидроминеральных водах. На данном этапе надо позиционировать его как проект регионального уровня, с возможностью решения ряда специальных задач. У него нет никаких преимуществ перед Туганским ГОКом и особенно технологическим проектом Кама-Волга, наоборот он серьезно отстает от них по времени и срокам реализации (на 5–10 лет) и требует крупных инвестиций на инфраструктурное обустройство. Значимость этого проекта можно серьезно поднять только путем организации производства лития, йода и брома [10], попутных РЗМ, алмазов и золота, стекольных песков и каолина в республике Коми в ближайшие несколько лет путем строительства установок электролиза и опытно-промышленного литейного завода в Ухте. Уникальной особенностью проекта Пижмы является структура производимого титанового минерального сырья с резким преобладанием лейкоксена и псевдорутила, в том числе пористого, требующего или дополнительных операций физико-химической доводки с целью удаления кремнезема и сидерита, или переработки в цветные оксидно-титановые пигменты термическим способом в универсальных печах типа Харпер [9].

Реализация Проекта Пижемского месторождения в России с заявленным объемом добычи и переработки титановых руд в 1–3 млн. т в год и годовым объемом производства бескремненных рутила и лейкоксена примерно 50–100 тыс. т по году является чисто российским проектом. На мировой рынок и торговлю концентратами ильменита и рутила не окажет никакого влияния. Постановка на баланс РФ ресурсов лейкоксена Пижемского месторождения найдет отражение в статистике Геологической Службы США по статье прочие ресурсы титанового сырья, а в официальной статистике только по производству рутила, при условии экспортных поставок значимых объемов пористого рутила на рынок США (2–5 тыс. т).

Проект освоения Пижемского месторождения с цехом производства цветных титановых пигментов (коричнево-желтого колора) не окажет серьезного влияния на мировой рынок производства и потребления диоксида титана рутильной

модификации, полученной традиционной промышленностью. Это самостоятельная дополнительная рыночная ниша мирового и российского рынка титановых пигментов и здесь нет серьезных конкурентов.

Современные аллювиальные пески крупных рек европейской части России. Единственный проект, который позволяет решить действительно проблему обеспечения промышленности России металлургическими концентратами титана и циркона на длительную перспективу, связан с реализацией проектов комплексной переработки аллювиальных песков и ПГС на Каме, Средней Волге, Печоре или Белой.

Наряду с уникальной степенью транспортной доступности, такое предприятие по объемам производства минеральных концентратов титана и циркона становится в ряд мировых проектов экстра-класса. Предприятие имеет минимальный годовой объем производства концентратов циркона в 150–210 тыс. т; концентратов ильменита с содержанием TiO_2 60% 450–600; концентратов рутила 60–100; концентрата лейкоксена 35–40 тыс. т/год. Нужно учитывать и возможность производство попутного золота в объемах 15–18 т/год стоимостью в текущих ценах 600–750 млн. \$ США, что резко повышает интерес любого коммерческого и государственного банка к этим проектам.

Единственный недостаток или достоинство этого проекта – большой объем добычи и переработки аллювиальных кварцевых песков и ПГС. Но уже сейчас действующие земснаряды только на Камском водохранилище и Средней Волги добывают порядка 60 млн. м³ ПГС и не менее 45 млн. м³ кварцевых песков сбрасывают обратно в воду рек. Кварцевые пески фракционированные, очищенные методом оттирки с анолитом – это дефицитная крупнотоннажная позиция в большинстве регионов бассейна р. Волги и возможно организовать их сбыт в объеме хоть 100 млн. т/год при доставке баржами по рекам. Это важнейшим проектом для развития перевозок водным транспортом в России в бассейне реки Волги.

Несомненными достоинствами данного проекта является простота технологического процесса, высокая единичная мощность оборудования классификации и оттирки, транспортировка песков влажностью 20–30% с использованием штанговых насосов по трубопроводам на любые расстояния и высоты, выделение ильменита с помощью высокопроизводительных барабанных сепараторов из узкой фракции песков до стадии гравиметрии. Направление на доводку и выделение циркона и рутила менее 15% от исходной массы. 85% затрат в проекте приходится на оборудование и несамоходные речные баржи, и только 15%

на капитальные здания и бетонированные площадки. Извлечение золота осуществляется из песков и концентратов узкой фракции методом интенсивного цианирования в трубчатом автоклаве с осаждением из продуктивных растворов и пульпы на макропористые иониты. Насыщенные иониты с золотом отправляются на аффинажные заводы и являются оборотными.

Основными преимуществами предложенного подхода к налаживанию производства титан-циркониевого сырья и попутного золота в реках Европейской части России, с высоким геохимическим фоном золота и платиноидов являются следующие аспекты: а) для добычи используются большие объемы аллювиального материала (пески, ПГС); б) применяются высокопроизводительные действующие земснаряды на основании лицензий на добычу строительных материалов и при ведении дноуглубительных работ выдаваемых местными властями. То есть, нет необходимости приобретения лицензий на добычу золота и внесения авансом гигантских платежей за запасы золота в бюджет государства.

Проект переработки аллювиальных речных песков крупных рек и водохранилищ РФ с получением товарных концентратов циркона, ильменита, рутила и извлечением попутного золота. Современный речной аллювий является основным механизмом переноса материала эрозии и абразии горных пород в природе. С момента поступления материала в водный поток начинается перемещение и абразия первичного материала. По мере удаления от места происхождения уменьшается размерность, увеличивается степень окатанности отдельных частиц, происходит разрушение сростков минералов и образование вторичных минералов, в том числе пелитовой размерности. Часть минеральных частиц крайне неустойчива в водной среде и уже на расстояние от 3 до 30 км от источника сноса не обнаруживаются в материале водных отложений. Твердые и устойчивые минералы наоборот освобождаются от вмещающих пород и концентрируются. Основным материалом речного аллювия это кварц, плотность которого 2,6 г/см³ – его содержание в речных песках, как правило, превышает 60% и достигает 95%. Поэтому всегда его гидравлическая крупность и размерность принимается за единицу. Чем плотнее и тверже минерал, тем его гидравлическая крупность размерность меньше единицы и выражается в долях от единицы. Например, коэффициент гидравлической крупности ильменита (плотность 4,2 г/см³) составляет 0,22; а циркона (плотность 5,6 г/см³) уже 0,07; золота – (19,4 г/см³) 0,0003. Эта пропорция соблюдается при достижении порога прекращения абразивного износа кварцевой частицы в водной среде, он составляет для кварца

0,17–0,19 мм. Наряду с гигантскими объемами кварцевого материала в песках, речной аллювий содержит и чрезвычайно большие объемы устойчивых тяжелых минералов, в том числе мелкого золота, ильменита, рутила, циркона и других. Причем они присутствуют в речном аллювии всегда в объемах определяющих геохимическую специализацию пород области питания водного потока и их содержания крайне редко достигают промышленных кондиций для рудных объектов. Потому обычно говорят о рассеивании полезного компонента в аллювии, а не его концентрировании.

Необходимо отметить, что речные пески и ПГС являются самостоятельными видами минерального сырья и добываются в гигантских масштабах самым дешевым способом гидравлическими земснарядами для различных целей (строительство, углубление фарватера, намыв территорий, укрепление берегов и другие). Расчетный годовой объем добычи попутного золота с песками и ПГС в России в 3–8 раз может превышать его годовой объем производства всей горной промышленностью страны. Еще большие объемы добычи могут быть характерны для попутного циркона (в 4 000–6 000 раз), ильменита и рутила (в 10 000 раз). Для начала необходимо четко ответить на ряд вопросов.

– Насколько технологически возможно извлечение золота, циркона, титановых и других тяжелых минералов из аллювиальных песков и ПГС речного генезиса?

– Возможно ли, организовать комплексную переработку аллювиальных речных песков и ПГС в объемах 3–35 млн. т в год в районе сезонной работы действующих земснарядов типа «Прага» и «Волжский»?

– Какая себестоимость комплексной переработки аллювиальных песков и ПГС речного генезиса на примере Камских водохранилищ, Средней Волги и Средней Печоры?

– Срок окупаемости проекта на 10 млн. т переработки песков и ПГС в этих регионах и требуемые единовременные капитальные вложения в создание производственных мощностей?

Учитывая, что производительность одного земснаряда «Прага» составляет по песку и ПГС на Средней Волги примерно 1200–1600 т/час, а время его работы в сезон навигации может составлять от 2000 до 3500 часов только один земснаряд может добыть 2,4–6,6 млн. т волжского песка в год. Эту горную массу надо погрузить в баржи, доставить к берегу и далее гидравлическими перегружателями они подаются на полигоны обезвоживания. Потом поставляются потребителями, как правило, в естественном состоянии.

При комплексном подходе необходимо волжские пески средней размерности 0,5–0,6 мм подвергнуть классификации на высокочастотных грохотах с полиуретановыми ситами с размером ячеек 0,18–0,22 мм с эффективностью более 85% производительностью до 700 т/час. Надрешетный продукт песок класса +0,18 -0,22 мм не содержит тяжелых минералов и золота и направляется после обезвоживания на склад и в строительство. Мелкая фракция песков подвергается тонкому грохочению на пятидечных грохотах Деррик с полиуретановыми ситами по классу 75–100 мкм производительностью 450 т/час с эффективностью 80% и выше. Надрешетный продукт фракция + 0,075–0,1 – 0,18–0,22 мм содержит ильменит и в минимальных количествах золото, циркон, рутил. Она подвергается перечистке по гравитационно-электромагнитной схеме с получением товарного концентрата ильменита и концентрата тяжелых минералов. Основная масса фракции – это чистые товарные кварцевые пески штукатурного качества. Путем оттирки с ячейкой ЭДА они могут быть доведены до качества стекловидных песков невысоких марок.

Подрешетный продукт содержит основную массу циркона, до 98 % золота и свыше 90–95% исходного рутила и подвергается наиболее сложным операциям выделения товарной продукции

со стадиями доводки и перечистки с обязательной стадией первичной оттирки от пленок и глинистого шлама. Золото выделяется из концентратов минералов узкой фракции с содержанием от 6 до 20 г/т методом интенсивного цианирования в трубчатом автоклаве на подафинажные иониты.

Таким образом, на всех стадиях классификации волжских речных песков удаляется в товарные продукты основная масса кварцевого материала, а ценные минералы титановые и цирконовые, совместно с золотом концентрируются в узких фракциях. В таблице 6 приведена схема перераспределения тяжелых минералов и золота по фракциям в предлагаемом технологическом процессе на примере волжских песков и возможные объемы годового производства товарной продукции в трех регионах Европейской части России.

Фактически технология двух стадийной классификации позволяет получать два технологических типа богатых руд:

– ильменитовые пески со средним содержанием полезного компонента 64–72 кг на тонну с фракционным составом +75 -180 (220) мкм;

– циркон-рутиловые мелкозернистые пески с попутным золотом с содержанием суммы циркона+рутила в пределах 45–66 кг/т во фракции - 75 (100) мкм.

Таблица 6.

Распределение содержаний попутных минералов и золота при классификации среднезернистых волжских песков размерностью 0,5–0,6 мм

Волжские пески		Фракции песка размерностью, мм			Коэффициент концентрирования	
		+0,18 -0,22	+0,075 -0,18	-0,075		
Объем песков	в %	100	60	25	15	1,6; 4
Кварц	в %	100	65	28	7	
Ильменит	кг/т	16–18	нет	64–72	нет	4
	в %	100	0	99,8	0	
Циркон	кг/т	5–7	0	0	33–47	6–7
	в %	100	0	0	100	
Золото	г/т	0,5	0	ед. зн.	3,5–4	6–7
	в %	100	0	0	99–100	
Рутил	кг/т	2–3	0	1	12–19	5,5–7
	в %	100	0	15	85	

Эти техногенные руды, полученные в больших объемах с минимальными затратами из обычного волжского (камского, печорского и др.) песка, как по содержанию в них ильменита, так и по содержанию в них суммы циркона и рутила, да еще с промышленным золотом существенно превосходят руды любого месторождения Госбланса России.

Возможные объемы годового производства товарных концентратов попутных титан-цирковых минералов и золота при переработке в год трех млн. т среднезернистых волжских песков приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Возможные годовые объемы производимых товарных продуктов
из трех млн. т волжских речных песков

Наименование, товарные позиции	Годовой объем производства, тыс. т	Коэффициент извлече- ния – (концентрирова- ние)	Стоимость, млн. \$
Кварцевые пески фракция +0,16 -0,22 мм	1800	0,65 (2 \$/т)	3,6
Кварцевые пески фракция +0,75 -0,18 (0,22) мм	660	0,27 (3 \$/т)	1,96
Итого кварцевых песков	2460	0,82 (2–3 \$/т)	5,56
Концентрата ильменита с содер- жанием TiO ₂ 60%	45–51	0,95 (200 \$/т)	9–10,2
Циркон керамической чистоты с содержанием ZrO ₂ 60%	12–18	0,8 (1200 \$/т)	14,4–21,6
Концентрат рутила, TiO ₂ 95%	4,8–7,2	0,8 (1 600 \$/т)	7,7–12,0
Итого попутных концентратов титана и циркона	61,8–76,2		31,1–43,8
Золото (кг) в смоле ионитов	1200 кг	0,8 (40 000 \$/т)	48,0
Всего, с учетом попутного Au			79,1–91,8

То есть стоимость попутного минерального сырья титана и циркона превышает стоимость кварцевых песков в 6–8 раз, а вместе с Au в 13–15 раз.

Анализ данных материалов позволяет сделать несколько принципиальных выводов в отношении перспектив развития минерально-сырьевой базы титана и циркона в РФ и определить место в этом вопросе аллювиальных песков и ПГС речного генезиса верховьев Камы, Белой, Вятки, Средней Волги и Печоры.

Реализация технологических проектов по комплексной переработке аллювиальных песков и ПГС в бассейнах рек Камы, Белой, Вятки, среднего течения Волги с места впадения Камы и до плотины Куйбышевской ГЭС может определять основные объемы производства концентратов ильменита, рутила, циркона в России начиная с 2018–2020 годов.

Отличительными особенностями данных производств от традиционных месторождений россыпного генезиса прибрежно-морской фации, которые включены в МСБ России по титану и циркону являются:

- гигантские объемы ресурсов аллювиальных песков и ПГС в руслах современных рек и водохранилищ (только на Камском водохранилище более 27 млрд. т);

- возможность быстрой организации добычи высокопроизводительными земснарядами любых объемов аллювиальных песков и ПГС на любом участке акватории и доставки на места переработки самым дешевым и вместительным водным транспортом при минимальных затратах;

- отсутствие в песках и ПГС таких вредных примесей как глауконит, гематит, фосфориты, каолин и бентониты, аутигенный пирит;

- более высокая размерность зерен ильменита, рутила и циркона и их четкая приуроченность к узким фракциям песка, что позволяет простой классификацией получать кондиционные руды и коллективные концентраты минералов тяжелой фракции;

- использование при классификации аллювиальных песков и ПГС грохотов чрезвычайно высокой единичной производительности и эффективности со сроком службы просеивающих сит с полиуретановым покрытием в 1 год и более. В сочетании с плунжерными насосами высокого давления и производительности это позволяет проектировать предприятия на годовую мощность переработки в 10–30 млн. т / год;

- вся кварцевая часть аллювиальных песков и ПГС крупнее 100–75 мкм выделяется в товарную продукцию высокого качества, востребована и может быть доставлена потребителям самым дешевым видом транспорта водным в период навигации как в г. Москву, так в другие города акватории или реализована в регионе;

- резко повышает экономику данных проектов возможность получения попутного золота и платиноидов, рыночная стоимость которых превышает во много раз рыночную стоимость титан-цирконовых минералов. Ликвидность этих позиций даже не обсуждается;

- особо следует отметить экологические и юридические аспекты вопроса. По простоте юридического и правового сопровождения проектов у него нет равных в современном правовом поле по абсолютному большинству показателей в России.

Поскольку работа земснарядов в руслах рек не требует лицензирования. Запреты существуют только в прибрежной части, и касаются предотвращения размыва береговой линии. В случае углубления форватеров территориальная администрация должна будет еще и доплачивать предпринимателю.

Современная технология отработки аллювиальных россыпей. При использовании высокопроизводительных пятидечных грохотов Деррик по двухстадиальной схеме удается классифицировать исходную песчанно-гравийную смесь и выделить более 99% исходного золота, ильменита, рутила, циркона сначала в узкую фракцию песка размерностью минус 0,23:-0,30 мм. Надрешотный продукт используется целиком для производства качественных строительных песков различных фракций. На второй ступени высокопроизводительной классификации на пятидечных грохотах Деррик с размером сит 75 мкм и эффективностью разделения более 85% получается надрешотный продукт, в котором находится основной объем ильменита, алюмосиликатов и частично рутила, и фракция минус 75 мкм, в которой содержится весь циркон, большая часть рутила, основной объем попутного золота и платиноидов. Необходимо отметить, что полученные на первой стадии товарные строительные пески фракции плюс 0,3 или 0,23 мм – это ликвидная позиция и их реализация покрывает полностью затраты на операцию первичной гидравлической классификации.

На этой стадии целесообразно провести очистку поверхности минеральных частиц обеих узких фракций на промышленном высокопроизводительном оборудовании производства ЮАР, дооборудованных модулем ЭДА от пленок и глинистых частиц, с целью повышения контрастности их свойств.

После выделения на барабанных электросепараторах Поваровского завода основной массы ильменита с эффективностью 97–99% непосредственно в товарный концентрат из фракции песков плюс 75 мкм –230:-300 мкм раздельно осуществляется вторая стадия концентрирования гравиметрическими способами. После двухстадиальной очистки на промышленных винтах очищенный кварцевый песок фракции 75–230:-300 мкм направляется в строительство или в стекольную промышленность. Концентрат минералов тяжелой фракции подвергается перемешиванию на концентраторах рутила, алюмосиликатов и промпродукта.

Вторая стадия концентрирования фракции минус 75 мкм осуществляется гравиметрическим

способом с использованием оборудования разрабатанного только в 2006 г. – это винтов FM 1. Особенность этого оборудования – уникальное качество выделения тяжелых минералов из материала размерностью 100–70 мкм (на уровне 90–95%) из пульпы с содержанием твердого до 40%. Это позволяет иметь на выходе концентрат минералов тяжелой фракции с содержанием суммы циркона и рутила на уровне 250–430 кг/т и иметь устойчивый уровень золота из песков Камского водохранилища в 17–28 г/т продуктивного концентрата тяжелых минералов. Данное оборудование имеет производительность от 1 до 4 тонн в час, не содержит подвижных частей и достаточно дешево. Окончательная перемешка концентрата тяжелых минералов до получения товарного концентрата циркона и рутила производится на концентраторах столов.

Необходимо отметить, что технология механическо-гравиметрического концентрирования полностью ориентирована по размерности и плотности на попадание в концентрат основных тяжелых минералов с удельным весом более 3,3 г/см³, а не на золото с удельным весом до 19,4 г/см³. На извлечение попутного аллювиального золота и платиноидов могут направляться следующие промпродукты:

1. Отходы концентратора стола после перемешки фракции 75 -230:-300 мкм.

2. Вся узкая фракция минус 75 мкм с содержанием золота от 3 до 7 г/т;

3. Раздельно концентрат минералов тяжелой фракции песков минус 75 мкм с содержанием золота 15–21 г/т и отходы обогащения винтов FM-1 с содержанием золота от 0,5 до 2 г/т.

4. Возможно, потребуется и извлечение пленочного золота из глинистого шлама, особенно после оборудования ЮАР с модулем ЭДА щелочного типа, что требует дополнительных исследований. Выщелачивание золота ведут бисульфитным способом при pH 10,4 с регулировкой pH – 10,4 аммиаком в присутствии окислителя хлорного железа 2 г/м³ или пероксиоксида аммония 20 г/т. Процесс ведут в трубчатом автоклаве при соотношении твердое к жидкому 70:30, температуре от 50 до 90оС, времени выщелачивания от 3 до 5 часов. После механического отделения макропористой смолы, обезвоживания пульпы, кеки промывают двукратным объемом оборотного раствора. Сорбцию золота и платиноидов осуществляют на смолу макропористую АВ-17 сначала в пульпе автоклава, а промывные растворы на аппаратах типа БАС также со смолой АВ-17. Эффективность извлечения золота при таком режиме превышает 93–95%. Насыщенная по золоту смола АВ-17 направляется на аффинажные

заводы России и является возвратным материалом. При работе по данной технологии одного земснаряда типа «Праги» на Камском Водохранилище в проектном режиме 4 тыс. м³ пульпы в час, 1200 тонн ПГС, при исходном содержании золота 0,7 г/т с извлечением 0,65 г исходного золота на смолу АВ-17 производство золота составляет 780 г/час при расчетной себестоимости производства 5,3 \$ США за гр. Минимальная производительность при расчетном времени работа земснаряда 3000 часов в год может составлять 2,34 тонн золота в год. При переработке 5 мил. т печорских песков района Цильмы с геохимическим фоном золота порядка 350 мг/т вполне реально получать ежегодно до 1,5 тонн попутного золота и значительные количества титан-циркониевого сырья.

5. Предприятие можно разместить в любом регионе России на берегу судоходных рек и водохранилищ и использовать для доставки минерального сырья и товарной продукции дешевый водный транспорт. Мощность предприятия по переработке ПГС и аллювиальных песков может варьировать от 10 до 35 млн. т в год

6. Предприятие имеет высокую рентабельность за счет попутного золота и платиноидов, короткие сроки окупаемости капитальных вложений и идеально вписывается в рынки по основной продукции, включая строительные и стекольные кварцевые пески и ПГС.

Проектное оформление данного предприятия определяется сезонностью работы земснарядов и необходимостью дополнительной перевалки песка с барж на береговое предприятие располагающее соответствующим высокопроизводительным оборудованием. После поступления с барж песчанно-гравийный материал классифицируется на пятидечных грохотах Деррик производительностью до 650 т/час по классу 0,3 мм (можно и до 0,35 мм). Фракция минус 0,3–0,35 мм поршневыми насосами в виде пульпы влажностью 20–25% направляется на основной цех для комплексной переработки или накапливается в отвале. Основная горная масса перерабатывается на товарные пески и гравий. Основной цех предприятия всегда располагается на значительном удалении от берега до 1–5 км на высоте от 10 до 20 метров от уреза воды и работает в круглогодичном режиме. Минимальным объемом перерабатываемого сырья основного цеха фракции минус 0,3–0,35 мм предприятия определен в 3 млн. т и выше.

Учитывая высокую рентабельность и короткие сроки окупаемости данного проекта имеет смысл провести первые технологические опыты с аллювиальными песками, добываемые в республике Коми в бассейне Печоры в районе поселения Цильмы действующими земснарядами.

Выводы и рекомендации. Опираясь на вышеизложенный материал и факты необходимо констатировать, что все начатые проекты на месторождениях титана в России (Большой Сейим, Лукояновский, Туганский, Центральный ГОКи) даже при выходе на проектную мощность к 2019 г. не закроют потребности внутреннего рынка России ни по объемам, ни тем более по качеству требуемого минеральных концентратов титана.

Единственным решением этой проблемы является строительство 1–2 предприятий по комплексной переработке аллювиальных песков и ПГС в районе рр. Камы-Волги с поэтапным наращиванием объемов переработки добываемых ПГС к 2019 г. до 60–80 млн. т и годовыми объемами производства концентрата рутила в 200 тыс. т и концентрата ильменита в 1 000–1 200 тыс. т.

Объемы производства пористого рутила на основе руд Пижемского месторождения достаточны для позиционирования его в качестве ключевого мирового поставщика производителям литий-титановых батарей нового поколения в ведущих странах мира. Сейчас на эти цели уходит примерно 0,1–0,25% от мирового производство диоксида титана высокой чистоты и пористости. Основной областью использования пористого рутила Пижемского месторождения может стать промышленность России по производству сварочных электродов и электродных масс, а также использование части рутила для повышения пористости брикетов хлораторного типа.

Список литературы

1. Макеев А.Б. Типоморфизм рудных и акцессорных минералов Пижемского титанового месторождения, источник рудного вещества // Минералогия во всем пространстве сего слова. Материалы XI съезда Российского минералогического общества. С.Пб. 2014. – С. 43–45.

2. Макеев А.Б., Дудар В.А., Самарова Г.С., Быховский Л.З., Тигунов Л.П. Пижемское титановое месторождение (Республика Коми) аспекты геологического строения и освоения // Рудник будущего. – 2012. – № 1(9). – С. 16–24.

3. Макеев А.Б., Лютоев В.П. Спектроскопия в технологической минералогии. Минеральный состав концентратов титановых руд Пижемского месторождения (Средний Тиман) // Обогащение руд. – 2015.–№ 5. – С. 33–41. DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/or.2015.05.06>

4. Ткачук А.Н., Новиков А.А., Трофимов Е.Н., Дудар В.А., Макеев А.Б. Проект строительства вертикально-интегрированного горно-металлургического комплекса в Республике Коми на базе Пижемского месторождения титана // Горный журнал. – 2013. – № 9. – С. 67–70.

5. <http://www.acexpert.ru/archive/28-31-519/sire-dlya-titana.html>

6. <http://kop.nnov.ru/projects/project002.asp>
7. <http://www.ilmenite.ru/>
8. <http://www.minsoc.ru/E2-2011-6-0/>
9. mhtml:file:///C:/Users/Мастер/Documents/Вращающиеся печи. mhtml:/wp-content/uploads/2011/03/
10. Лопатко С.В., Макеев А.Б. Проект организации промышленной переработки гидроминерального сырья малоглубинных артезианских питьевых и попутных нефтяных вод на территории Республики Коми // Единый всероссийский научный вестник. – 2016. – № 2. – С.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

**Данзанова Татьяна Юрьевна¹, Синюкова Галина Тимофеевна²,
Гудилина Елена Анатольевна³, Патютко Юрий Иванович⁴,
Лепэдату Павел Иванович⁵, Аллахвердиева Гонча Фаридовна⁶,
Костякова Людмила Александровна⁷**

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПЕЧЕНИ

¹Доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

²Доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением ультразвуковой диагностики
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

³Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

⁴Доктор медицинских наук, профессор, заведующий хирургическим отделением опухолей печени и
поджелудочной железы
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

⁵Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва

⁶Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

⁷Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Российский Онкологический Научный
Центр имени Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

**Danzanova T. Yu.¹, Sinyukova G. T.², Gudilina E.A.³, Patyutko Yu. I.⁴, Lepedatu P. I.⁵,
Allahverdieva G.F.⁶, Kostyakova L.A.⁷**

ULTRASOUND ELASTOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF FOCAL LESIONS OF LIVER

¹MD, Ph.D., Senior Researcher
Federal State Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the Ministry of
Health of Russia, Moscow .

²MD, Ph.D., professor, head of the department of ultrasound diagnostics
Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the
Ministry of Health of Russia, Moscow.

³PhD, Senior Researcher
Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the
Ministry of Health of Russia, Moscow.

⁴MD, Ph.D., professor, head of the department of хирургическим отделением опухолей печени и
поджелудочной железы
Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the
Ministry of Health of Russia, Moscow.

⁵PhD, Senior Researcher
Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the
Ministry of Health of Russia, Moscow .

⁶PhD, Senior Researcher

Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the Ministry of Health of Russia, Moscow.

⁷PhD, Senior Researcher

Federal State Scientific Institution "Russian Cancer Research Center named after NN Blokhin", the Ministry of Health of Russia, Moscow.

АННОТАЦИЯ

Цель. Определить роль ультразвуковой эластографии в диагностике очаговых образований печени. Метод. Проанализировали результаты ультразвуковой эластографии 100 больных с первичным и метастатическим поражением печени: очаговые образования печени были исследованы при помощи компрессионной (69 больных) и ARFI эластографии (81 больных). Результат. Результаты показали высокую информативность ультразвуковой эластографии в определении четких границ новообразования, уточнении внутренней структуры новообразований, выявлении инфильтративного распространения опухоли. Но в нашем анализе было достоверно невозможно дифференцировать злокачественные и доброкачественные новообразования печени. Выводы. импульсно-волновая эластография совместно с компрессионной эластографией улучшают визуализацию злокачественных новообразований печени и могут использоваться в качестве дополнительного диагностического инструмента в онкологии.

ABSTRACT

Background. To determine the role of ultrasound elastography in the diagnosis of focal liver formations Methods. We analyze the results of ultrasound elastography 100 patients with primary and metastatic liver : liver focal masses were investigated by means of compression (69 patients) and ARFI elastography (81 patients) . Result. The results showed highly informative ultrasound elastography in determining the precise boundaries of tumors , clarify the internal structure of lesions, detection of infiltrative tumor spread . But in our analysis it was fairly impossible to differentiate between malignant and benign tumors of the liver . Conclusion. Pulse- wave elastography in conjunction with compression elastography imaging improves liver cancers , and can serve as an additional tool in diagnostic oncology.

Ключевые слова: очаговые образования печени; ультразвуковое исследование; эластография; диагностика.

Keywords: focal liver formations; ultrasonography; elastography, diagnostics.

В последнее десятилетие отмечается возрастающий интерес к оценке эластических свойств тканей с помощью ультразвука. Анализ деформации тканей при компрессии может быть

выполнен во время ультразвукового исследования, данная методика получила название компрессионная, или качественная эластография [8]. Это технология улучшенной визуализации неоднородностей мягких тканей при помощи ультразвуковой волны и небольшой механической компрессии. Механизм заключается в измерении и изображении смещения звуковой частоты при локальном движении частиц ткани, вызванной внешними причинами, то есть измеряется разница частот до деформации и после. Поскольку различные биологические ткани имеют различный коэффициент упругости, то и отраженная звуковая волна будет различной. Области с высокой амплитудой звуковой волны отображаются одним цветом, звуковые волны с более низкой амплитудой - другим. Изменения отображаются на экране ультразвукового сканера в режиме реального времени [7].

Импульсно-волновая эластография или эластография сдвиговой волной - новая технология исследования деформации тканей, в которой низкочастотный акустический импульс используется для измерения механических свойств (жесткости) ткани. Технология acoustic radiation force impulse (ARFI) – это эластография фокусированным акустическим импульсом, которая также относится к импульсно-волновой эластографии. Она представлена двумя методами исследования: первый метод визуализации ткани — Virtual Touch Tissue Imaging, второй метод количественного анализа ткани — Virtual Touch Tissue Quantification. В отличие от традиционных ультразвуковых исследований в В-режиме, в котором визуализация анатомических структур происходит на основе акустического импеданса, технология описывает относительные физические свойства тканей (жесткость/эластичность). В этом смысле технология визуализации Virtual Touch Tissue Imaging напоминает больше пальпацию, чем традиционное ультразвуковое исследование. Кроме того, возможно количественно измерить скорость распространения поперечной волны в зоне интереса, и чем жестче ткань, тем выше скорость [1,2,3,4].

Получение данных с помощью приложения ARFI осуществляется в три основных этапа. На первом этапе выполняется получение ультразвукового изображения в В-режиме. На втором этапе через ткань пропускается короткий (порядка 100 мкс) акустический низкочастотный импульс, ко-

торый вызывает смещение тканей. По мере прохождения ультразвукового импульса через зону интереса на ткань действует незначительная механическая сила. В зависимости от показателей жесткости ткань смещается на расстояние примерно 1–20 мкм. При этом смещение мягких тканей может быть значительным, а жесткая (патологически измененная) ткань может почти не смещаться. После прохождения «толчкового» ультразвукового импульса ткань начинает возвращаться в исходное положение. На третьем этапе через короткий временной интервал (обычно несколько миллисекунд) через ткань проходят ультразвуковые «отслеживающие» лучи. Эти лучи предоставляют информацию, которая при наложении на референтное изображение позволяет рассчитать смещение ткани [6].

Технологические преимущества импульсно-волновой эластографии обладают несколькими преимуществами по сравнению с другими методами исследований жесткостных характеристик тканей. Ранее существовавшие методы требовали ручной компрессии ткани датчиком, что могло ограничивать глубину и расположение зоны интереса и привести к образованию артефактов. Кроме того, полученные изображения зависели от силы приложенной компрессии. В то же время технология ARFI воздействует только на выбранную зону интереса, поэтому смещения глубоко расположенных тканей оказываются достаточными для проведения диагностической оценки. В целом, по сравнению с рядом других методов, данная технология отличается улучшенными частотно-контрастными характеристиками, обеспечивающими превосходное качество изображений и более высокую воспроизводимость результатов, а также меньшую зависимость результатов от особенностей работы разных врачей-диагностов [9].

В литературе появляются все больше публикаций, связанных с применением импульсно-волновой эластографии для характеристики новообразований печени, чтобы оценить возможности новой методики. В мета-анализе Ying L. и др. [10], основанном на восьми исследованиях 590 очагов печени, чувствительность и специфичность импульсно-волновой эластографии для идентификации злокачественных образований печени достигала 86% и 89% соответственно. Авторами утверждается, что использование данного метода может помочь избежать инвазивных биопсий. Тем не менее, в рекомендациях Европейской Федерации обществ по ультразвуку в медицине и биоло-

гии импульсно-волновая эластография может использоваться для оценки фиброза печени, но, несмотря на некоторые перспективные результаты, эластография не может быть рекомендована для дифференциальной диагностики злокачественных образований печени [5].

В литературе только начинают появляться новые публикации, связанные с применением импульсно-волновой эластографии ARFI для характеристики новообразований печени, чтобы оценить возможности новой методики. Задачей нашей работы является определить возможности эластографии в дифференциальной диагностике злокачественных новообразований печени.

В основу работы положен анализ данных ультразвукового исследования печени 100 больных за период с 2013 по 2015 г.г. в Российском онкологическом научном центре имени Н.Н. Блохина. Возраст больных колебался от 19 до 77 лет, средний возраст составил 54 года; женщин было 45, мужчин – 55. Окончательный диагноз злокачественных новообразований установлен у 96, доброкачественных – у 4 пациентов.

Очаговые образования в печени методом УЗИ определялись у 95 пациентов. После проведения эластографии очагов печени 22 пациента были исключены из исследования по следующим причинам: глубина расположения очагов более 5 см ($n=17$), неинформативные результаты в виде XXX ($n=5$), поэтому данные, которые были положены в анализ количественной оценки скорости сдвиговой волны в очагах печени, получены у 73 больных. Если у пациента были множественные образования печени, то для изучения было выбрано только одно из них. Компрессионная и ARFI эластография проведена для изучения цветового отображения жесткости в очагах печени у 69 и 81 пациентов соответственно.

Очаговые образования печени были исследованы при помощи компрессионной (69 больных) и ARFI эластографии (81 больных). Эластограммы были распределены в зависимости от жесткости по сравнению с окружающей паренхимой печени: образование на эластограмме аналогично паренхиме печени, образование темнее, то есть жестче паренхимы печени, и образования светлее, то есть мягче паренхимы печени. Если же эластограмма была представлена в цветном режиме, то красный цвет обозначал жесткую ткань, а синий – мягкую. Проведение эластографии позволяло более четко обрисовывать границы опухоли, тем самым улучшая её визуализацию, особенно при наличии изоэхогенных очагов (рис. 1).

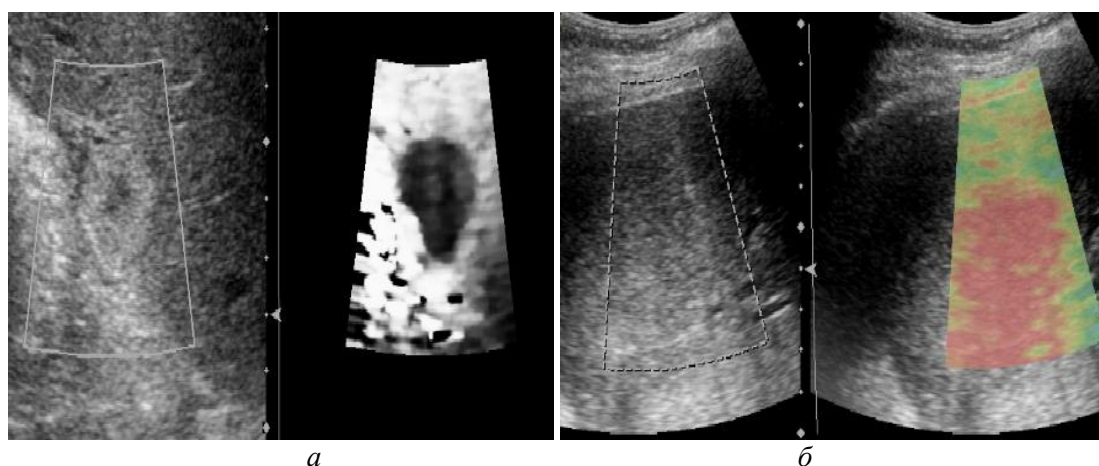


Рисунок 1. Эластограммы пациентов с новообразованиями печени: а - метастаза колоректального рака с признаками жесткой структуры – темного цвета, четко контурируются границы образования за счет усиления контрастности по сравнению с паренхимой печени; б – внутрипеченочного ХЦР, с признаками жесткой структуры при цветовом окрашивании – красного цвета.

Распределение больных в зависимости от жесткости образований при компрессионной и эластографии ARFI показано на рисунке 2-3.

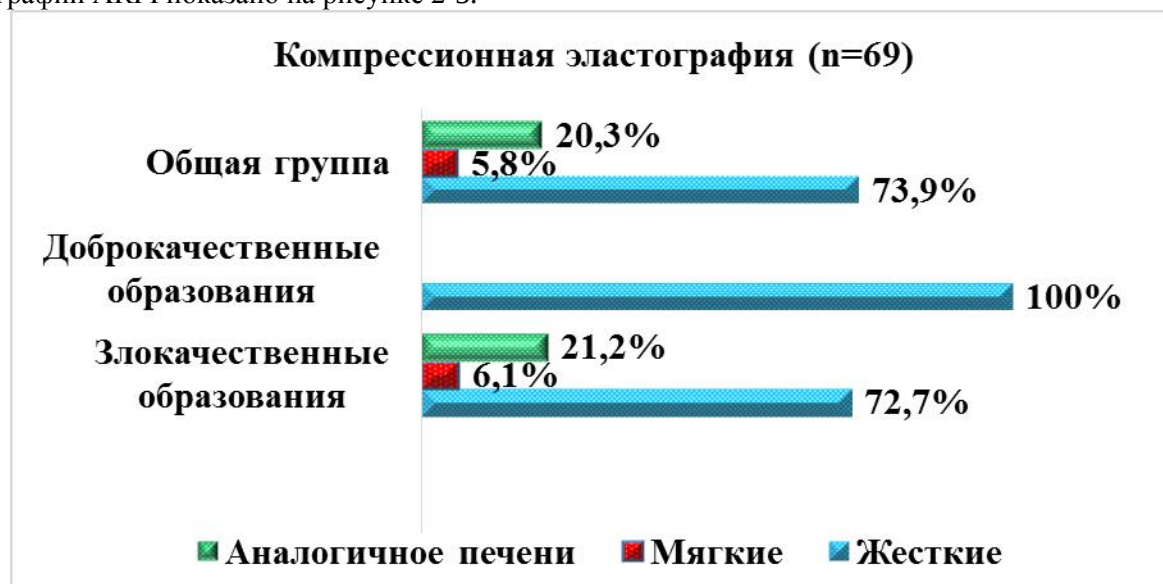


Рисунок 2. Распределение больных в зависимости от жесткости образований при компрессионной эластографии (n=69).

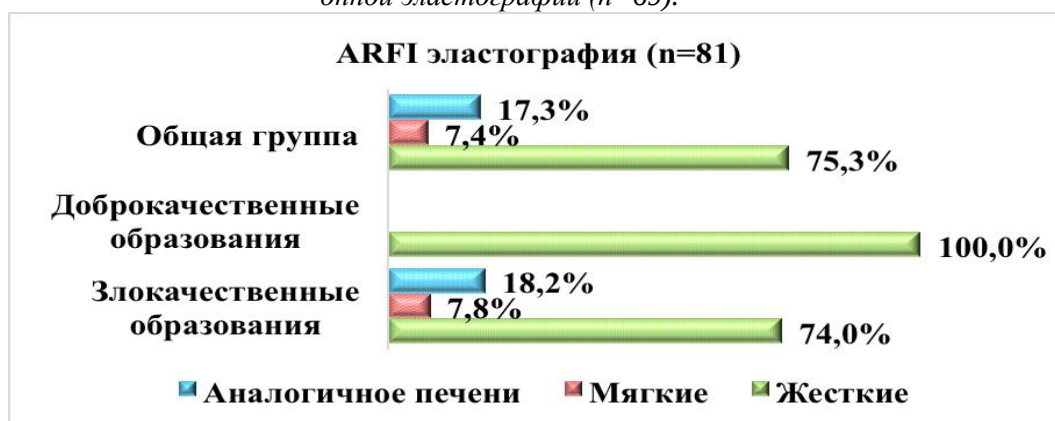


Рисунок 3. Распределение больных в зависимости от жесткости образований при импульсно-волновой эластографии ARFI (n=81).

Большинство образований в печени, которые возможно было оценить с помощью эластографии, были жесткими. Также жесткими во всех 100% случаях были доброкачественные новообразования, если применялись эластографические методики.

При сопоставлении злокачественных и доброкачественных новообразований при ARFI эластографии уровень значимости был недостоверным ($p=0,07$), а при компрессионной эластографии - достоверным ($p=0,05$). Но возможно, что полученные данные обусловлены небольшим количеством больных в группе доброкачественных новообразований и отсутствием мелких капиллярных гемангиом. При сравнении двух методик для определения жесткости злокачественных новообразований разница не была достоверной ($p=0,7$),

так как показатели в группах практически совпадали, что подтверждается значениями информативности.

Если за параметр истинно-положительных результатов принималась повышенная жесткость образований, то чувствительность, точность, положительная прогностическая значимость в диагностике злокачественных новообразований при компрессионной эластографии составили: 72,7%, 69,6%, 94,1%, а при ARFI эластографии – 74,0%, 70,4%, 93,4% соответственно. Специфичность и отрицательная прогностическая значимость не могла быть вычислена из-за отсутствия истинно-отрицательных результатов. Результаты эластографии злокачественных новообразований печени представлены в таблице 42.

Таблица 1.

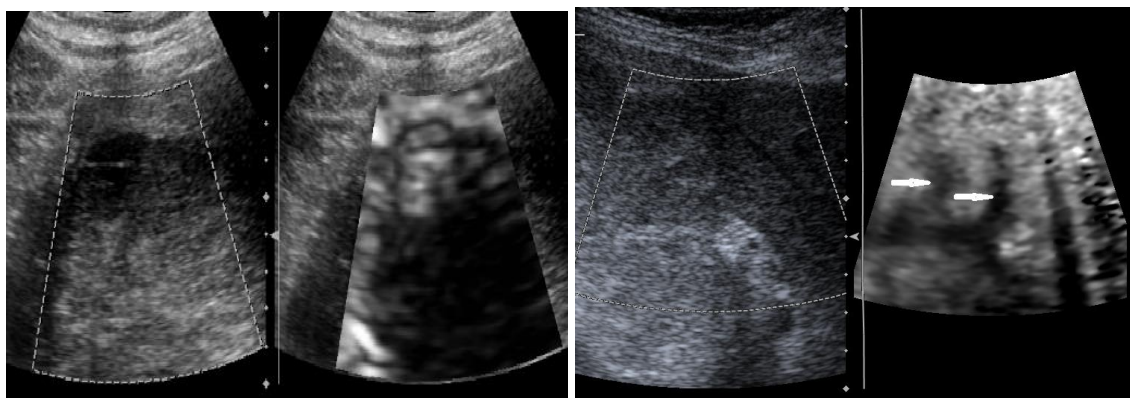
Результаты эластографии в зависимости от вида злокачественных новообразований печени

Группы			ГЦР	ХЦР	Метастазы
Компрессионная эластография (n=69)	Жесткие	абс.	23	4	21
		отн.	71,9%	80%	72,4%
	Мягкие	абс.	3	1	1
		отн.	9,4%	20%	3,5%
	Аналогичные паренхиме печени	абс.	6	-	7
		отн.	18,7%	-	24,1%
Эластография ARFI (n=81)	Жесткие	абс.	21	6	30
		отн.	58,3%	100%	85,7%
	Мягкие	абс.	5	-	1
		отн.	13,9%	-	2,9%
	Аналогичные паренхиме печени	абс.	10	-	4
		отн.	27,8%	-	11,4%

Из таблицы 1 следует, что большинство образований при ХЦР и метастазах были жесткими в обеих группах сравнения. Использование импульсно-волновой эластографии ARFI более точно позволяет определять жесткость структуры образований. Гепатоцеллюлярный рак по ожиданиям должен быть мягким, и именно методика ARFI показала меньшее количество жестких образований по сравнению с компрессионной эластографией. ХЦР, напротив, должен быть весьма жестким, так как его рост сопровождается высокой десмопластической реакцией. ARFI эластография продемонстрировала 100% жесткость данных новообразований. Разница в частоте жестких образований при компрессионной и импульсно-волновой эластографии статистически значима для определения ГЦР ($p=0,04$) и метастазов

($p<0,0001$), но отличия в методиках не были достоверны при диагностике ХЦР из-за небольшого количества больных ($p=0,07$), хотя отмечалась тенденция к улучшению точности при ARFI эластографии.

При проведении обеих методик качественного изображения жесткости полученные данные могут дополнять друг друга. Так, при компрессионной эластографии получали контрастные однородные изображения, затем выполнялась импульсно-волновая эластография, которая демонстрировала, что в образовании имеются разграничения на периферическую жесткую и центральную мягкую зоны. Также при помощи эластографии было возможно определить распространение опухоли ГЦР за капсулу, которое отчетливо не было видно при осмотре в В-режиме (рис. 5).



а

б

Рисунок 4. Эластограммы пациентов с ГЦР: а - ГЦР в режиме ARFI эластографии, со светлым мягким ободком и жестким, темным центром; б - ГЦР в режиме импульсно-волновой эластографии, определяется инфильтрация опухоли в окружающую паренхиму печени в виде темных участков, показано стрелками.

Поэтому обязательно следует проводить эластографию не только самого образования, но и окружающей паренхимы печени. Это необходимо для сравнения жесткости образования, а также для определения распространения опухолевого процесса за пределы образования. При применении обеих методик чувствительность, точность, положительная прогностическая значимость в диагностике злокачественных новообразований значения составили: 83,2%, 79,4%, 95,5% соответственно. Показатели информативности были выше, чем, если бы использовалась только одна из методик.

Использование методик эластографии улучшило диагностику новообразований печени в В-режиме:

- более точное определение размеров образований за счет четкого изображения границ новообразований у 78 (96,3%) из 81 больных
- уточнение внутренней структуры новообразований в 33 (40,5%) случаях
- выявление инфильтративного распространения опухоли у 8 (9,9%) пациентов.

Поэтому применение эластографии является дополнительным инструментом повышения качества результатов ультразвукового исследования.

Качественная эластография улучшает определение четких границ новообразования, инфильтрации за пределы опухоли. В нашем анализе методом эластографии было невозможно дифференцировать злокачественные и доброкачественные новообразования. Если используются обе методики качественной эластографии, то они могут дополнять друг друга, с уточнением внутренней структуры очагов. Важным условием проведения эластографии является осмотр непосредственно самого образования и окружающей паренхимы

печени для сравнения жесткости, установления распространения опухоли.

Представленные данные показывают, что импульсно-волновая эластография совместно с компрессионной эластографией улучшают визуализацию злокачественных новообразований печени и могут использоваться в качестве дополнительного диагностического инструмента в онкологии.

Список литературы:

1. Бердников С.Н., Шолохов В.Н., Патютко Ю.И., Махотина М.С., Чучуев Е.С., Абирова К.Э. Эластометрия и эластография в дифференциальной диагностике гиперэхогенных образований печени // *Анналы хирургической гепатологии*, №3, Москва 2014, 63-69 с.
2. Вишленкова Е.А., Синюкова Г.Т., Данзанова Т.Ю., Федянин М.Ю. Эластография и эластометрия в оценке эффективности химиотерапии метастазов колоректального рака в печени // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. №3, 2014, 9-24 с.
3. Данзанова Т.Ю., Синюкова Г.Т., Лепэдату П.И. Использование эластометрии в диагностике рака печени // *Материалы Девятнадцатой Российской гастроэнтерологической недели*, 30 сентября-2 октября 2013г., Москва. Опубликовано в журнале «Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии» №5, XXIII том, 2013, Москва, 108 с.
4. Зыкин, Б.И. Ультразвуковая эластография / Б.И. Зыкин, Н.А. Постнова, М.Е. Медведев // *Медицинский алфавит*. — 2013. — Т. 1-2, № 10. — 14-19 с.
5. Cui, X.W. Liver elastography, comments on EFSUMB elastography guidelines 2013 / X.W. Cui,

M. Friedrich-Rust, C. De Molo et al. // World J. Gastroenterol. — 2013. — Vol. 19, N 38. — P. 6329-6347.

6. Doherty, J.R. Acoustic radiation force elasticity imaging in diagnostic ultrasound / J.R. Doherty, G.E. Trahey, K.R. Nightingale, M.L. Palmeri // IEEE Trans Ultrason Ferroelectr. Freq. Control. — 2013. — Vol. 60, N 4. — P. 685-701.

7. Garra, B.S. Elastography: current status, future prospects, and making it work for you / B.S. Garra // Ultrasound. Q. — 2011. — Vol. 27, N 3. — P. 177-186.

8. Gheorghe, L. Real time elastography - a non-invasive diagnostic method of small hepatocellular

carcinoma in cirrhosis / L. Gheorghe, S. Iacob, R. Iacob et al. // J. Gastrointest. Liver Dis. — 2009. — Vol. 18, N 4. — P. 439-446.

9. Nightingale, K. Acoustic radiation force impulse imaging: in vivo demonstration of clinical feasibility / K. Nightingale, M.S. Soo, R. Nightingale, G. Trahey // Ultrasound Med. Biol. — 2002. — Vol. 28, N 2. — P. 227-235.

10. Ying, L. Clinical utility of acoustic radiation force impulse imaging for identification of malignant liver lesions: a meta-analysis / L. Ying, X. Lin, Z.L. Xie et al. // Eur. Radiol. — 2012. — Vol. 22, N 12. — P. 2798-2805.

УДК 614.8

Алям Гатифович Динмухаметов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

К.м.н., доцент

*Казанский государственный медицинский университет
г. Казань, Российская Федерация*

Alyam Gatiphovich Dinmukhametov

USE the SANITARY INSTITUTIONS AT DAMAGE ON CHEMICAL OBJECT

candidate of the medical sciences, assistant professor

*Kazanskiy state medical University
g. Kazan, Russia*

АННОТАЦИЯ

Большое количество людей, работающих на объектах химической промышленности, проживающих в непосредственной близости от этих предприятий могут подвергнуться значительному риску при возникновении аварий и различных чрезвычайных ситуаций.

Факторы риска аварий и промышленных катастроф на объектах экономики, использующих в своих технологических процессах аварийные химически опасные вещества выдвигают необходимость всестороннего анализа возможностей здравоохранения административных территорий по оказанию медицинской помощи поражённым в чрезвычайных ситуациях химической природы.

ABSTRACT

The Big amount of the people, working at object of chemical industry, living in close proximity these enterprise can be subjected to the significant risk when arising damage and different exceeding situation.

The Factors of the risk damage and industrial catastrophes on object of the economy, using in their

own technological process emergency chemical hazards bring forth need of the all-round analysis of the possibilities of the public health administrative territory on rendering medical help struck in exceeding situation of the chemical nature.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

АХОВ (аварийные химически опасные вещества)

чрезвычайная ситуация

медико-санитарный прогноз

санаторно-курортные учреждения

Keywords

emergency dangerous chemical material

exceeding situation

physician-sanitary forecast

resort institutions

Согласно данным международного регистра, в настоящее время в мире используются в промышленности, сельском хозяйстве и для бытовых целей до 6 миллионов токсичных веществ. Около 60 тысяч из них производятся в промыш-

ленных масштабах, в том числе более 500 относящихся к группе аварийных химически опасных веществ (АХОВ). АХОВ (аварийно химически опасное вещество) представляет собой опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (разливе) которого может произойти заражение окружающей среды в концентрациях, поражающих живой организм [1]. Химизация промышленной индустрии обусловила возрастание техногенных опасностей, связанных с химическими авариями, которые могут сопровождаться выбросами в атмосферу аварийно химически опасных веществ (АХОВ), значительным материальным ущербом и большими человеческими жертвами.

Производство, транспортировка, использование и хранение АХОВ строго регламентируется специальными инструкциями и правилами контроля и техники безопасности при их применении. Однако, учитывая человеческий и технический фактор, при крупных промышленных авариях, пожарах, стихийных бедствиях и катастрофах, возможных проявлениях актов терроризма могут произойти разрушения производственных зданий, оборудования и технологических линий, складов, ёмкостей, трубопроводов и т.п. В результате чего большие количества АХОВ могут попасть в окружающую среду, распространиться по территории не только производственных площадей, но и за её границы. В прилегающих населённых пунктах или районах города могут возникнуть очаги химического загрязнения с массовым отравлением людей.

ХОО (химически опасный объект) - объект, на котором хранятся, перерабатываются, используются или транспортируются ОХВ (опасные химические вещества), при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды [2].

К таким объектам, в первую очередь, относятся предприятия оборонной, химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности и ряда других отраслей. На территории России в 424 городах и населённых пунктах функционирует более 3600 химически опасных объектов, которые при авариях и катастрофах могут привести к массовым поражениям людей. Из них более 2 тыс. объектов относятся к химически опасным, с общим запасом АХОВ свыше 1 млн.т. В зонах возможных очагов химического заражения находятся 300 тыс. кв км с населением свыше 60 млн. человек.

По официальным данным, в Российской Федерации 12% химически опасных объектов относятся к объектам I степени опасности, 7% — II, 73% — III и 8% — IV степени. Аналогичным образом классифицируют города, районы, национальные округа, области, края и республики Российской Федерации. Из числа субъектов Российской Федерации (область, край, республика) к химически опасным относятся 90% (в том числе I степени опасности — 20%, II степени — 30%, III степени — 40%). Из городов с населением более 100 тыс. человек химически опасными признаны 90% (в том числе 61% входят в число городов I степени опасности, 15% — II степени, 14% — III степени).

Химическая авария - это авария на ХОО, сопровождающаяся проливом или выбросом ОХВ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья или кормов, сельскохозяйственных животных и растений или химическому заражению окружающей природной среды [2].

К настоящему времени сформулированы общие закономерности медико-санитарных последствий химических аварий [3, 4]. Однако в каждом конкретном случае последствия отдельных аварий имеют свои специфические особенности [5]. Подтверждением этого являются результаты анализа ранее произошедших аварий, свидетельствующих о том, что санитарные потери напрямую не всегда связаны с количеством выброшенного вещества. Установлено, что при выбросе 50 т хлора из ёмкости, находящейся в городе с населением 100 тысяч человек, последствия могут быть самыми значимыми, чем при выбросе 2000 т хлора из хранилища, находящегося на удалении 3-5 км от города с населением 1,5 миллиона человек. Контингент тяжелопоражённых при авариях с быстродействующими веществами формируется первоначально в непосредственной близости от места аварии, где создаются чрезвычайно высокие концентрации токсических веществ [6, 7]. В других зонах преобладают поражения лёгкой и средней тяжести.

Через несколько часов после аварии (за счёт дальнейшего развития интоксикации) процентное количество тяжелопоражённых возрастает [8]. Те же закономерности отмечаются и при авариях с веществами замедленного действия, однако их токсические эффекты будут отсрочены [9, 10].

Проведённый анализ структуры санитарных потерь при ранее произошедших промышленных авариях с различными химическими веществами и данные литературы свидетельствуют, что в среднем от общего числа поражённых у 60-75% отмечается лёгкая степень поражения, у 10-

25% средняя, у 4-10% тяжелая, летальность составляет 1-5%. Однако в настоящее время для отдельных аварий с различными веществами в конкретных условиях реальное соотношение санитарных потерь могут отличаться от средних величин [11, 12].

Территория Республики Татарстан имеет мощный экономический потенциал, развитую промышленность, в структуре которой ведущими являются нефтедобывающая, нефтехимическая отрасли, машиностроение, энергетика, транспорт и связь, достаточно устойчивое сельское хозяйство, а также социальная инфраструктура.

Анализ фактического материала показывает, что в пределах изучаемой территории Республики Татарстан большая часть промышленного производства находится в городах Казань, Альметьевск, Бугульма, Зеленодольск, Лениногорск, Нижнекамск, Набережные Челны, Чистополь. На исследуемой территории расположены

около 91 потенциально опасных объектов экономики. Это, прежде всего, производственно-технические комплексы и предприятия, использующие в своих технологиях АОХВ и имеющие большие запасы взрывчатых, горючих и других опасных веществ. Среди таких опасных предприятий особое место занимают объекты, использующие в производстве хлор, аммиак.

Учитывая, что хлор является одним из самых распространенных АОХВ на химически опасных объектах Республики Татарстан (25%), нами был разработан медико-санитарный прогноз чрезвычайных ситуаций для потенциально опасных объектов использующих его в своих технологиях (табл. 1).

Несмотря на то, что для прогностических расчётов взяты ёмкости с АХОВ в несколько раз меньше (технология хранения) при чрезвычайных ситуациях с участием хлора, как поражающего фактора, санитарные потери достаточно велики.

Таблица 1

Расчётные показатели санитарных потерь при возможных авариях с хлором по зонам риска Республики Татарстан среди взрослого населения

Зоны риска чрезвычайных ситуаций	Количество АОХВ, т	Зона загрязнения, км ²	Всего поражённых	В том числе		
				Поражённые тяжёлой степени	Поражённые средней степени	Поражённые лёгкой степени
Казань	0,8	4,52	6247	625	1562	3748
Альметьевск	0,8	4,52	7830	783	1958	4698
Бугульма	0,05	2,54	3423	342	856	2054
Зеленодольск	0,05	2,54	4204	420	1051	2522
Лениногорск	0,05	2,54	1946	195	487	1168
Набережные Челны	0,96	5,42	7929	793	1982	4757
Нижнекамск	1,0	5,65	7265	727	1816	4359
Чистополь	0,05	2,54	4303	430	1075	2582

Проведенные исследования по данному вопросу позволили сделать определенные выводы: здравоохранение административных территорий Республики Татарстан при традиционном подходе к организации системы лечебно-эвакуационных мероприятий - «с колеса», при ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций химической природы, не может в полном объёме и в оптимальное время оказать медицинскую помощь пострадавшему населению.

Совершенствование организации медицинской помощи пострадавшим при авариях и катастрофах на объектах экономики, использующих в своих технологических процессах аварийные химически опасные вещества, несмотря на сложив-

шуюся, как у нас в стране, так и за рубежом систему медицины катастроф, не утратило своей актуальности.

В связи с дефицитом специализированных токсикологических (токсико-терапевтических) коек, планируемых к использованию в чрезвычайных ситуациях (коэффициент дефицита токсикологических коек по зонам риска Республики Татарстан составляет от 1,8 до 12,4), дефицитом врачей-токсикологов, загруженностью терапевтических стационаров тяжёлыми больными (85-95%), принятой системой оказания помощи на госпитальном периоде (рассеивания и развоза), будет наблюдаться так называемое явление «заболачивания» лечебно-профилактических учреждений – большинству пострадавших квалифицированная

и специализированная помощь будет оказываться по остаточному принципу. При оптимальном сроке оказания медицинской помощи – 2 часа всем пострадавшим, они могут получить её через 24-48 часов. Отсюда возможна высокая летальность (35%), развитие тяжёлых осложнений, увеличение времени пребывания в стационаре, исключение на длительный срок из профессиональной трудовой деятельности, дополнительные финансовые траты на лечение и реабилитацию.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что при возникновении чрезвычайных ситуаций вызванных авариями и катастрофами на объектах химической промышленности Республики Татарстан, использующих в своих технологиях АХОВ, особенно в первый «золотой» час, возникает резкое несоответствие между количеством пострадавших, нуждающихся в медицинской помощи и возможностями здравоохранения административных территорий по её оказанию.

Имеющимися возможностями функционирующего здравоохранения проблему решить в полной мере невозможно. Был проведён углубленный анализ возможностей территориального здравоохранения, в свете научно обоснованного и разработанного для зон риска Республики Татарстан медико-санитарного прогноза чрезвычайных ситуаций с химическим фактором поражения.

Решение проблемы, по нашему мнению, в данном случае зависит не только от объединения усилий внутри министерства здравоохранения, но и организации её взаимодействия с другими министерствами и ведомствами, привлекаемыми к ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций. По нашему мнению, данный вопрос может быть в определённой степени решён путём использования для оказания медицинской помощи, лечения и реабилитации пострадавших в химических авариях и катастрофах санаторно-курортных, профилактических учреждений и оздоровительных центров при условии заблаговременного планирования системы и организационно-функциональной перестройки их работы в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Чем обосновывается оказание квалифицированной и специализированной медицинской помощи в санаторно-курортных учреждениях и других оздоровительных учреждениях?

Во-первых. Какая-то часть лечебных учреждений может оказаться в зоне заражения и оказывать вне поля лечебной деятельности.

Во-вторых. Недостаточности количества коечного фонда и его несвоевременности для размещения пострадавших. По медико-санитарному

прогнозу, даже при полном выделении всего коечного фонда терапевтического профиля дефицит его может составить по отдельным зонам риска до 96% по взрослому и 87% по детскому населению.

В третьих. Невозможность высвобождения коечного фонда. В реальных условиях терапевтические стационары заполнены по 85-95% тяжёлыми больными, не подлежащими выписке на амбулаторное лечение.

В четвёртых. У нас в специальной литературе и в регламентирующих документах рекомендуется использование для этих целей стационаров, развёртываемых на основе «каких-то» учреждений в том числе и школ. Как это можно представить по фактору времени, не говоря уже о материальном обеспечении, коечном фонде, медико-санитарном оборудовании и т.д.?

В пятых. На территории зон риска или в непосредственной близости размещены оздоровительные учреждения с достаточным количеством коечного фонда, оснащением и оборудованием, всеми условиями для организации питания, санитарно-гигиенического обеспечения, при своевременно разработанном планировании, реорганизации их работы в условиях чрезвычайной ситуации, а также усилением соответствующими силами и средствами (токсико-терапевтическими бригадами).

Рекомендованное в литературе развёртывание и использование подвижных формирований с необходимым коечным фондом на базе пневмокаркасных госпиталей безусловно цельное решение вопроса. Однако реалии настоящего времени не позволяют рассчитывать на такое решение проблемы.

Результаты исследования однозначно подтверждают необходимость организационно-функциональной перестройки и совершенствования работы территориального здравоохранения в чрезвычайных ситуациях химического генеза.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.9.05-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей. Общие технические требования.

2. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.

3. Аксенов, В.А. Система организации медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях обусловленных химическими факторами. /В.А. Аксенов, Е.А. Лужников, Ю.И. Мусийчук // Медицина катастроф. - 1992. - №1, - С. 72-77.

4. De Pauw, C. The Integration of the Regional Hospital in Belgian disaster planning: Bomo

Practical Aspects / C. De Pauw // 8-th World Congress on Emergency and Disaster Medicine. — Stockholm, Sweden, 1993. - V. 32. - P.47-56

5. Рябочкин, В.М. Медицина катастроф. /В.М. Рябочкин, Г.И. Назаренко //Учебное пособие. - М.: Издание ИНИ Лтд, 1996. - 272 с.

6. Простакишин, Г.П. Токсикологические показатели оценки опасности химических аварий. /Г.П. Простакишин, Л.И. Ивашина, Т.А. Шашина, О.М. Осин //Спасение, защита, безопасность – новое в науке, технике, технологии. - М., 1995. - С. 171.

7. Timperman, U. Organisation del, intervention medico legal en cas de catastrophes sur le territoire national et de l'étranger / U. Timperman, A.

Andre // Arch. Beiges Med. Soc. - 1981. -V. 39. -P. 175-181.

8. Кондрашов, В.А. Вопросы профилактики отравлений и гигиенического регламентирования уровня токсических химических веществ, опасных при поступлении в организм человека через кожу, в условиях аварий и катастроф. /В.А.

Кондрашов //Медицина катастроф. – 1997. - № 3 (19). - С. 154-160.

9. Голиков, С.Н. Организация медицинской помощи при технологических, химических катастрофах. /С.Н. Голиков, Т.А. Ливанов, Ю.И. Мусийчук // Военно-медицинский журнал. – 1990. - №8. - С. 52-53.

10. Лужников, Е.А. Клиника и лечение новых форм острых бытовых отравлений. /Е.А. Лужников, Ю.С. Гольдфарб, В.А. Маткевич // Информационное письмо, - 1994. - С.6.

11. Гончаров, С.Ф. Особенности химических аварий и организация медицинской помощи пораженным. /С.Ф. Гончаров, Г.П. Простакишин И.В. Воронцов, Ю.С. Гольдфарб, И.А. Смирнов, Ю.В.Божко, И.А. Назарова //Медицина катастроф. – 1997. - №3 (19). - С. 9-20.

12. Куцало, Л.М. Медицинские проблемы аварийных ситуаций в химической промышленности. /Л.М. Куцало, Ю.И. Мусийчук, Л.В. Янно //Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева. – 1999. - т. XXXV. - №4. - С. 453-456.

Должиков А.А., Шевченко О.А., Должикова И.Н., Мухина Т.С., Павлова Н.В., Чурнос М.И.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В БИОПСИЯХ И ОПЕРАЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ КАРЦИНОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

Dolzhikov A.A., Shevchenko O.A., Dolzhikova I.N., Mukhina N.S., Pavlova N.V., Churnosov M.I.

COMPARATIVE STUDY OF IMMUNOHISTOCHEMICAL MARKERS IN BIOPSY AND OPERATION MATERIAL OF THE BREAST CARCINOMAS

Belgorod state national research university

АННОТАЦИЯ

Целью исследования был сравнительный анализ экспрессии основных биологических маркеров карцином молочной железы в материале биопсий и операционном материале. Стандартными иммуногистохимическими методами выявления рецепторов эстрогенов, прогестерона, белка Her2/neu изучено 76 случаев инвазивных карцином молочной железы, в которых имелся дооперационный биопсийный материал и операционный материал опухолей.

Установлено, что совпадение результатов исследования рецепторов эстрогенов и прогестерона зависит от их содержания в биопсийном материале. При отрицательной реакции на рецепторы

эстрогенов в биопсиях конкордантность с результатами в операционном материале составляет 84% при среднем уровне экспрессии -70,4%, при высоком 87,5%. Для рецепторов прогестерона соответствующие показатели составляют 70,4%, 40,0% и 88,9%. Экспрессия белка Her2/neu вариабельна и зависит как от условий обработки материала, так и выраженности лечебного патоморфоза.

Ключевые слова: рак молочной железы, биологические маркеры. Биопсии и операционный материал

Key words: breast cancer, immunohistochemical markers, biopsy and operation material

Достижения в изучении рака молочной железы обособили современную лечебно-диагностическую тактику, которая основывается на результатах иммуноморфологического и/или генетического определения биологических свойств опухолей, отражаемых в верификации их определенного молекулярного или функционального подтипа [1,-4]. Проведение неадьювантной терапии является эффективным методом при включении в нее таргетных препаратов [4]. Поэтому большое и даже определяющее значение имеет точность оценки свойств опухоли в биопсийном материале. Закономерно возникает вопрос о соответствии результатов, полученных в относительно небольшом объеме биопсийного материала свойствам всей опухоли, от чего может зависеть послеоперационное лечение и прогноз. В литературе имеются исследования, посвященные сопоставительному анализу биопсийного и операционного материала карцином молочной железы, а также методическим аспектам определения биологических свойств опухолевых клеток.

В целом материал толстоигольных пункционных биопсий является репрезентативным для решения клинических задач. Однако не все имеющиеся данные однозначны [7]. Кордантность результатов в биопсиях и операционном материале выше для рецепторов эстрогенов, чем прогестерона, что может быть обусловлено более равномерным распределением первых [9,12,13].

В работе Fauchikami H., Natori t., Takeda N., Inoue J. [8] при сопоставлении результатов оценки Ki67 в предоперационных биопсиях и операционном материале в локальных лабораториях конкордантность результатов в данных видах материала составила 78,7% и была достоверно меньше, чем для других маркеров. Для рецепторов эстрогенов она составила 95,6%, рецепторов прогестерона – 88,5%, Her2/neu – 91,6%. При пересмотре в центральной лаборатории с использованием визуального метода оценки конкордантность результатов оценки возросла до 92,1%, а при компьютерном анализе виртуальных/сканированных препаратов до 93,1%. Необходимо отметить различия в методах подсчета в проанализированных группах. В материале локальных лабораторий производилась оценка препаратов под малым увеличением для поиска очагов наибольшей плотности Ki67 позитивных ядер. Затем оценивали не менее 1000 клеток под большим увеличением. При наличии больше 14% иммунопозитивных клеток результат оценивали как позитивный, меньше 14% – негативный. Позитивной реакцией на рецепторы стероидных гормонов считали при их экспрессии в более чем 10% клеток. При центральном пересмотре учитывали % ядер с любой интенсивностью реакции при подсчете не менее 1000 клеток

в горячих точках, что более воспроизводимо, чем подсчет в случайных полях зрения.

Несмотря на то, что на результатах статистического анализа могли сказаться данные особенностями методов подсчета, с позиций назначения неадьювантной терапии значимым фактом является наличие расхождений между пред- и послеоперационным материалом. В обсуждении авторы цитируют значительное количество исследований, в которых показана адекватность использования автоматического анализа изображений для оценки Ki67, сопоставимость с результатами визуальной оценки.

Степень совпадения результатов больше при высоком и среднем уровнях экспрессии рецепторов, но снижается при опухолях с низким уровнем рецепторов. Имеется точка зрения, что материал толстоигольных биопсий адекватнее для иммунофенотипического определения рецепторного статуса карцином молочной железы. При этом исследование операционного материала выполняется тогда, когда в нем выявляется гетерогенная структура опухоли, а результат в предшествовавшей биопсии был отрицательным. [10].

Помимо указанных аспектов проблемы, касающихся молекулярного уровня свойств опухолей, предметом исследований и обсуждения являются также характеристики патогистологического уровня, такие как степень гистологической злокачественности и компоненты ее определения,

В исследовании C S Beazley et al [5] doi: 10.1136/jcp.2003.12914], проведенном на материале 113 случаев, совпадение оценки типа опухоли в биопсийном и операционном материале было в 65,41% случаев, степени гистологической злокачественности в 61,65%. Для компонентов, используемых при определении степени гистологической злокачественности частота конкордантности оказалась следующей: полиморфизм – 57,40%), митозы 59,40%), наличие тубулярных структур – 55,64%. Градация в предоперационном материале недооценивалась в 24,06%, в 14,28% переоценена, митозы были недооценены в предоперационном материале в 33,08%, переоценены в 7,52% наблюдений. Наличие же тубулярных структур в большей степени переоценено в предоперационном материале, чем в послеоперационном. Пере- или недооценка ядерного полиморфизма встречались с одинаковой частотой 21,05% и 21,81%). Влияния объема материала, исследованного предоперационно, на конкордантность биопсийных и послеоперационных результатов авторами не выявлено. Однако это не является безусловным. Инвазивная карцинома может быть не диагностирована в 15-20% случаев

протоковых карцином *in situ*, выявленных в пункционных биопсиях [14].

Нами проведен сопоставительный анализ результатов иммуногистохимического определения экспрессии рецепторов эстрогенов (ER), прогестерона (PgR), белка Her2/neu в материале пункционных биопсий и операционном материале одних и тех же инвазивных карцином молочной железы. Иммуногистохимическое исследование выполнено по стандартным рекомендованным протоколам. Для оценки экспрессии рецепторов эстрогенов и прогестерона использована стандартная шкала Allred. Результаты разделяли на четыре условные группы: отрицательная реакция, низкий уровень экспрессии (3-4 балла), средний (5-6 баллов, высокий (7-9 баллов). Данные обработаны статистически с использованием электронных таблиц MS Excel.

Выборка 76 случаев, в которых имелся до- и послеоперационный материал сформирована из общего числа 5309 архивных случаев карцином молочной железы за период с 2006 по 2014 годы включительно.

В результате анализа выявлены особенности экспрессии рецепторов эстрогенов и прогестерона, а также белка Her2/neu в изученном материале. При отсутствии реакции на рецепторы эстрогенов в биопсийном материале конкордантность результатов в операционном материале составила 84%. Однако в 4-х случаях из 25 результаты изменились в большую сторону: в двух до низкого уровня, по одному наблюдению – до среднего и высокого.

Конкордантность для рецепторов прогестерона при отрицательных результатах в биопсиях составила 70,4%. Расхождения обусловлены изменением экспрессии рецепторов в операционном материале в большую сторону. При этом не выявлено статистически достоверного влияния патоморфоза опухолей на данные изменения в операционном материале. При среднем с высоким уровнях содержания рецепторов эстрогенов в биопсийном материале совпадение с результатами в операционном материале было большим: 74,2% и 87,5% соответственно. Конкордантность результатов исследования рецепторов прогестерона также больше при большем их содержании в материале биопсий. При высоком уровне она составила 88,9%. Даже при наличии выраженного патоморфоза опухолевых элементов высокий уровень содержания рецепторов эстрогенов в биопсийном материале совпадал с результатами в операционном материале в 60% случаев.

Существенная вариабельность результатов выявлена при исследовании экспрессии Her2/neu.

При отрицательном результате в биопсиях совпадение в операционном материале было в 62,5%, но имелись случаи с неопределенным (2+) результатом и гиперэкспрессией данного белка. При гиперэкспрессии в биопсийном материале совпадение с результатами в операционном было в 70,6% случаев, в остальных результат был отрицательным или неопределенным. В случаях расхождения результатов патогистологически были диагностированы признаки патоморфоза и, возможно, последствия дефектов первичной обработки операционного материала, патоморфоза опухолевых элементов, которые могли сказаться на визуальной оценке иммуногистохимической реакции: фрагментация контуров клеточных мембран, фоновое окрашивание цитоплазмы, явления ретракции клеток с образованием вокруг них артефициальных перичеселлюлярных пространств, деформация стромальных структур.

Таким образом, в большинстве случаев результаты определения экспрессии рецепторов стероидных гормонов в материале пункционных биопсий карцином молочной железы совпадают с результатами в операционном материале опухолевых узлов. Большей надежностью отличаются результаты при среднем и высоком уровнях содержания рецепторов в материале биопсий, тогда как при низком содержании и отрицательном результате существует практически 30% вероятность ошибочной оценки в операционном материале. Частота совпадения результатов выше для рецепторов эстрогенов. Результаты исследования Her2/neu ваприабельны и с большой вероятностью определяются качеством фиксации, которое может быть заведомо разным из-за разного времени от взятия биопсийного и операционного материала до погружения в фиксатор, а также из-за разной толщины объектов и времени достига фиксатора до глубоких до глубоких участков материала. Возможно не лишена оснований имеющаяся в литературе точка зрения, что более информативен материал биопсий, а операционный материал требует исследования при отрицательном результате в ранее выполненной биопсии и выраженной гетерогенности структуры опухоли. Однако выбор материала для исследования определяется планируемым лечением: обязательное исследование биопсий при неoadъювантной терапии, операционного материала для целей адъювантного лечения.

Литература.

1. Артамонова Е.В. Адъювантная терапия рака молочной железы, значение молекулярно-генетического подтипа // Онкогинекология. - 2014. - №1ю-С. 4-18.

2.Савелов Н.А.Молекулярная классификация рака молочной железы.Часть 1.Гетерогенность молекулярного типа А рака молочной железы.<https://www.facebook.com/notes/261386750734174>

3.Семиглазов, В. Ф. Современные подходы к гормонотерапии рака молочной железы как отражение патогенеза заболевания / В. Ф. Семиглазов // Вопросы онкологии. – 2001. – Т. 47, № 2. – С. 195-199.

4.Семиглазов В.Ф.,Манихас А.Г., Божок А.А.,дашян Г.А.,Васильев А.Г.,Петровский С.Г.,Мацко Д.Е., Семиглазов В.В., Палтуев Р.М., Иванов В.Г., Зернов К.Ю.,ДонскихР.В., бессонов А.А., Шамина Е.А. Неoadъювантная терапия рака молочной железы с повышенной экспрессией HER-2. <http://www.bionika-media.ru/files/uploads/pharmateca/PDF/7919.pdf>.

5.Beazley C S., M R J Lansdown, A M Hanby Agreement between preoperative core needle biopsy andpostoperative invasive breast cancer histopathology is not dependent on the amount of clinical material obtained// Clin Pathol2004;57:193–195. doi: 10.1136/jcp.2003.12914

6..Brenton J.D.,Fparicio S.AJR, Caldas C. Molecular profiling of breast cancer: portraits but not physiognomy//breast cancer Res.- 2001.-3.- 77-80.

7.Christie Brown JS, Peston D, et al.Oestrogen and progesterone receptor assessment in core biopsy specimens of breast carcinoma.J Clin Pathol,1997;50:27–9.

8.Fauchikami H., Natori t., Takeda N., Inoue J. Standardized assessment of Ki67 in breast cancer us-

ing virtual slides and an automated analyzetr in comparison to local/central pathological assessmen//Journal of cancer therapy.-2014.-5,141-146.

9. Gomez-FernandezM., Ganjei-Azar P, et al.Immunohistochemistry of estrogen and progesterone receptors reconsidered: experience with 5,993 breast cancers.Am J Clin Pathol2005;123:21–7

10.Hodi Z, Chakrabarti J, Lee AH, et al.The reliability of assessment of oestrogen receptor expression on needle core biopsy specimens of invasive carcinomas of the breast. J Clin Pathol2007;60:299–302.

11..Inwald E.C., Klinkhammr-Shalke m. Ki67 is a prognostic parameter in breast cancer patients;results from a large population-based cohort of a cancer registry// Breast cancer res. Treat.- 2013.-139539-552.12.Nadji M, Gomez-Fernandez C, Ganjei-Azar P, et al.Immunohistochemistry of estrogen and progesterone receptors reconsidered: experience with 5,993breast cancers.Am J Clin Pathol2005;123:21–7

13.Sarakbi W, Salhab M, Thomas V,et al.Is preoperative core biopsy accurate in determining the hormone receptor status in women with invasive breast cancer?Int Semin Surg Oncol 2005;2:15.

14.Usami S, Moriya T, Amari M,et al.Reliability of prognostic factors in breast carcinoma determined by core needle biopsy.Jpn J Clin Oncol,2007;37:250–5.

15.Yanagava W., Kenzo I., kawauchi Sh., Furuya T., Yamamoto Sh., Oka M. luminal A and luminal B (HER2 negative) subtypes of breast cancer consist of a mixture of tumors with different genotype//BMC Research notes.-2012.,5:376.

16.Yersal O., Barutca S. Biological types of breast cancer; prognostic and theraptutic implications // World J of Clin oncol.- 2014.- 593).- 412-424.

**Малов Владимир Михайлович¹, Ерошевская Елена Брониславовна²,
Малов Игорь Владимирович³, Горбунов Александр Евгеньевич⁴**

К ТЕХНИКЕ РАСШИРЕНИЯ РИГИДНОГО ЗРАЧКА ПРИ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ

¹докт. мед. наук, профессор кафедры офтальмологии Самарского государственного медицинского университета, г. Самара

²докт. мед. наук, профессор кафедры офтальмологии Самарского государственного медицинского университета, г. Самара

³докт. мед. наук, зав. кафедрой глазных болезней ИПО Самарского государственного медицинского университета, г. Самара

⁴аспирант кафедры офтальмологии Самарского государственного медицинского университета, г. Самара

Malov Vladimir Mikhailovich¹, Eroshevsky Elena Bronislavovna², Malov Igor Vladimirovich³, Aleksandr Gorbunov⁴

TECHNICAL IMPROVEMENT CATARACT PHACOEMULSIFICATION WITH NARROW RIGID THE PUPIL

¹doctor. honey. Sciences, Professor of the Department of ophthalmology at Samara state medical University, Samara

²doctor. honey. Sciences, Professor of the Department of ophthalmology at Samara state medical University Samara state medical University, Samara

³doctor. honey. Sciences, head. the Department of ophthalmology, Institute of Samara state medical University, Samara

⁴postgraduate student of the Department of ophthalmology at Samara state medical University, Samara

АННОТАЦИЯ

Представлена технология факоемульсификации катаракты с применением разработанного устройства для расширения ригидного зрачка, позволяющего уменьшить операционную травму, дозированно расширить зрачок и защитить его край, уменьшить время проведения операции, снизить вероятность интра- и послеоперационных осложнений у пациентов при наличии узкого ригидного зрачка.

ABSTRACT

The technology of phacoemulsification with the use of the developed device for expansion of a rigid pupil and falciparu original design, allowing to reduce the operating injury, metered to enlarge the pupil and protect his territory, to reduce surgery time, reduce the likelihood of intra - and postoperative complications in patients with narrow rigid the pupil.

Ключевые слова: факоемульсификация, узкий ригидный зрачок.

Key words: phacoemulsification, narrow rigid the pupil.

Наличие узкого ригидного зрачка у больных катарактой является существенным препятствием проведения факоемульсификации. Такая особенность наблюдается у 3,1% - 71% больных с катарактой [2, 3, 6, 7] при сопутствующей патологии в виде псевдоэкзофолиативного синдрома, первичной глаукомы, дистрофии радужки, наличия задних синехий, зрачковой пленки после перенесенного увеита [1, 6, 7, 10, 12-17, 20]. Разработаны оригинальные технологии с использованием механического инструментального растяжения зрачка, надрезов зрачковой края радужки, ирис-крючков, замкнутых устройств (ирис-ретракторов), имплантируемых в область зрачка [2-7, 10, 16-18].

Для равномерного, стабильного, малотравматичного расширения зрачка нами предлагается использовать предложенный ирис-ретрактор [4,16], который позволяет стабильно, равномерно,

малотравматично расширить зрачок, упростить удаление катаракты, имплантацию искусственного хрусталика, а так же защитить зрачковый край радужки во время манипуляций в передней камере глаза.

Цель

Анализ результатов факоемульсификации катаракты у больных с узким ригидным зрачком, проведенной по традиционной и предложенной технологии.

Материал и методы

Анализируются результаты хирургического лечения 44 больных (44 глаза) с катарактой в возрасте от 51 до 76 лет, средний возраст - $62,23 \pm 2,24$ года. Среди сопутствующих заболеваний отмечены псевдоэкзофолиативный синдром у 27, первичная открытоугольная глаукома у 16, первичная закрытоугольная глаукома у 4 пациентов. При поступлении острота зрения составила 0,01 - 0,3 ($0,04 \pm 0,16$), уровень внутриглазного давления - от 14 до 20 мм рт. ст. ($17,71 \pm 1,42$ мм рт. ст.). Всем больным была выполнена факоемульсификация катаракты через роговичный тоннельный доступ и имплантирована интраокулярная линза. Пациенты были разделены на две идентичные по возрасту, степени помутнения хрусталика, плотности ядра, и структуре сопутствующей патологии группы.

В основную группу вошли 22 пациента, которым факоемульсификацию проводили с использованием устройства для дозированного расширения зрачка [16]. Контрольную группу составили 22 пациента, которым выполнена факоемульсификация по традиционной технологии, с применением механического расширения зрачка.

Всем больным имплантировались эластичные интраокулярные линзы с использованием инжектора.

При статистической обработке данных применяли Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

В ходе операции у всех больных основной группы был достигнут необходимый миодриаз с заданной величиной в 5 мм [4, 16]. Затруднений, связанных с имплантацией и извлечением предложенного ирисретрактора, не наблюдалось.

Во время операции у больных контрольной группы отмечались препятствие визуального контроля за наконечником фактоэмульсификатора и чоппера, затруднения при проведении всех этапов операции, что замедляло и усложняло ее течение. Однако осложнений у пациентов этой группы так же не наблюдалось.

В послеоперационном периоде отек роговицы наблюдался у одного пациента основной и у двух – контрольной группы, офтальмогипертензия – у одного пациента основной и у двух – контрольной группы. Послеоперационные осложнения были устранены медикаментозно и не повлияли на результаты хирургического лечения.

В результате хирургического лечения больных с патологией хрусталика в сочетании с узким ригидным зрачком у пациентов обеих групп получены высокие функциональные результаты: острота зрения в раннем послеоперационном периоде составила от 0,5 до 1,0, в среднем – $0,59 \pm 0,41$; через 8 месяцев — $0,92 \pm 0,23$. Визуальные результаты операции, а так же величина послеоперационного астигматизма статистически значимо не отличались между пациентами обеих групп ($p > 0,05$).

Заключение

Предложенная технология фактоэмульсификации катаракты с использованием дозированного расширения зрачка позволяет провести операцию при узком ригидном зрачке, снизить вероятность интра- и послеоперационных осложнений и повысить качество хирургического лечения больных катарактой.

Литература

1. Анисимова С.Ю. Новые подходы к амбулаторному хирургическому лечению открытоугольной глаукомы и сочетания ее с катарактой: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2006. 56 с.
2. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Абсалямов М.Ш., Усубов Э.Л., Бурханов Ю.К. Ультразвуковая фактоэмульсификация катаракты с использованием фемтосекундного лазера при узком ригидном зрачке. Восток — Запад. Точка зрения. 2014. - С. 73-75.
3. Габриелян А.Р., Манасян А.К. Наш опыт применения ирис-ретракторов при фактоэмульсификации осложненных катаракт с ригидным зрачком. // Современные технологии в офтальмологии 2014. Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии - № 3. —м, 2014 С. 29-31.
4. Горбунов А.Е., Ерошевская Е.Б., Малов И.В. К вопросу о расширении ригидного зрачка

при экстракции катаракты //Аспирантский вестник Поволжья. - 2015. - № 5-6 (2). – С. 261-263.

5. Гринев А.Г., Хлопотов С.В., Мальков А.В., Бабинкова Н.А. Первый опыт применения ИРИС-ретрактора новой конструкции // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2010. – М., 2010. – С. 46-50.

6. Ерошевская Е. Б. Интраокулярная коррекция афакии у больных первичной открытоугольной глаукомой: автореф. дис. ... д-ра мед. наук.— Самара, 1997.— 36 с.

7. Зиновьев С.А. Особенности ультразвуковой фактоэмульсификации катаракты у пациентов с узким зрачком: Дис. ... канд. мед. наук. — М., 2003. — 107 с.

8. Каменских Т.Г., Андрейченко О.А., Рязанцева Т.В. Интраоперационные осложнения при хирургии катаракты у больных с псевдоэкзофолиативным синдромом. Федоровские чтения – 2009. VIII Всероссийская конф. с междунар. участием. М., 2009. – С. 121.

9. Карзов А.Н., Сорокин Е.Л. Исследование потенциальных факторов риска интра- и постоперационных осложнений при выполнении фактоэмульсификации на глазах с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой при стойкой нормализации внутриглазного давления // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2010. – М., 2010. – С. 88-91.

10. Копеева В.Г., Андреев Ю.В. Лазерная экстракция катаракты при узком зрачке //Тез. Докл. 7 съезда офтальмологов России, М, 2000.- С. 50.

11. Курышева Н.И. Псевдоэкзофолиативный синдром и псевдоэкзофолиативная глаукома: учебно-метод. пособие. — М., 2008. — 62 с.

12. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Осипова Т.А. «Распространенность псевдоэкзофолиативного синдрома, классификация и результаты хирургического лечения больных при подвывихе хрусталика" //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013.-Том 15, №3(6).-С.1853-1856.

13. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Горбунов А.Е., Банцыкина Ю.В. "Фрагментация ядра хрусталика при фактоэмульсификации у больных псевдоэкзофолиативным синдромом" //Вестник Оренбургского государственного университета №12. - 2015. - С.130-132

14. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Галеева Ф.С., Осипова Т.А., Полунина М.А., Старцев И.С. «Результаты хирургического лечения больных с сублюксацией хрусталика» // Сборник научных трудов научно-практической конференции по офтальмохирургии с международным участием (под ред. профессора М.М.Бикбова), Уфа, 2012.-С. 135-137.

15. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Малов И.В., Осипова Т.А. Сравнительные результаты методов хирургического лечения больных с подвывихом хрусталика XXIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Новые технологии микрохирургии глаза». Вестник Оренбургского государственного университета, 2013. № 4—С. 197-200.

16. Малов В.М., Ерошевская Е.Б., Горбунов А.Е. Устройство для дозированного расширения зрачка. Патент № 155189 на изобретение РФ, 2015. Бюл. №27.

17. Малюгин Б.Э., Семикова М.В., Верзин А.А. и др. Сравнительные результаты экспериментально-клинического исследования зрачковых колец и полимерных ретракторов при фак-

эмульсификации на глазах с недостаточной диафрагмальной функцией радужки // Офтальмохирургия. — 2003. — № 3. — С. 18-25.

18. Ораби М. Оптимизация передней капсулотомии при экстракции катаракты, сочетанной с узким и ригидным зрачком: Дис. ... канд. мед. наук. — М., 2006.

19. Сметанкин И.Г. Фактоэмульсификация катаракты в лечении больных с сочетанной патологией хрусталика // СТМ. — 2011. — № 3. — С. 147-149.

20. Ходжаев Н.С. Хирургия катаракты с использованием малых разрезов: клинико-теоретическое обоснование: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.,

2000. - 48 с.

**Савранский Филипп Захарович¹, Сулимов Анатолий Филиппович²,
Симахов Роман Вячеславович³, Гришин Петр Олегович⁴,
Кушнир Евгений Николаевич⁵**

РОЛЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ В ПРОЦЕССЕ ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ. ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОВЕРХНОСТИ HST™ ИМПЛАН- ТАТОВ КОМПАНИИ HUMANA DENTAL GMBH.

¹доктор мед. наук, профессор научный консультант компании Humana Dental GmbH Германия,

²доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии ГБОУ ВПО ОмГМУ, Россия, г. Омск

³ ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии
ГБОУ ВПО ОмГМУ, Россия, г. Омск.

⁴канд. мед. наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии ГОУ ВПО «Казанский ГМУ»
Россия, г. Казань.

⁵ассистент кафедры ортопедической стоматологии ОМУ Украина г. Одесса

THE ROLE OF THE SURFACE QUALITY OF DENTAL IMPLANTS IN THE PROCESS OF OSSEOINTEGRATION. INNOVATIVE SURFACE IMPLANT SYSTEM HST™ COMPANY HU- MANA DENTAL GMBH.

Savransky Philip Z. Doctor of Medical Science, professor, scientific consultant for Humana Dental GmbH, GERMANY
Sulimov Anatoli F. - Doctor of Medical Science, professor, Department of Maxillo - facial surgery, SBEI HVT Omsk SMU MINZDRAVA, RUSSIA

Simakhov Roman V. – MD, Department of Maxillo - facial surgery, SBEI HVT Omsk SMU MINZDRAVA, RUSSIA

Grishin Petr O. – PhD, associated professor, Department of Maxillo - facial surgery, SBEI HVT Kazan SMU MINZDRAVA, RUSSIA

Kushnir Evgeny MD, Assistant Department of Prosthetic Dentistry ONMU Ukraine Odessa ,

Аннотация. В статье представлены результаты исследования на SEM, EDS и XPS – X-ray динамика улучшения поверхностей имплантатов SLA и RBM модифицированными методами. Разработанная новая технологическая концепция обработки поверхности имплантатов компанией Humana Dental GmbH HST™ дала возможность получить хорошо структурированную и абсо-

лютно чистую поверхность идентичную поверхности имплантатам ведущих мировых производителей и соответствующую международным стандартам ISIS необходимую для успешной остеointegrации.

Abstract. The article presents the results of a study on the SEM, EDS and XP5 - X-ray dynamics improve and SLA implant surfaces modified RBM

methods. A new technological concept of surface treatment of implants by Humana Dental GmbH HST™ made it possible to obtain a well-structured and completely clean surface identical to the implant surface leading manufacturers and relevant international standards ISIS necessary for successful osseointegration.

Ключевые слова; методы SLA, RBM и HST™, имплантаты, остеоинтеграция, структурированная пористая поверхность.

Keywords; Methods SLA, RBM and HST™, implants, osseointegration, structured porous surface.

Дентальная имплантология, применяемая для восстановления дефектов зубного ряда, хорошо зарекомендовала себя как с функциональной, так и с эстетической точки зрения. По своей эффективности она превосходит любую альтернативную методику. По данным ряда авторов, у подавляющего большинства пациентов темп убыли костной ткани, прилегающей к имплантатам, примерно такой же, как и ткани вокруг натуральных зубов (Schou S.2008). Поэтому в подобных случаях протезирование на основе зубных имплантатов желательно, а порой и необходимо. Сами имплантаты стали гораздо совершеннее и появились новые методы комплексного лечения, однако базовая идея остеоинтеграции осталась в силе. В последнее десятилетие усилия ученых сосредоточены на улучшение приживаемости имплантатов, на их долговечность, на ускорение процесса имплантации, на улучшения качества материалов и усовершенствования эффективных методов комплексного лечения (Wong et al 1995). Успехи современной имплантологии во многом объясняется прогрессом в области биотехнологии и материаловедения. Наиболее приемлемым типом взаимодействия между имплантатом и костной тканью принято считать остеоинтеграцию. Анализ литературных данных свидетельствует о наличии нескольких составляющих, обуславливающих процесс остеоинтеграции: форма и геометрия имплантата, объем костной ткани, микроструктура поверхности. (Воложин Г. А. и др. 2009). При этом доминирующая роль отводится микроструктуре и чистоте поверхности имплантата (Esposito et. al, 1998, Павленко А. В. И др. 2009).

От формы и структуры поверхности внутрикостной части имплантатов существенно зависит способность к согласованному взаимодействию биомеханической системы «зубной протез-имплантат-костная ткань» (Wennenberg A et. al 1996, Pebe P.et al. 1997 Hansson S et al.1999, Taba J et al. 2003).

Поверхность дентального имплантата в определённой степени влияет на исходную фазу биологического ответа на введенный имплантат и

таким образом оказывает воздействие на окружающие ткани. Пролиферация и дифференцировка остеобластов на поверхности имплантата зависит от микроструктуры этой поверхности. Шероховатые поверхности имплантата существенно поддерживают процесс остеоинтеграции, в частности, в контексте одновременно проводимых мероприятий по аугментации (Zanz R. A. et. al 2006, Duddeck D et al. 2014) Кроме того доказано, что шероховатая поверхность титановых сплавов, используемых в хирургической стоматологии, обладает большим контактом и смачиваемостью по сравнению с гладкой поверхностью (Kieswetter R et al. 1996, Davidas J et al. 2000) Наличие шероховатости, пор и кратеров, определенного размера на поверхности внутрикостной части дентального имплантата способствует адсорбции белков, механическому прикреплению к поверхности материала волокон фибрина и коллагена, адгезии остеогенных клеток, фибро- и остеобластов, а также синтезу специфических белков и факторов роста, что в конечном счете позволяет достичь увеличение площади костной интеграции (Breeth P. M. et al. 2004).

У имплантатов с шероховатой поверхностью наблюдается ускоренный процесс остеоинтеграции Ускорение процесса остеоинтеграции может быть достигнут как путем устранения отрицательных условий внедрения имплантата либо за счет оптимизации материалов и собственно его поверхности, что в значительной степени повлияет на уровень ответной реакции костной ткани (Davidas J. E. 2000).

При этом подчеркивается, что рельеф позволяет значительно увеличить удельную площадь поверхности имплантата взаимодействующей с костью, что повышает силу его интеграции с последней и снижает уровень механического напряжения в окружающих структурных единицах кости. Имплантаты с указанными характеристиками демонстрируют наибольшее сопротивление при выполнении теста на выкручивание, что также можно расценить как положительный признак (Testoni T et al.2001, Cooper K. et al. 2003).

С учетом вышесказанного большинство исследований направлено на улучшение поверхности имплантатов, что даст возможность активизации механизмов стимулирующих процесс остеоинтеграции. Так по данным (Cochran D. L. 1998) микропротравливание способствует селективной репопуляции определенных тканей на имплантате. В последние годы основными методами обработки поверхности дентальных имплантатов являются плазменное напыление кальцийфосфатной керамики, анодирование (анодное оксидирование), воздушно абразивный метод с дальней-

шей протравкой кислотой SLA и RBM, плазменное напыление титанового порошка, лазерная обработка (Цыганков А. И. 2013) Наряду с рядом положительных характеристик всем технологиям обработки поверхности присущи определенные недостатки, что не дает возможность считать их идеальными. В настоящее время проводятся исследования по применению нанотехнологий в создании соответствующих поверхностей имплантатов. Топография поверхности в нанометрическом измерении играет важную роль в адсорбции протеинов и адгезии остеобластических клеток, что значительно усиливает остеоинтеграцию (Cooper L. F. 2000). Однако воспроизведение шероховатой поверхности в нанометрическом диапазоне химическими методами сложная процедура. До недавнего времени было невозможно провести объективный сравнительный анализ качества поверхности между различными дентальными имплантатами.

Многие исследовательские группы и производители имплантатов разработали методики улучшения микроморфологической структуры поверхностей имплантатов с целью дальнейшего повышения частоты успешной имплантации и для обеспечения ранней нагрузки введенных имплантатов (Винников Л. И. с соавт. 2015).

Ситуация кардинально изменилась после публикации в журнале Poseido фундаментального исследования, проведенного международной группой ученых. Для оценки качества были использованы два критерия анализа поверхности: химический и морфологический (Davidas J. P. 2014). Результаты исследования позволили ввести стандарты идентификации для количественной оценки качества дентальных имплантатов ISIS (Implant Surface Identification Standart). Таким образом, были созданы предпосылки для проведения сравнительной оценки микроструктуры и чистоты поверхности дентальных имплантатов различных производителей.

Целью исследования явилось улучшения качества поверхности имплантатов с помощью новых технологических приемов модифицирования уже существующих методов SLA и RBM, а также создание и сравнительная оценка инновационной системы поверхности HSTTM имплантатов компании Humana Dental GmbH с имплантами ведущих производителей.

Материалы и методы исследования.

Исследования проведены на имплантатах компаний Straumann, Alfa-Bio, Provital, Blue Sky Riter Concept, In Kone Universal, Zimmer, MIS, GC Corporation, Humana, DOT и другие.

Анализ структуры и чистоты поверхности изучены на микрофотографиях, полученных с по-

мощью электронного микроскопа (SEM) (увеличение 500, 2000, 3000). Химические свойства образцов изучены методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), базирующегося на анализе энергии эмиссии ее рентгеновского спектра и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS-X-ray photoelectron spectroscopy).

Применение этих методов дает возможность получить максимальную структурную характеристику поверхности имплантатов и с высокой точностью определить содержание всех элементов (кроме водорода и лития) на поверхностном слое исследуемого образца.

Для оценки количественного показателя качества дентальных имплантатов руководствовались рекомендациями FDA и CE и международной группы исследователей, предлагающих для этой цели международный стандарт ISIS (Implant Surface Identification Standart).

Результаты исследования и их обсуждение.

Подавляющее большинство дентальных имплантатов в мире имеют один из двух видов поверхности: поверхность SLA (Sand blasting Large grid Acid etching) и RBM (Resorbable Blasting Media). Основным преимуществом поверхности SLA является хорошо развитая пористость с кратерами диаметром 2-5 микрон. Концепция поверхности SLA заключается в улучшении взаимодействия между костной тканью и поверхностью имплантата за счет увеличения ее микрошероховатости. В то же время кислотное травление не всегда обеспечивает полное удаление с поверхности частиц окиси алюминия после струйной обработки. Поверхность RBM абсолютно чистая и структурированная. Недостатком этого метода является при наличии шероховатости поверхности минимальное количество структурно организованных кратеров, которые ответственны за успешную остеоинтеграцию. Обе обработки включают множество стадий, каждая компания разрабатывает свою технологию, от которой, включая искусство производителя, зависит качество поверхности имплантата.

Несмотря на ряд выявленных недостатков, большинство производителей используют при обработке дентальных имплантатов технологию SLA и RBM. Согласно исследованиям международной группы Poseido все недостатки этих технологий, обнаруженные в результате исследования качества имплантатов ведущих производителей относятся не к методам, а рассматриваются в качестве издержек во время производства, которые следует избегать. Загрязнения являются показателем стандартизации промышленной обработки и контроля качества изделий. Использо-

ние новых технологических приемов, стандартизация промышленной обработки и тщательный специальный контроль на всех этапах изготовления имплантатов позволили значительно улучшить поверхность SLA.

В соответствии с рекомендациями ISIS, степень чистоты поверхности дентальных имплантатов оценивается методом XPS. В таблицах 1,2 показана динамика улучшения качества поверхности имплантатов компании Humana Dental GmbH, в сопоставлении с известными в мире производителями имплантатов SLA

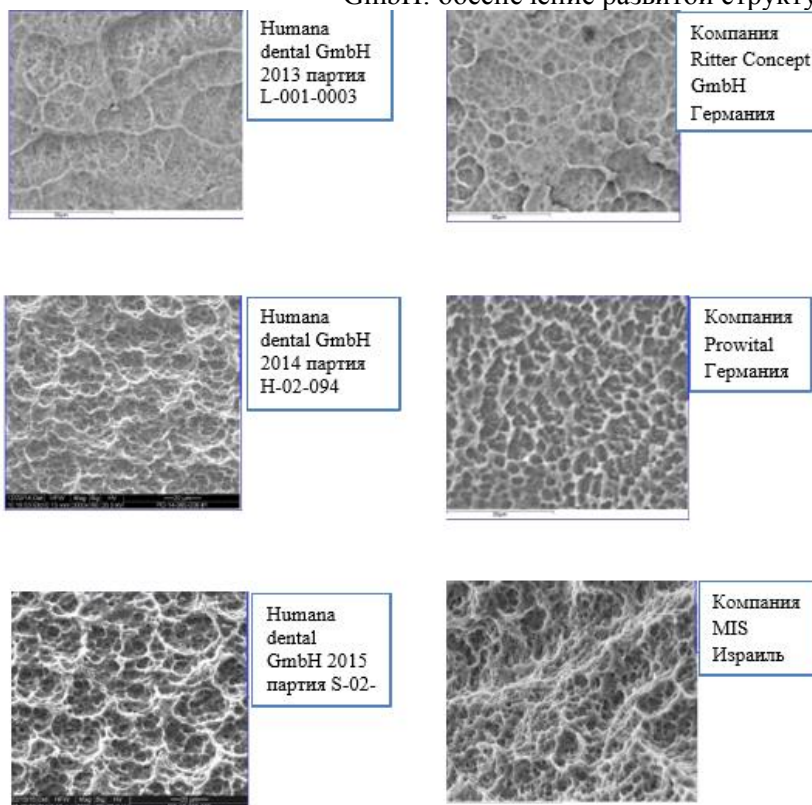
Табл. 1

Динамика улучшения качества поверхности имплантатов компании Humana Dental GmbH: отсутствие загрязнений.

Компания, номер партии, год производства	Содержание элементов по результатам XPS, атомные %						
	Элементы, характерные для оптимальной незагрязнённой поверхности имплантата						Общее содержание загрязняющих элементов
	Ti	V	Al	C	O	N	
Humana Dental GmbH, L-001-0028, 2013	11.8	0.0	2.0	34.9	45.9	1.2	4.2
Компания Magitech, Франция	8.4	0.2	9.3	23.4	51.2	0.4	7.1
Humana Dental GmbH, H-02-094, 2014	18.1	0.2	3.3	25.0	50.9	1.1	1.4
Компания BlueSky Bio, США	16.3	0.2	2.0	25.7	53.3	1.1	1.4
Humana Dental GmbH, S02-005, 2015	18.6	0.2	2.5	24.5	53.3	0.9	0

Табл.2

Динамика улучшения качества поверхности имплантатов компании Humana Dental GmbH: обеспечение развитой структуры поверхности



Структура поверхности дентальных имплантатов оценивалась с помощью электронного микроскопа (SEM). Чем более развита поверхность (больше пор, большая глубина), тем лучше структура поверхности. Микрофотографии при увеличении 2000 показали динамику улучшения структуры поверхности имплантатов компании Humana Dental GmbH, в сопоставлении с известными в мире производителями имплантатов.

Поверхность Hybrid Surface Treatment technology – HST™

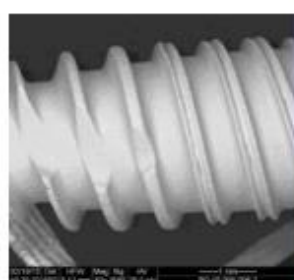
Компания Humana Dental Implants Accessories GmbH разработала новую концепцию технологического процесса обработки поверхности имплантатов. Эта концепция базируется на уникальном методе обработки поверхности имплантатов Clean&Porous, предложенной и апробированной ведущей мировой компанией Finish Line Ltd (Израиль), специализирующейся в сфере обработки металлических поверхностей. Поверх-

ность HST™, как и при технологии RBM, формируется путем струйной обработки имплантатов абразивным фосфатом кальция. Последующая отмывка в отличие от метода SLA проводится в слабых кислотах, что исключает воздействие на титан. Специальная поверхностная обработка позволяет создать высоко структурированную поверхность с необходимыми порами диаметром 2-5 микрон.

Инновации, применяемые на каждом этапе технологического процесса HST™ дали возможность получить высокоразвитую шероховатость и пористость равную SLA и абсолютно чистую поверхность, характерную для RBM. В то же время поверхность HST™ свободна от присущих им недостатков (опасность неполного удаления абразивных частиц в случае применения SLA и отсутствие четкой структуры поверхностной топографии при технологии RBM). В таблицах 3,4,5,6 приводятся данные по сопоставлению качества поверхности HST™ с другими производителями.

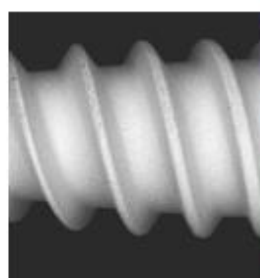
Табл.3

Поверхность HST™ в сопоставлении с ведущими компаниями. Чистота поверхности по оценке SEM (микрофотографии при увеличении *50).



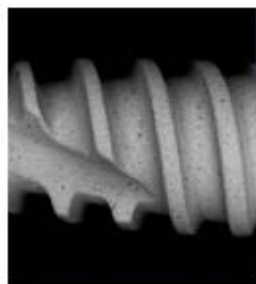
Humana Dental GmbH
HST™ партия S-02-013

Исключительн
о чистая
поверхность



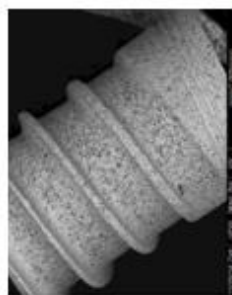
DOT Германия RBM

Исключительн
о чистая
поверхность



Известный на
рынке

Загрязнённая
поверхность



Известный на рынке
производитель SLA

Очень
загрязнённая
поверхность

Табл. 4.
Поверхность HST™ в сопоставлении с ведущими компаниями
Чистота поверхности по оценке XPS

Компания, номер партии, вид обработки поверхности			Содержание элементов по результатам XPS, атомные %							Чистота поверхности
			Элементы, характерные для оптимальной незагрязнённой поверхности имплантата						Общее содержание загрязняющих элементов	
			Ti	Al	V	C	O	N+P+Ca		
Humana Dental GmbH HST™	S02018	верх	19.3	4.9	0.3	27.1	48.4	0.0	0.0	Чистая поверхность
		низ	20.0	4.0	0.2	21.8	54.0	0.0	0.0	
	S02-019	верх	19.8	4.4	0.3	25.5	50.0	0.0	0.0	
		низ	20.0	4.3	0.2	23.3	52.2	0.0	0.0	
GC Corporation Япония, SLA			19.2	2.2	0.3	24.2	53.3	0.8	0.0	
Blue Sky Bio США, RBM			15.0	1.3	0.2	18.1	58.4	7.0	0.0	
InKoneUniversal Франция, SLA			20.9	1.5	0.5	18.5	57.2	0.8	0.6	Загрязнённая поверхность
Zimmer США, RBM			15.4	1.5	0.0	22.5	54.1	2.6	3.9	

Табл. 5.
Поверхность HST™ в сопоставлении с ведущими компаниями.
(увеличение 2000 и 5000) Структура поверхности HST™ по оценке SEM.

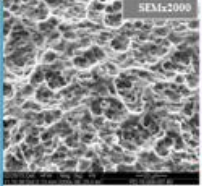
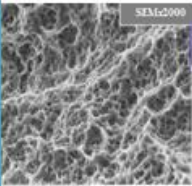
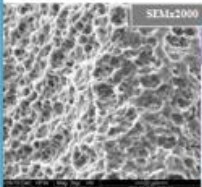
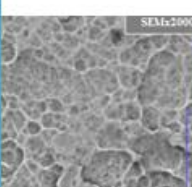
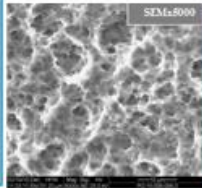
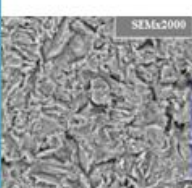
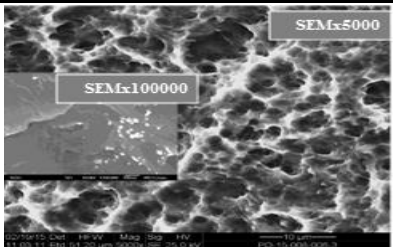
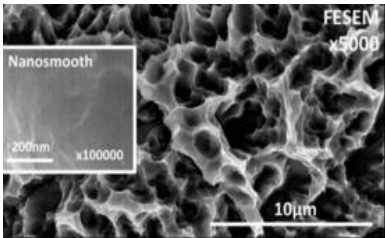
HST™ Humana Dental GmbH: чётко выраженная пористая структура поверхности		Humana Dental GmbH партия S02-016	Пористая структура разных видов поверхности у разных производителей		MIS Израиль SLA
		Humana Dental GmbH партия S02-019			Ritter Concer GmbH Германия SLA
		Humana Dental GmbH партия S02-013			AB Dental Израиль RBM
					Чётко выраженная пористая структура
					Слабо выраженная пористая структура
					Характерная для RBM хаотичная пористая структура

Табл.6 Представление поверхности HSTTM по схеме вновь разрабатываемого Международного Стандарта ISIS

Идентифицирующая карта (частичная) поверхности имплантата «HST™» компании Humana Dental GmbH и «Genesio» японской компании GC Corporation в соответствии с вновь разрабатываемым стандартом ISIS (Implant Surface Identification Standard).							
HSTTM Humana Dental GmbH				GC Genesio Plus ReV (GV Corporation, Tokyo, Japan) Ref68472Batch1109121			
XPS Surface Chemical Composition, atomic%				XPS Surface Chemical Composition, atomic%			
Ti	2	C	23.3%	24.	2	Pollutions	0
Al	4	O	52.2%	2%	1.8%		.0%
V	0	Pollu	0.0%	53.	0		
	.2%	tions		4%	.6%		
Source of information: SEM and XPS analysis at University Nano-scale testing Labs				Source of information: POSEIDO.2014;2(1):37-55			
							

Сопоставление качественных характеристик HST™ и Genesio японской компании GC Corporation выявил идентичность чистоты и структурирования их поверхностей. Следует отметить, что имплантат Genesio отмечен международной группой составителей стандарта ISIS, как лучший из 63 проверенных имплантатов всех ведущих мировых компаний.

Закключение.

Из всех составляющих, которые определяют уровень остеоинтеграции и долговечность имплантата, выделяют его микрогеометрическую структуру поверхности (шероховатость, пористость и чистоту). Имплантаты с такой характеристикой способствуют более быстрой и полноценной остеоинтеграции. При этом поверхность дентального имплантата влияет на исходную фазу биологического ответа на введенный имплантат и таким образом воздействует на окружающие ткани. Сравнительный анализ поверхностей имплантатов обработанных методами SLA и RBM показал, что, несмотря на надежность этих методов, каждый из них имеет недостатки, которые не позволяют считать их идеальными согласно международному стандарту ISIS (Implant Surface Identification Standard). Новая концепция технологического процесса обработки поверхности дентальных имплантатов в сочетании с поэтапным

тщательным контролем и особыми технологическими приемами позволили компании Humana Dental GmbH получить уникальную структурированную и абсолютно чистую поверхность, отвечающим уровню лучших мировых компаний и требованиям ISIS. Все это положительно влияет на первичную фиксацию, надежность остеоинтеграции и соответственно дает возможность ускорить начало протезирования.

Список литературы.

1. Винников Л.И., Савранский Ф. З., Симахов Р. В., Гришин П. О. Сравнительная оценка поверхностей имплантатов обработанных технологиями SLA, RBM и Clean&Porous. Современная стоматология 2015, 2 стр. 104-108.
2. Винников Л. И. Савранский Ф. З., Симахов Р. В., Гришин П. О. Преимущества Clean&Porous нового технологического метода обработки поверхности дентальных имплантатов. Scintific Journal "Science Rise" 2015 2\4 (7) стр.61-67.
3. Воложин Г. Ф., Алехин А. П., Маркеев А. М., Тетюхин Д.В., Козлов Е. Н. Влияние физико-химических свойств поверхности титановых имплантатов и способов их модификации на показатели остеоинтеграции. Часть 1. Основные показатели остеоинтеграции в зависимости от свойств поверхности. Ж-л. Институт стоматологии 2009, 3 81-83.

4. Павленко А.Б., Горбань С.А., Илык Р.Р., Штеренберг Б. (2009). Поверхность имплантата, её роль и значение в остеоинтеграции. Современная стоматология, 4, 101-108.
5. Цыганков А. И. Вестник Пензенского государственного университета.-2013-2-с.112-117
6. Brett PM, Harle J, Salih V, Mihoc R, Olsen J, Jones FH et al. Roughness response genes in osteoblasts. Bone 2004; 35:124-33.
7. Cooper L.F. (2000). A role for surface topography in creating and maintaining bone at titanium endosseous implants. J. Prosthet. Dent., 84, 522-534.
8. Cochran D. L. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sunblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. Journal of Biomedical Materials Research.- 1998.- vol.40, Issue 1, P,1-11
9. Davidas J. P. Poseido Journal volume; 2(1) p1-104 march 2014.
10. Davidas J. E/ The cellular cascades of wound healing/ In: Bone engineering. Toronto: em squared, 2000, 81-93.
11. Duddeck D. Iranpour S. Derman M. A. Neugebauer J. Zoller J. E. Издание: Новое в стоматологии, 2014 №5, стр. 2-14.
12. Esposito M. Hirsche J.M. Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants//etiopathogenesis eur j oral Sci 1998; 106 721-764.
13. Hansson S, Norton M The relation between surface roughness and interfacial shear strength for bone-anchored implants. A mathematical model. J Biomech 1999; 32:829-36.
14. Kieswetter R, Schwartz Z, Hummert TW, Cochran DL, Simpson J, Dean DD, Boyan BD, Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast-like MG-63 cells. J Biomed Mater Res 32, 1996, 55-63.
15. Pebe P., Bardot R, Trinidad I, Pesguaro A, Lucente I, Nishimura R, Nash H. Countertogque testing and histomorphometric analysis of various implant surfaces in canines: a pilot study. Implant Dent 1997; p. 6 256-265.
16. Sanz R.A., Qvarzum A., Farias, D. & Diaz I. (2006). Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. J. Oral. Impl., 64-67.
17. Schou S. Implant treatment in periodontitis-susceptible patients: a systematic review. J. Oral Rehabil. 2008, Jan 35 Suppl. 1: 9-22.
18. Taba Junior M, Novaes Junior AB, Souza SL, Irsi MF, Palioto DB, Pardini LC. Radiographic evaluation of dental implants with different surface treatments: an experimental study in dogs. Implant Dent 2003; 12:572-8.
19. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter S. A prospective multicenter clinical study of the osseointegration of implants four-year interim report. Int J Oral Maxillofac Implants 2001; 16:193-200.
20. Wennerberg A, Albrektsson T, Albrektsson B, Krol JJ. Histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. Clin Oral Implant Res 1996; 6:24-30.
21. Wong M, Eulenberger J, Schenk R, Hunziker E. Effects of surface topography on the osseointegration of implant materials in trabecular bone. J Biomed Mater Res 1995; 29:1567

Чумаченко Наталья Владимировна

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ЧРЕСКОЖНОЕ КОРОНАРНОЕ ВМЕШАТЕЛЬСТВО ПО ПОВОДУ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА БЕЗ СТОЙКОЙ ЭЛЕВАЦИИ СЕГМЕНТА ST.

*аспирант кафедры пропедевтики внутренних болезней и терапии
Одесского национального медицинского университета
г. Одесса, Украина*

Chumachenko Natalia Vladimirovna

FEATURES OF METABOLIC CORRECTION IN PATIENTS UNDERGOING PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION FOR ACUTE CORONARY SYNDROME WITHOUT ST-SEGMENT ELEVATION

*Postgraduate of the Department of Propaedeutics of Internal Disease and Therapy
Odessa National Medical University
Odessa, Ukraine*

Резюме. В статье представлены данные об улучшении эффективности лечения (уменьшении эндотелиальной дисфункции, сосудистого воспаления, инсулинорезистентности, стабилизации обмена липидов, улучшению сегментарной сократимости левого желудочка) у пациентов с ишемической болезнью сердца и метаболическим синдромом, перенесших чрескожное коронарное вмешательство по поводу острого коронарного синдрома без стойкой элевации сегмента ST путем добавления к базовой терапии препарата триметазидин в дозе 35 мг 2 раза в сутки в течении 10.64 ± 2.27 мес.

Ключевые слова: чрескожное коронарное вмешательство; метаболический синдром; триметазидин.

Summary. The article presents data on the improvement of the effectiveness of the treatment in patients with coronary artery disease and metabolic syndrome after percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome without persistent ST-segment elevation by additional therapy with trimetazidine, 35 mg 2 times a day, during 10.64 ± 2.27 months: reduction of endothelial dysfunction, vascular inflammation, insulin resistance; stabilization of lipid metabolism; increase of segmental left ventricular contractility.

Keywords: percutaneous coronary intervention, metabolic syndrome, trimetazidine.

Вступление. В последние годы достигнуты значительные успехи в вопросах диагностики и лечения пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), однако эта проблема остается одной из первых среди причин смертности и инвалидизации населения в мире. Одним из факторов, который способствует раннему возникновению и отягощает течение ИБС, выступает метаболический синдром (МС).

По мнению экспертов, МС рассматривается «пандемией» XXI столетия, а количество пациентов увеличивается ежегодно. Распространенность МС среди населения Европы старше 30 лет составляет 10-20%, в США - 34% (и около 44% в возрастной категории 50 лет в этих регионах) [17]. На фоне МС риск развития сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается вдвое [18], а общая летальность - в 1,5 раза [24]. Последние испытания показали высокую распространенность МС среди больных острым инфарктом миокарда (ОИМ), которая варьирует от 37% (Япония) до 50% (США, Франция). Важной, с точки зрения социальной значимости, является высокая частота МС у больных с ОИМ моложе 45 лет. По некоторым данным, распространенность МС среди этой категории пациентов достигает 66% [5]. Учиты-

вая, что 4-хлетняя смертность при остром коронарном синдроме без подъемов ST (ОКС без ST) превышает аналогичный показатель при остром коронарном синдроме со стойкой элевацией ST (ОКС с ST) в 2 раза [16], проблема улучшения долгосрочного прогноза пациентов, перенесших ОКС без ST требует критического переосмысления.

Несмотря на значительный прогресс в эндоваскулярных методах диагностики и лечения ИБС, актуальным остается вопрос периперационного повреждения и воспаления миокарда при чрескожном коронарном вмешательстве (ЧКВ), которое возникает в месте микроэмболизация, и приводит к ухудшению дальнейшего прогноза. Таким образом, нерешенной остается проблема профилактики и ранней коррекции сердечно-сосудистых осложнений у пациентов, перенесших ЧКВ по поводу острых и хронических форм ИБС.

В этом направлении ежегодно растет интерес практических специалистов к вопросу концепции метаболической защиты миокарда после коронарной интервенции, что обусловлено получением данных по поводу улучшения качества жизни и течения сердечно-сосудистой патологии на фоне добавления кардиопротекторной терапии [4].

Важным патогенетическим аспектом, повышающим вероятность «реперфузионного» синдрома при ЧКВ на фоне МС выступает эндотелиальная дисфункция (ЭД) [9]. Эндотелий-зависимые медиаторы играют значительную роль в сосудистом гомеостазе. Более того, сегодня ЭД является биологической мишенью для фармакологического вмешательства, а возможность ее мониторинга учитывается при оценке эффективности проводимой терапии [2]. Одним из биомаркеров ЭД выступает асимметричный диметил-L-аргинин (АДМА) - эндогенный ингибитор NO-синтазы. АДМА рассматривается независимым фактором прогрессирования атеросклероза, сердечно-сосудистой и общей летальности [15, 23, 25].

Цель работы: рассмотреть особенности клинического течения ИБС на фоне МС после перенесенного ЧКВ по поводу ОКС без ST, повысить эффективность лечения пациентов с данной патологией путем коррекции ЭД при добавлении пролонгированной терапии препарата триметазидин.

Материалы и методы: нами было обследовано 66 пациентов, которые были urgently госпитализированы в клинику по поводу ОКС без ST. Критерии включения: 1) возраст 40-75 лет; 2) ЧКВ с имплантацией drug-eluting stents (DES) по поводу ОКС без ST; 3) фракция выброса левого же-

лудочка (ФВ ЛЖ) (по Simpson) на момент включения по данным эхокардиоскопии (ЭхоКС) не менее 40%; 4) наличие МС. Критерии исключения: 1) неконтролируемая артериальная гипертензия (АГ) с уровнем систолического артериального давления (АД) более 180 мм рт.ст. и / или диастолического АД более 110 мм. рт. ст. в состоянии покоя на фоне приема не менее трёх гипотензивных препаратов; 2) скорость клубочковой фильтрации (СКФ) менее 60 мл / мин / 1.73 м²; 3) общие противопоказания к терапии триметазидином.

На вторые сутки после ЧКВ пациенты были распределены на две группы путем простой рандомизации. Пациенты группы I (n = 31) получали стандартную терапию по протоколу. Пациентам группы II (n = 35) был дополнительно назначен препарат триметазидин ("Предуктал MR", Servier, Франция) в дозе 35 мг 2 раза в сутки в течение 1 года.

Пациенты были активно приглашены в клинику через 1 год, где было проведено общеклиническое обследование, а также определение АДМА и высокочувствительного С-реактивного белка (вСРБ). При проведении ЭхоКС дополнительно рассчитывалась ФВ ЛЖ методом сегментов [30]. Уровень АДМА определялся методикой иммуноферментного анализа с применением тест-системы "ADMA" ("Immunodiagnostik", Германия). Референтные величины: 0,26 - 0,64 мкмоль / л. Концентрацию вСРБ (референтный интервал 0 - 0,5 мг / л) также измеряли путем ELISA («DRG», США). Наличие критериев МС оценивали согласно рекомендациям NCEP ATP-III 2001 г., пересмотр 2005 г. [13].

Соответствие этическим стандартам. Исследования проведены в соответствии с директивами локальной этической комиссии, рекомендациями "Надлежащей клинической практики" (Good Clinical Practice).

Во время проведения рандомизации все участники исследования подписали информированное согласие. Авторами приняты все меры для обеспечения анонимности пациентов.

Статистическая обработка представленных данных проводилась с помощью программной системы Statistica (версия 8.0) с расчетом среднего арифметического, стандартного отклонения, с учетом методов выявления различий для качественных (χ^2) и количественных (t) переменных. Разница считалась достоверной при уровне $p < 0.05$ [6].

Результаты и их обсуждение. Обследуемые группы достоверно не отличались по основным клинико-анамнестическим (возраст, пол, ожирение, АГ, курение в анамнезе) и лабораторно-инструментальным характеристикам. Срок

от начала болевого синдрома до госпитализации соответствовал (18.3 ± 6.5 , часа) в I группе и (21.1 ± 7.2 , часа) во II группе.

Период наблюдения составил 11.2 ± 1.43 мес. Интересен полученный факт уменьшения абсолютного количества пациентов, отвечающих критериям МС в обеих группах до 24 (74.2%) в группе I и 27 (77.1%) в группе II. Эти данные свидетельствуют о долгосрочном достаточно высоком уровне комплаенса со стороны пациентов, соблюдении рекомендаций не только по медикаментозной терапии, но и модификации жизни, физических нагрузок.

В то же время, в группе II получены достоверно ($p < 0.05$) более низкие показатели липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) (3.96 ± 0.62 , ммоль / л) и липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) (0.78 ± 0.09 , ммоль / л) по сравнению с показателями группы I (4.29 ± 0.71 , ммоль / л и 0.78 ± 0.09 , ммоль / л, соответственно).

Атеросклеротическое поражение рассматривают как форму хронического воспаления с выраженным аутоиммунным компонентом. Одним из первых механизмов проатерогенного действия является развитие системного оксидантного стресса, и, как следствие, изменение структуры стенок магистральных сосудов, прогрессирование ЭД и метаболическая дисфункция: дислипидемия, инсулинорезистентность (ИР). Последние, в свою очередь, приводят к дальнейшему прогрессированию свободнорадикального воспаления. Нет данных многоцентровых исследований, по улучшению показателей липидограммы и уменьшения ИР на фоне длительного приема триметазидина, но накапливается база данных о наличии «плейотропных» эффектов этого препарата (антиатеросклеротических, противовоспалительных и стресс-лимитирующих) [7]. На фоне приема триметазидина вышеописанные интегративные механизмы приводят к уменьшению АДМА [14, 20] и вСРБ [1, 19, 21], имея прогностическое значение со стороны ЭД и внутрисосудистого воспаления при МС. Так, были получены достоверно меньшие уровни вСРБ в группе II (2.39 ± 0.31 , нмоль / л) по сравнению с группой I (3.12 ± 0.43 , нмоль / л), ($p = 0.031$) а также достоверно ($p < 0.001$) более низкие показатели АДМА в группе II (0.61 ± 0.09 , мкмоль / л) по сравнению с группой I (0.65 ± 0.08 , мкмоль / л).

Данные литературы свидетельствуют, что прием триметазидина уменьшает проявления контраст-индуцированной нефропатии после ЧКВ в различных категориях пациентов [2, 22, 27]. Полученные результаты по улучшению СКФ у пациентов фоне длительного приема триметазидина (79.21 ± 8.11 мл / мин / 1.73м²) по сравнению с группой I (74.14 ± 9.0 мл / мин / 1.73м²), ($p = 0,023$)

имеют несколько патогенетических механизмов. Во-первых, это уменьшение ИР, оцененной нами по индексу НОМА (8.60 ± 3.92 , мкЕД / мл) и (6.83 ± 2.04 , мкЕД / мл), ($p = 0.041$) для групп I и II, соответственно; во-вторых, подавление образования свободных радикалов, внутрисосудистого воспаления, улучшение почечного кровотока.

Интересными оказались данные по оценке показателей систолической функции ЛЖ пациентов через 1 год после ЧКВ. Известно, что прием триметазидина улучшает систолическую и диастолическую функцию сердца после перенесенного ОКС, а также при ИБС на фоне сахарного диабета [3, 8, 10, 26]. Расчет ФВ ЛЖ по Simpson, не показал достоверной разницы между данными групп I и II: 49.41 ± 6.67 , % и 50.24 ± 3.93 , %, ($p = 0.067$), соответственно. В то же время, ФВ, измеренная с учетом сегментарной сократимости ЛЖ, была достоверно выше у пациентов, принимавших триметазидин (51.29 ± 4.14 , %) по сравнению с группой I (50.71 ± 5.12 , %) ($p = 0.043$). Этот феномен подтверждает гипотезу возможности уменьшения процессов гибернации миокарда на фоне кардиопротекторной терапии триметазидином у пациентов, перенесших коронарное стентирование [28].

Выводы: долгосрочное добавление триметазидина к базисной терапии пациентов с МС, перенесших ЧКВ по поводу ОКС без ST, приводит к улучшению эффективности лечения, а именно: уменьшению ЭД, сосудистого воспаления и ИР, стабилизации обмена липидов, улучшению сегментарной сократимости ЛЖ.

Конфликт интересов: отсутствует.

Список литературы

1. Барсуков А. В. Триметазидин модифицированного высвобождения в лечении пациентов с тяжелым течением хронической ишемической болезни сердца: от теории к реальной клинической практике / А. В. Барсуков, Д. В. Глуховской // Consilium medicum. Кардиосоматика. – 2014. – Т. 5. – № 1. – С. 11 - 17.
2. Березин А. Е. Роль эндотелиальной дисфункции в развитии кардиоваскулярных заболеваний: перспективы фармакологической коррекции донаторами оксида азота / А.Е. Березин // Укр. Мед. Часопис. – 2015. – № 5. – С. 50 – 54.
3. Влияние триметазидина на показатель кумулятивной выживаемости пациентов с ишемической болезнью сердца, осложненной хронической сердечной недостаточностью / О. В. Илюхин, Д. Л. Тарасов, М. В. Илюхина [и др.] // Сердце: журнал для практ. врачей. – 2013. – Том 12. – № 6 (74). – С. 355 – 359.

4. Житникова Л. М. Триметазидин в метаболической терапии сердечно-сосудистых заболеваний / Л.М. Житникова // Рос. Мед. Журнал. — 2012. — № 14. — С. 718-724.

5. Метаболический синдром: ранняя диагностика ишемической болезни сердца, особенности безболевой ишемии и инфаркта миокарда / Н. П. Митьковская, Е. А. Григоренко, И. В. Патеюк, Т. В. Статкевич // Мед. Панорама. – 2009. – № 9. – С. 69 - 75.

6. Петри А. Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин. – М.: Геотар-Мед, 2003. – 144 с.

7. Плейотропные эффекты триметазидина / О. В. Ромащенко, Г. Н. Ключкова, Е. И. Муханова, И. В. Гайворонская // Рос. Кард. Журнал. – 2013. – № 4. – С. 83 - 87.

8. Additional use of trimetazidine in patients with chronic heart failure: a meta-analysis / L. Zhang, Y. Lu, H. Jiang [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2012. – Vol. 6. – Is. 59 (10). – P. 913 - 922.

9. A potential link between endothelial function, cardiovascular risk, and metabolic syndrome in patients with non-alcoholic fatty liver disease / M. Arslan, S. Turhan, I. Dincer [et al.] // Diabetology & Metabolic Syndrome. – 2014. – № 6. – P. 109 - 118.

10. A randomized clinical trial of trimetazidine, a partial free fatty acid oxidation inhibitor, in patients with heart failure / G. Fragasso, A. Palloschi, P. Puccetti [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2006. – № 48. – P. 992 – 998.

11. Berwick Z. C. Heart of the matter: coronary dysfunction in metabolic syndrome / Z. C. Berwick, G. M. Dick, J. D. Tunea // J. Mol. Cell. Cardiol. – 2012. – № 52 (4). – P. 848 – 856.

12. Cardioprotective Effects of Atorvastatin plus Trimetazidine in Percutaneous Coronary Intervention / X. Lin, A. Ma, W. Zhang [et al.] // Pak. J. Med. Sci. – 2013. № 29(2). – P. 545 – 548.

13. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute: American Heart Association conference on scientific issues related to definition / S. M. Grundy, H. B. Brewer, J. Cleeman [et al.] // Circulation. — 2004. — Vol. 109. — P. 433 — 438.

14. Elevated concentration of asymmetric dimethylarginine (ADMA) in individuals with metabolic syndrome / I. Palomo, A. Contreras, L. Alarcón [et al.] // Nitric Oxide. – 2011. Vol. 31. – № 24 (4). – P. 224 - 228.

15. Elevated plasma asymmetric dimethylarginine level in acute myocardial infarction patients as a predictor of poor prognosis and angiographic impaired reperfusion / N. Sen, M. F. Ozlu, E. O. Akgul [et al.] // Atherosclerosis. – 2011. – Vol. 219. – Is. 1. – P. 304 – 310.

16. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation / C. W. Hamm, J. Bassand, S. Agewall [et al.] / *Eur. Heart J.* – 2011. - Vol. 32. - Is. 23. - P. 2999 – 3054.
17. Ford E.S. Prevalence of metabolic syndrome among US adults: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey / E.S. Ford, W. H. Giles, W. H. Dietz // *JAMA.* - 2002. - № 287 (3). – P. 356 – 359.
18. Galassi A. Metabolic syndrome and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis / A. Galassi, K. Reynolds, J. He // *Am. J. Med.* – 2006. - № 119. – P. 812 – 819.
19. High-Sensitivity C-Reactive Protein Predicts Cardiovascular Risk in Diabetic and Nondiabetic Patients: Effects of Insulin-Sensitizing Treatment with Pioglitazone / A. Pfützner, T. Schöndorf, M. Hanefeld, T. Forst // *J. Diabetes Sci. Technol.* - 2010. - № 4 (3). - P. 706 – 716.
20. Plasma concentrations of asymmetric dimethylarginine (ADMA) in metabolic syndrome / R. G. Garcia, M. Perez, R. Maas [et al.] // *Int. J. Card.* - 2007. – Vol. 122. – Is. 2. – P. 176 – 178.
21. Ridker P.M. High-sensitivity C-reactive protein, inflammation, and cardiovascular risk: from concept to clinical practice to clinical benefit / P. M. Ridker // *Am. Heart J.* – 2004. - № 148. – Suppl. 1. – P. 19 - 26.
22. Rysz J. The nephroprotective potential of trimetazidine in chronic inflammation and oxidative stress in renal disease / J. Rysz, R. A. Stolarek // *Arch. Med. Sci.* – 2007. - № 3. – P. 57 – 58.
23. Sibal L. The Role of Asymmetric Dimethylarginine (ADMA) in Endothelial Dysfunction and Cardiovascular Disease // L. Sibal, S. C. Agarwal, P. D. Home, R. H. Boger // *Curr. Cardiol. Rev.* – 2010. - № 6 (2). - P. 82–90.
24. The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis / S. Mottillo, K. Filion, J. Genest [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2010. - № 56. – P. 1113–1132.
25. The Role of Asymmetric Dimethylarginine and Arginine in the Failing Heart and its Vasculature / M. Visser; W. J. Paulus; M. Vermeulen // *Eur. J. Heart Fail.* – 2010. - № 12 (12). – P. 1274-1281.
26. Trimetazidine improves left ventricular function in diabetic patients with coronary artery disease: a double-blind placebo-controlled study / G. Rosano, C. Vitale, B. Sposato [et al.] // *Cardiovascular. Diabetology.* – 2003. - № 2. – P. 16 - 22.
27. Trimetazidine Prevention of Contrast-Induced Nephropathy in Coronary Angiography / W. Liu, Q. Ming, J. Shen [et al.] // *Am. J. Med. Sci.* – 2015. - № 350 (5). - P. 398-402.
28. Validation of a novel modified wall motion score for estimation of left ventricular ejection fraction in ischemic and non-ischemic cardiomyopathy / D. Scholl, H. W. Kim, D. Shah [et al.] // *Eur. J. Radiol.* – 2012. – Vol. 81. - Is. 8. - P. 923 – 928.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Поднебесных Александр Владимирович

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ СЕТКИ СКВАЖИН НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТИ НА ЗАЛЕЖАХ, ОСЛОЖНЕННЫХ ПРОЦЕССАМИ ЦЕОЛИТИЗАЦИИ

канд. г.-м. наук, главный инженер проекта
ООО «НТЦ ОЙЛТИМ», г. Сочи

Aleksander Podnebesnykh

EFFECT OF DENSITY OF GRID WELL TO EXTRACT OIL DEPOSITS, COMPLICATED PROCESSES OF ZEOLITIZATION

Candidate of sciences Geology and Mineralogy, chief project engineer LLC "STC Oilteam", Sochi

АННОТАЦИЯ

Основная цель работы показать влияние плотности сетки скважин на коэффициент извлечение нефти. Исходя из геологических особенностей рассматриваемых месторождений, была проведена оценка систем разработок, в результате чего определены оптимальные параметры плотности сеток скважин. На основе проведенных исследований даны рекомендации по формированию систем разработки на залежах такого типа.

ABSTRACT

The main objective of the work show the influence of the mesh density of the wells on the oil recovery factor. Based on geological characteristics of the considered fields, were assessed systems development, resulting in optimal parameters of the well grid density. On the basis of the research recommendations on the formation of systems development in fallow lands of this type.

Ключевые слова: сетка скважин, коэффициент извлечения нефти, системы разработки.

Key words: grid of wells, oil recovery factor, systems of development

Введение

Месторождения углеводородов разрабатываются разным числом и сетками скважин, с разными темпами, отличаются безразмерными текущими отборами нефти, воды и ожидаемым конечным коэффициентом извлечения нефти (КИН). Одним из самых информативных показателей при разработке месторождений является понятие плотности сетки скважин (ПСС), которая представляет собой отношение площади к числу скважин. [1, с. 18].

Известно, что при уплотнении сетки скважин и при сохранении прочих одинаковых условий суммарный дебит скважин растет, но из-за их

воздействия растет медленнее, чем увеличивается число скважин [2, с. 46]. Аналогичная ситуация получается и при исследовании влияния уплотнения сетки скважин на суммарный дебит [3, с. 182].

Опыт разработки месторождений, осложненными вторичными изменениями пород-коллекторов, свидетельствует о том, что вертикальная и латеральная неоднородность является главным фактором, который оказывает самое большое влияние на снижение эффективности разработки, низкие значения КИН и преждевременную обводненность. Некоторые авторы [4, с. 6] предлагают на начальной стадии разработки такого типа месторождений размещать скважины по квадратной сетке и применять очаговые, избирательные и блоковые системы заводнения. Влияние вторичных изменений пород-коллекторов на плотность сетки скважин будет рассмотрено на основе созданных секторных гидродинамических моделей, где будут рассматривать и обсуждаться варианты с разной плотностью и их влияние на величину КИН.

Влияние плотности сетки скважин на извлечение нефти в залежах пластов БУ₁₃₋₁₅ Восточно-Мессояхского и БТ₆₋₁₁ Заполярного и Яро-Яхинского месторождений проводились в два этапа. Первый этап включал в себя предварительную оценку систем разработок для выбора предпочтительной схемы размещения скважин, который был выполнен ранее и описан в главе 5.2.1. На втором этапе для выбранной схемы разработки определялись оптимальные параметры.

Геологические особенности месторождений, осложненных процессами цеолитизации

По результатам выполненного рентгеноструктурного анализа цеолит, встреченный на Восточно-Мессояхском, Яро-Яхинском и Заполярном месторождениях, представлен ломонитом,

типичная оксидная формула которого выглядит как $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Кристаллическая структура является переходной от субцепочечных алюмосиликатов к слоистым. Ломонтит образует агрегаты из призматических кристаллов с совершенной спайностью и выполняет роль порового и пойкилитового цемента в породах-коллекторах [5, с. 139]. На Яро-Яхинском и Заполярном месторождениях кроме ломонтита встречается натриевая разновидность – томпсонит, типичная оксидная формула которого выглядит как $((\text{Na}_2, \text{Ca})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2,4\text{H}_2\text{O})$ [6, с. 34].

Восточно-Мессояхское месторождение расположено в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) на юге Гыданского полуострова в пределах субрегиональной структуры Мессояхской гряды, в центральной ее части, в своде структуры II порядка. Вся площадь месторождения разбита серией горст-грабеновых структур, которые имеют субмеридиональное простирание, по отношению к валу кососекущие. На основе изучения кернового материала и данных каротажа скважин, пробуренных в 2011-2014 гг., установлено, что цеолитизация четко приурочена к средней части суходудинской свиты нижнего мела, которая формировалась на границе разных обстановок осадконакопления – морской и континентальной. В нижней части исследуемого интервала пласты формировались на фоне некоторого погружения мелководного бассейна. Затем, в ходе небольшой регрессии, происходила проградация морской дельты вглубь берегового склона в юго-западном направлении, а верхняя часть интервала формировалась в обстановке надводной части дельты [7, с. 15].

Яро-Яхинское месторождение находится в ЯНАО в пределах структуры второго порядка – Ярояхинского структурного мыса, который осложнен локальными поднятиями, многочисленными разломами и зонами дробления. Цеолитизация на Яро-Яхинском месторождении связана с продуктивными отложениями заполярной и мегийонской свит нижнего мела. Нижняя часть интервала формировалась на фоне активной трансгрессии моря: состав комплекса преимущественно глинистый, сильно биотурбированный. Формирование осадочного комплекса средней части связано с проградацией шельфового массива фаций вглубь бассейна, на фоне незначительного изменения уровня моря. Во время формирования отложений верхней части интервала уровень моря зна-

чительно понизился, и на фоне активного приноса в бассейн осадочного материала сформировался комплекс пород, приуроченный к дельтовому комплексу мелководного шельфа.

Заполярное месторождение расположено в ЯНАО в пределах структуры первого порядка – Хадырьяхинской моноклинали, которая осложнена локальными поднятиями. Процессы цеолитизации, как и в случае с Яро-Яхинским месторождением, приурочены к продуктивным отложениям заполярной и мегийонской свит нижнего мела. Формирования продуктивных пластов практически идентично механизму формирования Яро-Яхинского месторождения и описано выше.

Установлено, что содержание цеолитов в цементе породы может быть разным и зависит от условий осадконакопления, т.е. от фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС). Наибольшие концентрации цеолитов характерны для фации средней части морской дельты, где средняя пористость может достигать 17 %, а наименьшие содержания цеолитов отмечаются в фациях морских заливов, где средняя пористость составляет всего 13 %. Такая зависимость объясняется тем, что цеолитсодержащая горная порода имеет песчано-алевритовый каркас, часть пор, которого заполняется хлоритовым и карбонатным цементом, а другая часть – цеолитами.

Анализ систем разработки и влияние плотности сетки скважин на КИН

Проведенный анализ показал, что наиболее эффективной системой разработки на пластах БУ₁₃₋₁₅ Восточно-Мессояхского месторождения является семиточечная система со скважинами с горизонтальным окончанием ствола. Для основного варианта системы разработки были проведены многовариантные расчеты на двухмерных моделях, в ходе которых оптимизировалась расстояние между скважинами (таблица 1).

В качестве основного варианта рассматривается длина горизонтального ствола в 400 м. Последующее увеличение длины забоя приводит к незначительному приросту накопленной добычи нефти и сопровождается значительным удорожанием строительства скважины. После того, как длина скважин и их размещение в пласте были определены, проводился анализ межрядного расстояния. По результатам расчетов для различных толщин в качестве основного варианта межрядного расстояние было принято 600 м.

Таблица 1

Характеристика плотности сетки скважин на пластах БУ₁₃₋₁₅
Восточно-Мессояхского месторождения

Характеристика	Варианты разработки		
	1	2	3
Система размещения скважин	Семиточечная, горизонтальными скважинами		
Расстояние между скважинами, м	700	600	500
Плотность сетки, га/скв.	49.5	37.1	26.1

Выбор системы размещения скважин по продуктивным залежам для всех без исключений рассматриваемых месторождений основывался на определении зависимости влияния си-

стемы разработки на величину конечной нефтеотдачи пластов. Результаты расчетов для Восточно-Мессояхского месторождения представлены на рисунке 1.

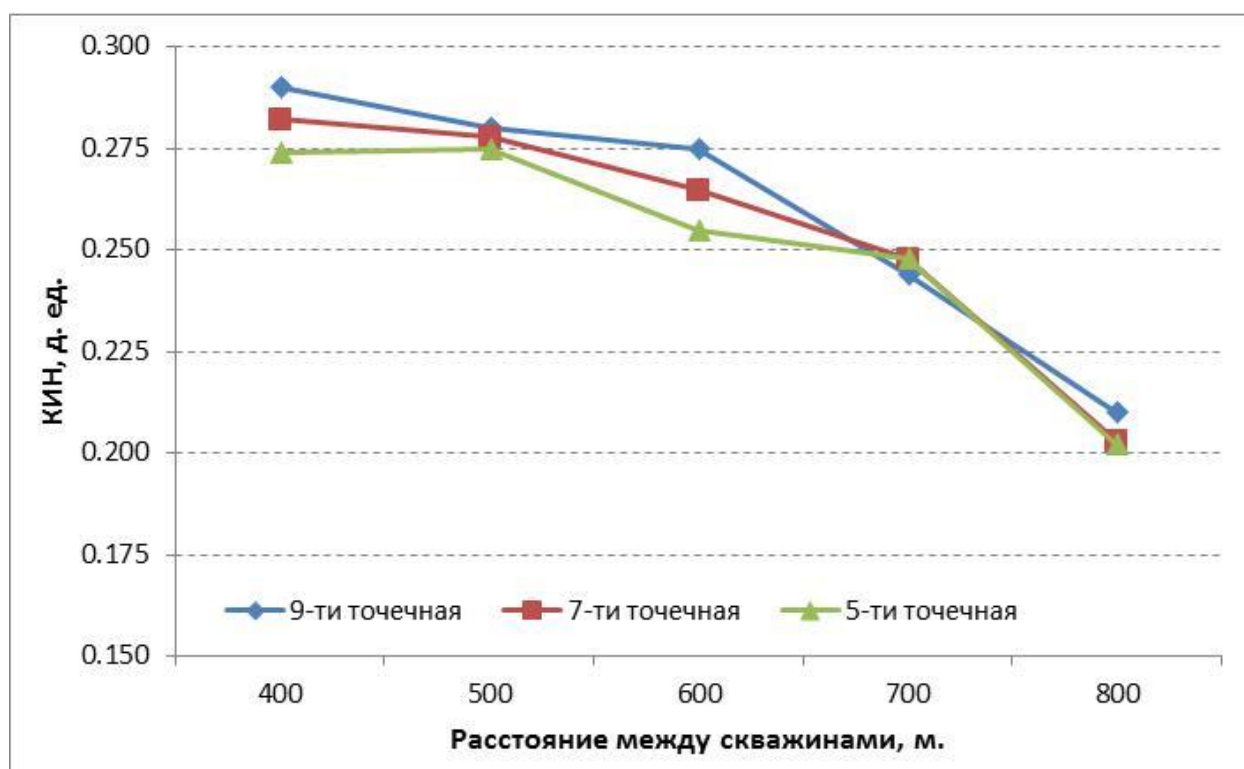


Рисунок 1. Показатели конечного КИН при различных системах и расстояниях между скважинами для пластов БУ₁₃₋₁₅ Восточно-Мессояхского месторождения.

Результаты расчетов на **Заполярном** и **Яро-Яхинском** месторождениях говорят о том, что степень проявления каждой из систем разработки, рассмотренных в предыдущем разделе, в зависимости от плотности сетки скважин носит различный характер. Уплотнение сетки скважин приводит к увеличению значений коэффициентов извлечения нефти, однако уменьшение расстояния между забоями менее 600 м практически не отражается на КИН.

Уплотнение сетки скважин, не смотря на прирост добычи нефти, ведет к увеличению затрат. Наименее затратными, и как следствие

наиболее привлекательными, являются варианты при плотности сетки 700 м. Однако, анализируя полученные результаты с различными системами разработки, следует отметить, что при разрежении сетки скважин эффект от реализации в вариантах с поддержанием пластового давления отсутствует. По обоим месторождениям рассмотрены три варианта разработки, характеристики размещения скважин представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Характеристика плотности сетки скважин на пластах на пластах БТ₆₋₁₁
Заполярного месторождения

Характеристика	Варианты разработки		
	1	2	3
Система размещения скважин	Семиточечная, горизонтальными скважинами		
Расстояние между скважинами, м	700	600	500
Плотность сетки, га/скв.	49.5	37.1	26.1

Таблица 3

Характеристика плотности сетки скважин на пластах на пластах БТ₆₋₁₁ Яро-Яхинского месторождения

Характеристика	Варианты разработки		
	1	2	3
Система размещения скважин	Семиточечная, горизонтальными скважинами		
Расстояние между скважинами, м	700	600	500
Плотность сетки, га/скв.	52.4	41.8	35.2

Наименьшими убытками характеризуются показатели разработки нефтяных оторочек на истощение при равномерной сетке скважин, а также при рядной системе разработки. Однако, как отмечалось выше, при рядной системе КИН значительно ниже, чем при альтернативных системах размещения скважин для организации ППД

Влияние расстояния между скважинами на величину конечной нефтеотдачи пластов для рассматриваемых пластов Заполярного и Яро-Яхинского месторождений представлены на рисунках 2 и 3.

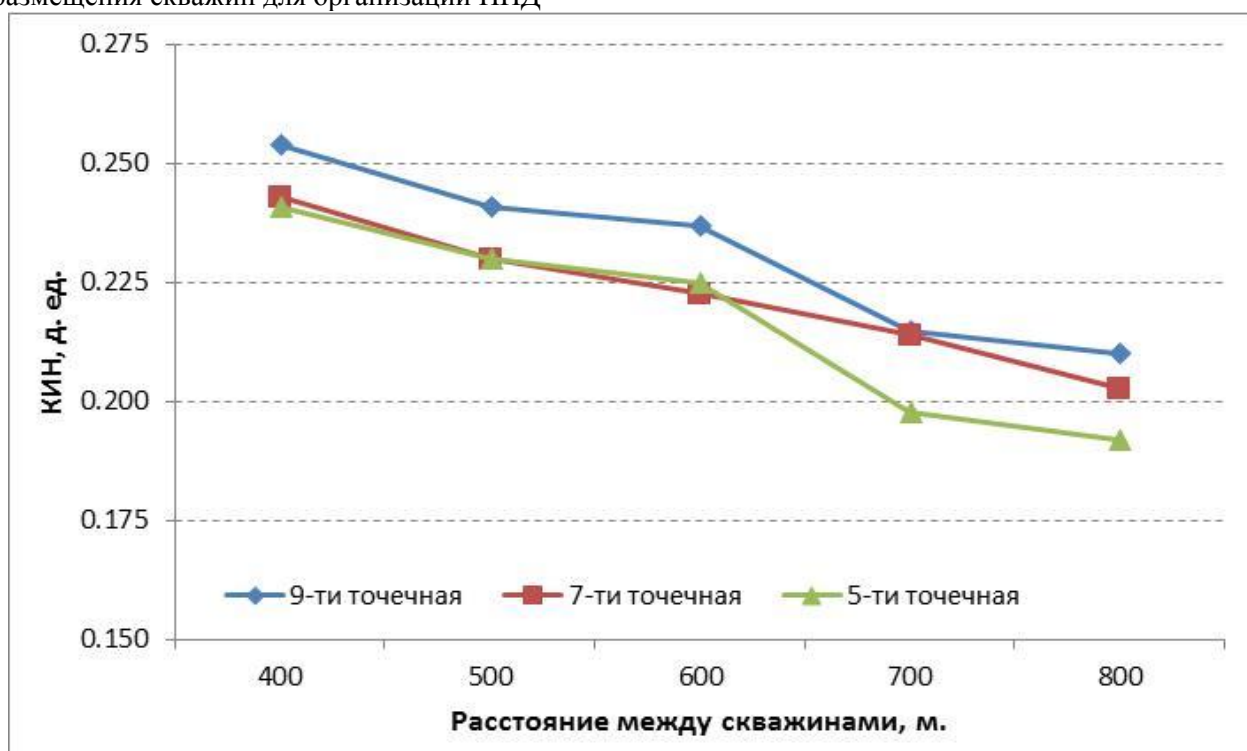


Рисунок 2. Показатели конечного КИН при различных системах и расстояниях между скважинами для пластов БТ₆₋₁₁

Заполярного месторождения.

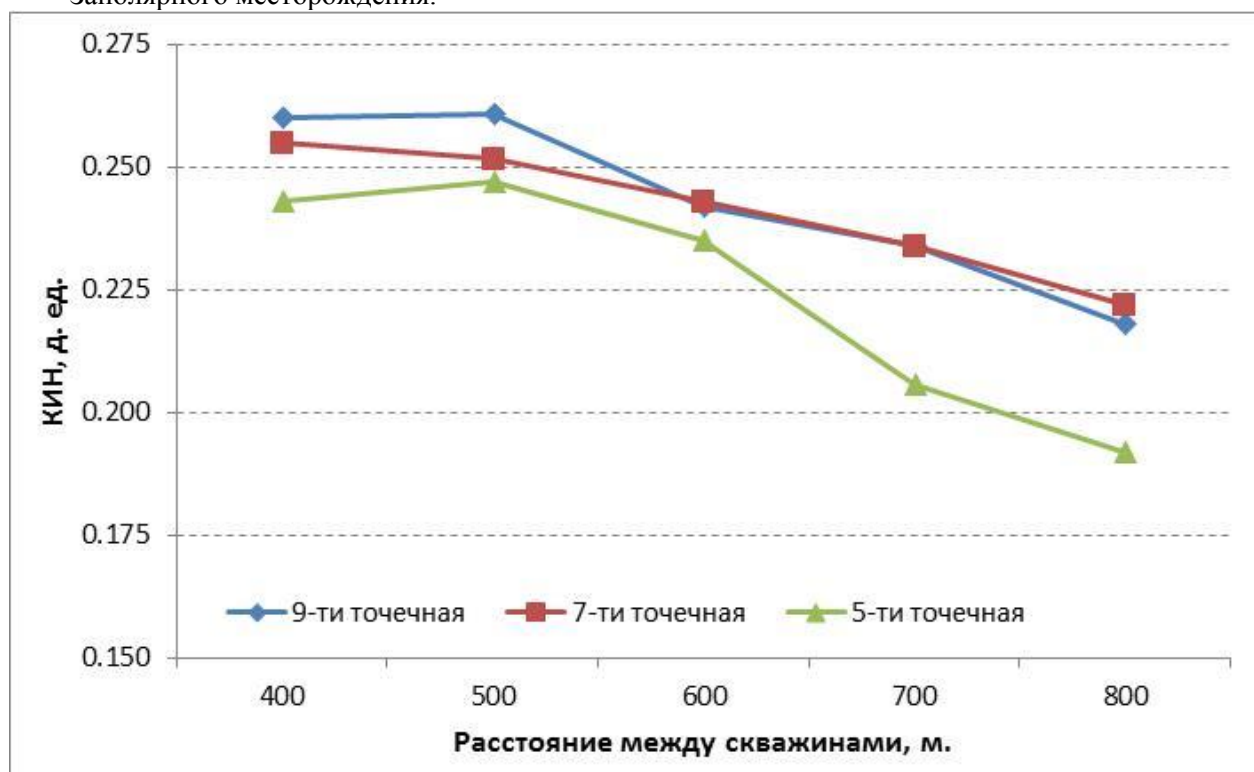


Рисунок 3 Показатели конечного КИН при различных системах и расстояниях между скважинами для пластов БТ₆₋₁₁ Яро-Яхинского месторождения.

Выводы

Для повышения величины конечного КИН рекомендуется проводить адресное уплотняющее бурение, т.к. реализуемая в настоящее время плотность сеток на рассматриваемых месторождениях составляет около 52 га/скв. Плотность сетки скважин играет первостепенную роль при высокой степени макро- и микронеоднородностей - для залежей, осложненных процессами цеолитизации, рекомендуется использовать семиточечную систему разработки с расстоянием между скважинами 600-700 м. Рекомендуется не выводить высокообводненные скважины из работы, это может приводить к разряжению сетки скважин и расформированию системы разработки.

Список литературы:

1. Закиров С.Н. Анализ проблемы "Плотность сетки скважин - нефтеотдача". - М.: Грааль, 2002. - 314 с.
2. Щелкачев В.Н. Анализ современного состояния нефтедобычи и разработки нефтяных месторождений США. М.: ГОСИНТИ, 1961. - 115 с.
3. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. - М: Недра, 1993. - 415 с.
4. Сафиуллин, И. Р. Прогнозирование остаточных дренируемых запасов нефти скважины по частотной изменчивости процесса обводнения // Нефтепромысловое дело. - 2014. - № 4. - С. 5-9.
5. Поднебесных А. В., Овчинников В. П. Проблемы диагностики цеолитов и влияние их наличия на разработку продуктивных отложений Мессояхской группы месторождений // Известия Томского политехнического университета. - 2014. - Т. 324. - № 1. - С. 137-145.
6. Поднебесных А.В., Жуковская Е.А., Овчинников В.П. Цеолиты нижнемеловых коллекторов Мессояхской группы месторождений (Западная Сибирь) // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. - 2014. - №3. - С. 32-39.
7. Поднебесных А.В., Малышевская К.А., Малышевская Т.С., Овчинников В.П. Комплексный подход к изучению газовой шапки в пласте ПК₁₋₃ // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. - 2014. - №6. - С. 13-18.

Свалова Валентина Борисовна**СНИЖЕНИЕ РИСКА ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ***к. ф.-м. н., в.н.с., Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва***Valentina Svalova****RISK REDUCTION FOR LANDSLIDE PROCESSES***Ph.D, Leading Scientist, Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow***АННОТАЦИЯ**

Разработана механико-математическая модель движения масс по оползневому склону, позволяющая найти распределение скоростей в теле оползня и форму оползневой поверхности в зависимости от механических параметров среды и граничных условий задачи. Модель дает возможность изучить фундаментальные аспекты движения материала по оползневому склону и исследовать проблемы снижения риска оползневых процессов.

ABSTRACT

Mechanical-mathematical model of movement of the masses on landslide slopes, allowing to find the velocity distribution in the body and form of landslide surface, depending on the mechanical parameters of media and boundary conditions of the problem, is elaborated. The model provides an opportunity to examine fundamental aspects of the movement of material for sliding slopes and explore the problem of reducing the risk of landslide processes.

Ключевые слова: оползни, моделирование, мониторинг, риск.

Keywords: landslides, modeling, monitoring, risk.

Введение

Оползневые процессы являются наиболее распространенными и опасными процессами на урбанизированных территориях. В Москве оползни занимают около 3 % территории. Оползневые процессы развиваются в долине р.Москвы и ее притоков. Всего в пределах городской черты выделяется более 15 глубоких блоковых оползней (с глубиной поверхности скольжения до 100 м) и большое количество мелких поверхностных оползней.

В районе Коломенское на правом берегу Москвы-реки в верхней части оползневого склона периодически фиксируются оползневые смещения. Среднегодовые скорости перемещений стенки набережной достигают здесь 10-15 см/год. В июне 2007 г. произошла активизация деформаций участка склона в районе горнолыжного

спуска в верхней части старого оползневого цирка на Воробьевых горах. В августе 2006 г. произошла катастрофическая активизация глубокого блокового оползня в западной части г. Москвы в районе Карамышевской набережной. В сентябре 2009 г. произошла активизация глубокого оползня в районе Москворечье.

Оползневые процессы представляют определенную опасность на территории города Москвы, особенно в связи с активизацией строительных и хозяйственных работ, проводимых зачастую без должной геологической проработки. Активизация оползневых процессов на территории г. Москвы за последние годы требует интенсификации проверенных методов и развития новых подходов к изучению оползневых процессов и снижению их рисков.

Для оценки риска R оползневого процесса используется произведение вероятности схождения оползня P на ущерб от его воздействия D :

$$R = P \times D$$

В свою очередь вероятность оползневого процесса может оцениваться устойчивостью оползня. Чем выше устойчивость оползня, тем меньше вероятность его схождения. Устойчивость склона зависит от соотношения сил со скальзывания и сил трения. Также вероятность оползневого воздействия зависит от области распространения оползневого тела, что в свою очередь зависит от механических свойств материала (пород) оползневого тела и окружающей среды, объема оползня, скорости движения и рельефа поверхности.

Оценить ущерб от произошедшего оползневого события можно, оценив стоимость каждого разрушенного здания или сооружения, а также определив в стоимостном выражении ущерб природным объектам и природной среде (не говоря уже о человеческих жертвах).

Механико-математическое моделирование движения масс по оползневому склону дает возможность предсказать развитие оползневого события и оценить количество объектов, попавших в область поражения от оползня. Причем следует иметь в виду, что событие может развиваться по

разным сценариям в зависимости от внешних воздействий и реальных параметров процесса. Триггерными механизмами здесь могут являться осадки, снеготаяние, землетрясения, техногенные факторы и др.

Для решения конкретных практических задач необходимо провести калибровку модели на основе оценки механических параметров задачи и сравнения с результатами натурного мониторинга оползневых процессов.

Отдельным направлением является разработка системы раннего предупреждения оползневого процесса. С целью раннего предупреждения оценивается скорость движения оползня и его смещения. В случае превышения определенного порога параметров подается сигнал тревоги и предупреждения об опасности схождения оползня. Разработка критических параметров должна сопровождаться моделированием и натурным экспериментом. Калибровка модели для определения количественных характеристик процесса осуществляется на основе сравнения параметров модели и их измеренных значений в природном процессе.

Механико-математическая модель

Одним из методов изучения оползневых процессов является механико-математическое моделирование гравитационного движения масс по оползневому склону. На разных стадиях своего развития оползневой процесс может описываться различными механическими и реологическими моделями. Если на стадии образования трещин, потери устойчивости, отрыва блоков применяются модели упругой среды и модели разрушения, то в процессе медленного движения пород по склону может применяться модель высоковязкой несжимаемой жидкости. Граничные условия задачи при этом также зависят от конкретной ситуации. Так, в случае медленного движения на нижней границе слоя используется условие прилипания. Если же рассматривается процесс селеобразования, подводного оползня или снежной лавины, то на нижней границе возможно условие проскальзывания или более сложное граничное условие. Выбор адекватной модели процесса и постановка начальных и граничных условий является самостоятельной механической задачей.

Для моделирования движения материала по оползневому склону используется модель высоковязкой несжимаемой жидкости, описываемой уравнением Навье-Стокса. Такая модель дает возможность вычисления скоростей движения

среды и сравнения их с результатами мониторинга. Результаты моделирования позволяют определить положение точек максимальных скоростей на склоне, которые должны быть тестируемы в первую очередь. Модель дает возможность изучить фундаментальные аспекты движения материала по оползневому склону и исследовать проблемы снижения риска оползневых процессов.

Будем рассматривать движение оползневых масс по склону как движение высоковязкой несжимаемой жидкости, описываемой уравнением Навье-Стокса. Пусть характерный горизонтальный масштаб тела оползня L значительно превосходит его толщину h . Будем также считать оползень достаточно протяженным в плане, что позволяет трехмерную модель рассматривать как двумерную для сечений оползневого тела. Следуя работам [1-12] и применяя метод разложения по малому параметру, можно получить уравнение неразрывности и асимптотическое приближение уравнения Навье-Стокса в безразмерном виде для медленного движения в тонком слое:

$$\begin{cases} \frac{\partial P}{\partial X} = \alpha \mu \frac{\partial^2 U}{\partial Z^2} \\ \frac{\partial P}{\partial Z} = -\rho \\ \frac{\partial U}{\partial X} + \frac{\partial W}{\partial Z} = 0 \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{F}{R \left(\frac{h}{L} \right)^3}, \quad F = \frac{u_0^2}{gL}, \quad R = \frac{u_0 L \rho_0}{\mu_0}$$

Здесь P – давление, U, W – скорости, F – число Фруда, R – число Рейнольдса, ρ – плотность, μ – вязкость, ρ_0, μ_0, u_0 – характерная плотность, вязкость и скорость.

Тогда можно получить распределение полей скоростей и давлений в слое:

$$\begin{aligned} P &= \rho(\zeta^* - Z) \\ U &= U_0 + \frac{\rho}{2\alpha\mu} \frac{\partial \zeta^*}{\partial X} \left[(\zeta^* - Z)^2 - (\zeta^* - \zeta_0)^2 \right] \end{aligned}$$

$$W = W_0 + \frac{\partial U_0}{\partial X} (\zeta_0 - Z) + \frac{\rho}{\alpha \mu} \frac{\partial^2 \zeta^*}{\partial X^2} \left[\frac{1}{6} (\zeta^* - Z)^3 + \frac{1}{3} (\zeta^* - \zeta_0)^3 - \frac{1}{2} (\zeta^* - Z)(\zeta^* - \zeta_0)^2 \right] +$$

$$\frac{\rho}{2\alpha \mu} \left(\frac{\partial \zeta^*}{\partial X} \right)^2 (Z - \zeta_0)^2 + \frac{\rho}{\alpha \mu} \frac{\partial \zeta^*}{\partial X} \frac{\partial \zeta_0}{\partial X} \zeta_0 (\zeta^* - \zeta_0)$$

ζ_0 - нижняя граница слоя,

ζ^* - верхняя граница.

Пусть на нижней границе выполняется условие прилипания:

$$U_0 = W_0 = 0$$

Расход масс вдоль слоя имеет вид:

$$Q = \int_{\zeta_0}^{\zeta^*} U dZ = - \frac{\rho}{3\alpha \mu} \frac{\partial \zeta^*}{\partial X} (\zeta^* - \zeta_0)^3$$

Т.к. $Q = \text{const}$ вдоль X при данном приближении, то:

$$\frac{\partial Q}{\partial X} = 0$$

$$\frac{\partial^2 \zeta^*}{\partial X^2} (\zeta^* - \zeta_0)^3 + \frac{9\alpha \mu Q}{\rho} \left[\frac{3\alpha \mu Q}{\rho} + (\zeta^* - \zeta_0)^3 \frac{\partial \zeta_0}{\partial X} \right] = 0$$

Условие выпуклости верхней границы имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \zeta^*}{\partial X^2} < 0 \Rightarrow$$

$$\frac{3\alpha \mu Q}{\rho} > -(\zeta^* - \zeta_0)^3 \frac{\partial \zeta_0}{\partial X}$$

Это выражение дает возможность проанализировать форму поверхности движущейся массы (Рис.1).

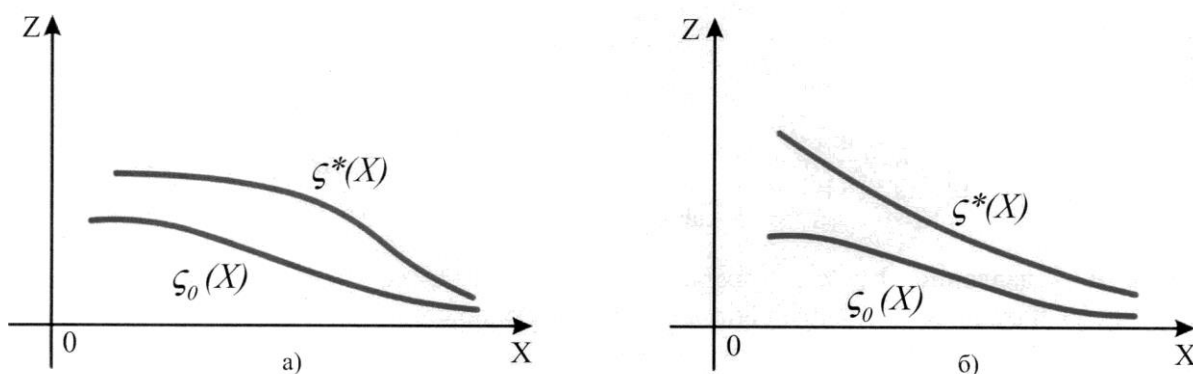


Рисунок 1. Различная возможная форма оползневой поверхности:

а) – выпуклая, б) – вогнутая.

Выпуклая поверхность возникает, если:

Q велико, т.е. расход вещества велик, поток интенсивный;

μ велико. Это означает, что вязкость велика, вещество плохо растекается и может поддерживать большой угол;

ρ мало, т.е. вещество рыхлое;

$\text{grad } \zeta_0$ мал, т.е. нижняя поверхность пологая;

$(\zeta^* - \zeta_0)$ мало, т.е. толщина слоя мала.

При анализе полученных условий все они представляются достаточно естественными для объяснения формирования на склоне структур типа наплывов и клиноформ осадочного чехла, что говорит о корректности и представительности модели.

Важным представляется вопрос определения места максимальных скоростей на склоне. При решении вопроса о расположении поста мониторинга на оползневом склоне оптимальным

местом для размещения датчиков скоростей движения масс является точка максимальных скоростей движения в массиве пород.

Рассмотрим массив осадочных пород с верхней границей ζ^* , представляющей оползневый склон. Нижнюю границу ζ_0 совместим с осью X. Максимум горизонтальной скорости U достигается на верхней границе ζ^* массива вследствие условия:

$$\frac{\partial U}{\partial Z} = -\frac{\rho}{\alpha\mu} \frac{\partial \zeta^*}{\partial X} (\zeta^* - Z) = 0 \Rightarrow Z = \zeta^*$$

Точку максимальной горизонтальной скорости на поверхности ζ^* находим из условия равенства нулю первой производной:

$$\frac{\partial U^*}{\partial X} = 0, \text{ где } U^* = -\frac{\rho}{2\alpha\mu} \frac{\partial \zeta^*}{\partial X} (\zeta^*)^2$$

Отсюда легко получить условие:

$$\frac{\partial^2 \zeta^*}{\partial X^2} \zeta^* + 2\left(\frac{\partial \zeta^*}{\partial X}\right)^2 = 0 \quad (1)$$

Следует иметь в виду, что $\zeta^*(X)$ является известной наблюдаемой функцией - поверхностью оползневого склона. И полученное условие позволяет найти точку на склоне, где скорость движения максимальна.

Рассмотрим для наглядности и иллюстрации полученного решения поверхность оползня в виде (Рис.2):

$$\zeta^*(X) = -thX + 1$$

Тогда условие (1) дает:

$$th^2 X - thX - 1 = 0,$$

Откуда получаем $thX = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$ и

$$\zeta^* = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1,62.$$

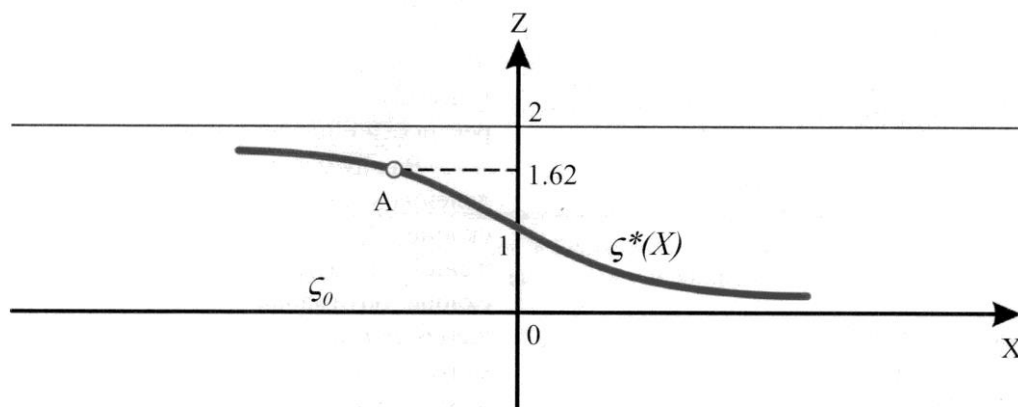


Рисунок 2. Точка A максимальной горизонтальной скорости движения масс на поверхности склона.

Такое расположение точки A максимальной горизонтальной скорости представляется реальным, а более точные данные о строении массива и его поверхности дадут возможность определить такую точку на конкретном склоне. Именно точка максимума скорости на склоне определяет место возможного срыва оползня в случае достижения предельных напряжений в массиве пород.

Точек локального максимума скорости на склоне может быть несколько, что характеризует возможность срыва оползня на каждой террасе склона.

Закключение

Таким образом, предложена и разработана модель оползневого процесса, дающая возможность исследовать различные теоретические аспекты движения оползня по склону и эффективно анализировать проблемы организации мониторинга, раннего предупреждения и оценки риска.

Список литературы:

1. Свалова В.Б., Шарков Е.В. Позднекайнозойская геодинамика Альпийского складчатого пояса в связи с формированием внутриконтинентальных морей (петролого-геомеханические аспекты). // Известия ВУЗов. Геология и разведка. N1, 2005, М., 3-11.

2. Свалова В.Б. Механико-математическое моделирование формирования и эволюции геологических структур в связи с глубинным мантийным диапиризмом. Мониторинг. Наука и технологии. №3(20), 2014, с. 38-42.

3. Свалова В.Б. Мониторинг и моделирование оползневых процессов. Мониторинг. Наука и технологии. №2(7), 2011, 19-27.

4. Свалова В.Б. Великое восточно-японское землетрясение и цунами и проблема снижения риска опасных природных процессов. Мониторинг. Наука и технологии. 2015. № 1. С. 6-17.

5. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslides. Proceedings of IPL (International Program on Landslides) Symposium, UNESCO, Paris, 2012, 63-68.

6. Svalova V.B. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes.// Journal of Environmental Science and Engineering. 2011, V 5, N 10, 1282-1287.

7. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling for sedimentary movement and landslide processes. CD Proceedings of the International Association for Mathematical Geosciences Meeting (IAMG

2009), Stanford, California, USA, August 23-28, 2009. 15 pp.

8. Svalova V. Mechanical modeling and geophysical monitoring for landslide processes. Proceedings of IAEG XII Congress "Engineering geology for society and territory", v.2, Torino-2014, Italy, Springer, 2015, 345-348.

9. Svalova V. Landslide processes in the urbanized Moscow area. Landslide Science and Practice: Spatial Analysis and Modelling 3, 2013, pp. 17-20

10. Svalova V. Modeling and Monitoring for Landslide Processes. Chapter in book: Natural Disasters - Typhoons and Landslides - Risk Prediction, Crisis Management and Environmental Impacts. Editor: K. Linwood, Nova Science Publishers, NY USA, 2014. (20 стр.)

11. Svalova V. Mechanical-mathematical modeling and monitoring for landslide processes. IPL 163 Project. Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4. 2014, Beijing, China, p.24-27.

12. Svalova V. Modeling and monitoring for landslide processes: case study of Moscow and Taiwan. Proceedings of the World Landslide Forum 3. Volume 4. 2014, Beijing, China, p.628-632.

Яковлев Алексей Леонидович¹, Савенок Ольга Вадимовна²

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

¹директор департамента проектирования
ООО «КНГК-Групп», г. Краснодар

²доктор техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

Yakovlev Alexej Leonidovich*, Savenok Olga Vadimovna**

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR INTENSIFICATION OF OIL PRODUCTION IN THE FIELDS OF THE KRASNODAR TERRITORY

*Head of the Design projecting Department
«KNGK Group investment and engineering holding»
Krasnodar-city

**Doctor of Technical Science, Assistant Professor of
Kuban State Technological University, Krasnodar-city

АННОТАЦИЯ

В статье показано, что эффективная разработка месторождений Краснодарского края возможна только в случае решения следующих проблем: разработка комплексных системных технологических решений эксплуатации газовых месторождений Краснодарского края на завершающей стадии на основе прогнозных моделей состояния пород-коллекторов; разработка метода прогнозирования состояния пород-коллекторов газовых

месторождений на завершающей стадии на предмет наступления факторов осложнения добычи; разработка методов междисциплинарного моделирования (физические, материаловедческие, химические, физико-химические и др.) состояния пород-коллекторов для прогнозирования наступления осложнений добычи; систематизация методов и технологий, принимаемых на завершающей стадии эксплуатации газовых месторождений.

ABSTRACT

The article shows that the effective development of deposits of Krasnodar region is possible only in the case of solving the following issues: development of integrated system of technology exploitation of gas fields of the Krasnodar Territory in the final stage on the basis of predictive models for the state of reservoir rocks; development of a method state gas fields prediction of reservoir rocks in the final stage for the onset of complications of factors of production; development of multidisciplinary simulation methods (physical, material science, chemical, physico-chemical and others.) state of reservoir rocks for predicting the onset of production complications; systematization of methods and technologies adopted in the final stage of exploitation of gas fields.

Ключевые слова: завершающая стадия разработки, эффективные технологические решения, минимизация негативных последствий обводнённости, механизм поступления песка из пласта, комплексные системные технологические решения, определение коэффициентов пористости и нефтенасыщенности.

Key words: the final stage of development, effective technological solutions minimization of the negative effects of water content, sand from the formation mechanism of admission, complete system technology solutions, porosity and oil saturation coefficients.

Большое число нефтяных месторождений Краснодарского края значительно истощены и находятся на завершающей стадии разработки, характеризующейся увеличением непроизводительных потерь пластовой энергии во всех элементах системы добычи нефти. Они связаны с образованием песчано-глинистых пробок на забоях скважин, гидратно-ледяных и жидкостных пробок в нефтесборных коллекторах, ограничением скоростей газового потока на устьях скважин штуцерирующими устройствами и другими факторами.

По причине деградации пород-коллекторов и истощения нефтяных месторождений на завершающей стадии значительно усложняется проблема выбора эффективных технологических решений, отвечающих быстро меняющемуся состоянию месторождения. Истощение месторождений сопровождается разнообразными по своему составу и силе факторами осложнений добычи, при этом состав и структура факторов высоко индивидуализированы в зависимости от конкретных особенностей месторождения. Значительно обостряется проблема технико-экономического выбора

эффективной технологии эксплуатации газовых месторождений.

Вместе с тем многие научные вопросы обоснования эффективной технологии эксплуатации газовых месторождений на завершающей стадии не изучены достаточно полно. К их числу относится проблема прогнозирования состояния пород-коллекторов, которые представляют собой первопричину осложнений при эксплуатации нефтяных месторождений на завершающей стадии. В частности, мало исследована проблема разработки метода прогнозирования состояния пород-коллекторов в зависимости от их состава, влажности, пористости и других характеристик. Перспективным инструментом решения этой проблемы являются методы междисциплинарного моделирования (физические, материаловедческие, химические, физико-химические и др.).

Таким образом, возникает многоуровневая и многофакторная теоретическая и прикладная задача эффективного управления технологией эксплуатации нефтяных месторождений на завершающей стадии, которая будет решаться на примере месторождений Краснодарского края.

Эксплуатация месторождений в период падающей добычи происходит на фоне не только снижения пластового давления, но и ряда других негативных процессов, которые усложняют добычу, приводят к уменьшению дебитов скважин и росту себестоимости извлекаемой нефти, а иногда и остановке скважин. К наиболее распространённым негативным явлениям относятся, например, [1-3]:

- обводнение залежи;
- образование зон защемлённых объёмов газа вследствие неравномерности отработки залежи;
- образование гидратов;
- деградация и разрушение призабойной зоны;
- пескопроявления;
- моральный и физический износ промыслового оборудования;
- рост доли эродированного оборудования в устьевой обвязке;
- снижение эффективности промысловой обработки добываемого газа.

На рисунке 1 приведены основные факторы, усложняющие эксплуатацию залежей Краснодарского края на завершающей стадии разработки, и негативные последствия от воздействия этих факторов.

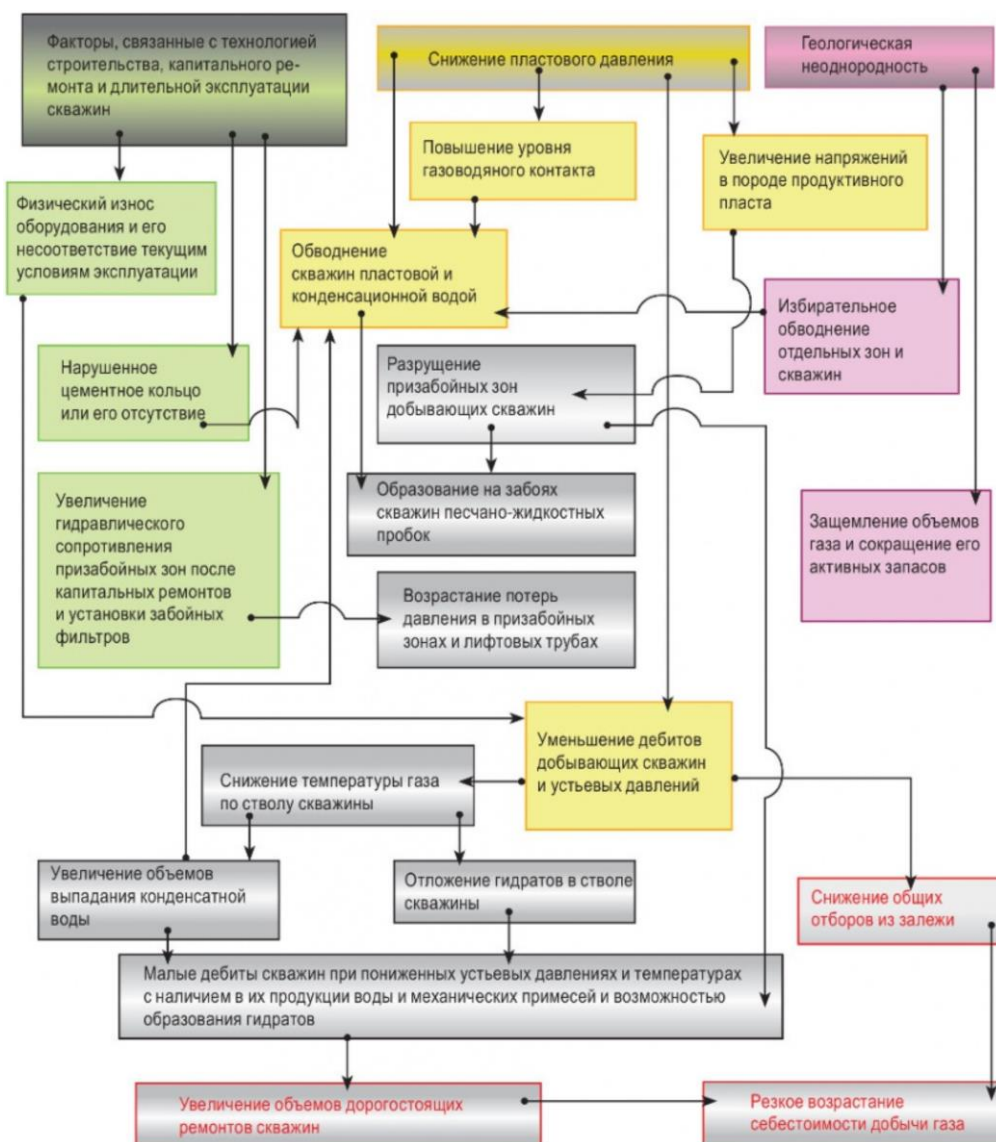


Рисунок 1. Основные факторы, усложняющие эксплуатацию залежей Краснодарского края на завершающей стадии разработки, и негативные следствия от воздействия этих факторов [2]

В исследовании Макаренко П.П. [5] показано, что к особенностям разработки месторождений Краснодарского края относится отсутствие периода постоянной добычи нефти, что объяснялось интенсивным отбором газа с начала ввода месторождения в эксплуатацию. И к моменту достижения максимальных отборов по месторождениям из них уже было извлечено более 50 % первоначальных запасов газа.

В качестве причин основных осложнений при эксплуатации и ремонте скважин на поздней стадии разработки относятся такие факторы, как:

- прекращение фонтанирования скважин из-за скопления жидкости на забое и в лифтовых колоннах;
- снижение продуктивной характеристики скважин после ремонтных работ из-за насыщения призабойной зоны промывочной жидкостью;

- ухудшение условий сепарации и подготовки нефти в результате снижения пластовой энергии;
- снижение эффективности защиты оборудования скважин от углекислотной коррозии из-за низких скоростей восходящего потока нефти;
- создание неблагоприятных условий для окружающей среды в результате увеличения объемов добычи и повышения степени загрязнения пластовых вод.

По результатам исследований показано, что первоначальной причиной большинства осложнений, возникающих при добыче нефти на месторождениях, является состояние пласта-коллектора.

В результате действия комплекса факторов (техногенно обусловленных физических процессов, происходящих в залежах во время разработки месторождений) имеет место деградация сово-

купных физических, физико-химических и других характеристик продуктивного пласта, сложенного слабосцементированными коллекторами.

На основании анализа источников представляет интерес исследование взаимосвязи между методами и технологиями, принимаемыми для предотвращения и устранения осложнений добычи на завершающей стадии эксплуатации нефтяных месторождений, и видом и характером осложнений добычи [1-6].

По результатам многочисленных исследований российских и зарубежных учёных вопросов возможности минимизации негативных последствий обводнённости продукции скважин была сформулирована гипотеза, что при низком напоре нефти необходимы специальные технико-технологические мероприятия. Эти мероприятия требуют научного обоснования, базирующегося на ясном представлении о закономерностях двухфазных гидродинамических и термодинамических процессов в рассматриваемых условиях. В настоящее время проведение таких мероприятий с целью повышения производительности нефтяных скважин с пескопроявлениями регулированием работы скважин находится на начальном этапе реализации, но уже позволяет судить о положительных результатах применения. К таким мероприятиям относятся:

- замена НКТ на трубы меньшего диаметра;

- понижение устьевое давления;
- закачка бурового раствора в затрубье;
- применение концентрического лифта;
- использование регулирующих устройств на устье скважин, объединённых одним общим шлейфом, и др. [5].

Установлен механизм поступления песка из пласта в скважину, а также механизм образования на забое песчаных пробок как плотных, так и псевдооживленных. Выявлены факторы, влияющие на эти процессы. Разработан принцип блокировки продуктивных пластов с АНПД дисперсными системами, дисперсность и структурно-механические свойства которых регулируются в требуемом диапазоне в процессе закачки в скважину.

В результате анализа данных по месторождениям Краснодарского края можно систематизировать методы и технологии, принимаемые на завершающей стадии эксплуатации нефтяных месторождений. Показано, что в условиях действия одновременно нескольких факторов затруднения добычи необходимо применение комплексных системных технологических решений.

Основные задачи работы по изысканию научных и практических подходов для решения проблемы выбора и оптимизации технологических схем эксплуатации нефтяных месторождений Краснодарского края на завершающей стадии сводятся к следующему (рисунок 2).

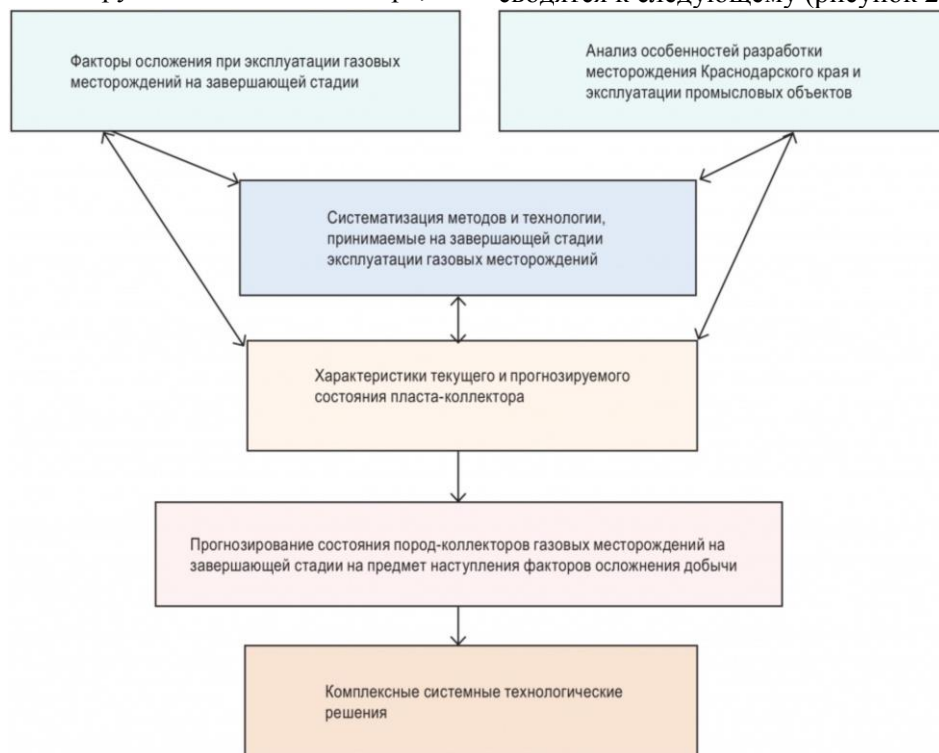


Рисунок 2. Структурная схема исследований

Одним из важных этапов работы является определение коэффициентов пористости и нефте-

насыщенности таких коллекторов, что представляет собой очень сложную задачу. Обычные стандартные методики оказываются в таком разрезе недостаточно эффективными.

Так, например, оценка пористости k_n по данным метода ПС ограничена, прежде всего, ненадёжностью получения зависимости $\alpha_{nc}(k_n)$. По рядовым скважинам такую связь получить практически невозможно в связи с плохим выносом керна. Слабосцементированные разности пород, представляющие основную часть продуктивного пласта, при отборе керна поднимались преимущественно в нарушенном состоянии в виде песка. При этом значительная их часть терялась.

Кроме того, проблемы возникают с расчётом величины α_{nc} в связи со сползанием условной линии песчаников на кривой ПС. Абсолютные значения ΔU_{nc} против пластов с близкими коллекторскими свойствами увеличиваются от кровли к подошве продуктивной толщи, что создаёт ложное впечатление о возрастании песчаности отложений вниз по разрезу.

Коэффициент нефтенасыщенности песчано-алевритовых пород определяется в основном по данным каротажа сопротивлений с использованием эмпирических зависимостей параметра насыщения P_n от коэффициента водонасыщения k_e и параметра пористости P_n от коэффициента пористости k_n . Однако для изучаемых отложений такие зависимости получить довольно трудно из-за их, как уже отмечалось, слабой сцементированности. Даже сохранившийся керн в процессе подготовки его к исследованиям рассыпается.

Таким образом, стандартные методики определения коэффициентов пористости и нефтенасыщенности отложений Краснодарского края недостаточно эффективны, на что неоднократно указывалось при защите запасов в ГКЗ РФ. Это предопределило необходимость разработки более эффективных способов и методик, основанных на лабораторных исследованиях керна и данных ГИС базовых скважин.

На месторождениях Краснодарского края пробурены скважины с применением раствора на нефтяной основе (РНО). При этом по большинству скважин достигнут высокий вынос керна. Максимальный средний вынос керна 93-94 % от проходки с отбором снарядом «Кембрий». По результатам исследования керна получены основные зависимости, которые могут быть надёжной петрофизической основой определения пористости и нефтенасыщенности коллекторов края.

На рисунке 3 приведены зависимости по усреднённым данным керна с месторождений. Наиболее тесная, практически функциональная, зависимость существует между остаточной водонасыщенностью k_{eo} и эффективной пористостью $k_{n,эф}$ (или объёмной нефтенасыщенностью ω_2). Другие зависимости также достаточно тесные.

Следует отметить, что зависимости $k_{eo} = f(k_{n,эф})$ по другим месторождениям полностью совпадают с прогностическими. В связи с тем, что эти скважины охватывают практически всю территорию Краснодарского края, где сосредоточены залежи нефти, с полным основанием можно утверждать, что для всего этого комплекса зависимость $k_{eo} = f(k_{n,эф})$ будет единой.

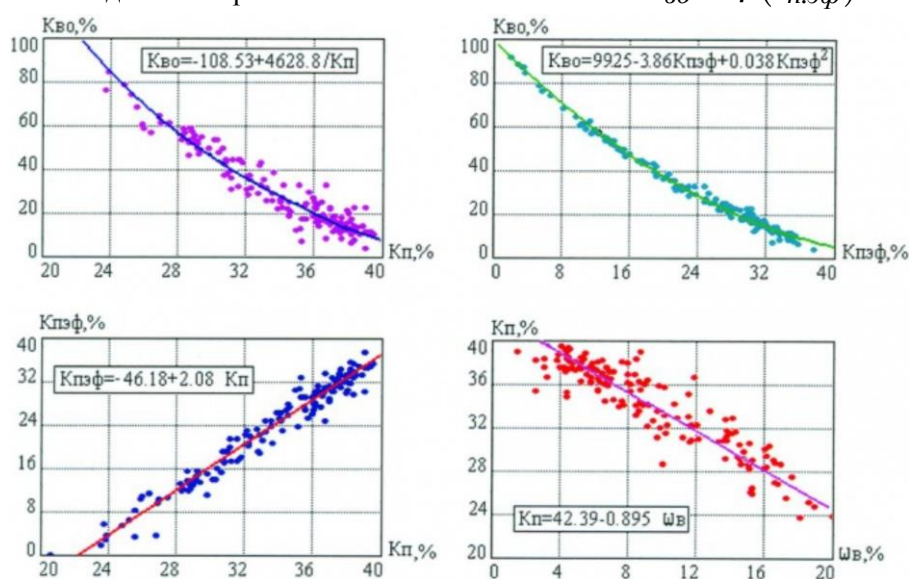


Рисунок 3. Петрофизические зависимости для отложений пород Краснодарского края по данным керна

Поскольку имеется достаточно хорошая зависимость остаточной водонасыщенности от коэффициента пористости, удельное электрическое сопротивление также будет находиться в зависимости от k_n косвенно через k_{eo} , что и подтверждает экспериментальная керновая зависимость $\rho_n = f(k_{eo})$. Теснота связи повышается в случае сопоставления удельного электрического сопротивления (ρ_n) с объёмной влажностью пород (ω_e).

Для месторождений Краснодарского края также получены хорошие керновые зависимости коэффициента пористости с эффективной пористостью $k_{n.эф}$ и объёмной влажностью ω_e (рисунок 3), которые можно использовать для определения k_n коллекторов. Интерпретационными параметрами при этом служат величины ω_e и ω_z (в зоне предельного насыщения это $k_{n.эф}$), которые определяются по данным каротажа с использованием соответствующих зависимостей $\rho_n = f(\omega_e)$ и $\rho_n = f(\omega_z)$ (рисунок 4).

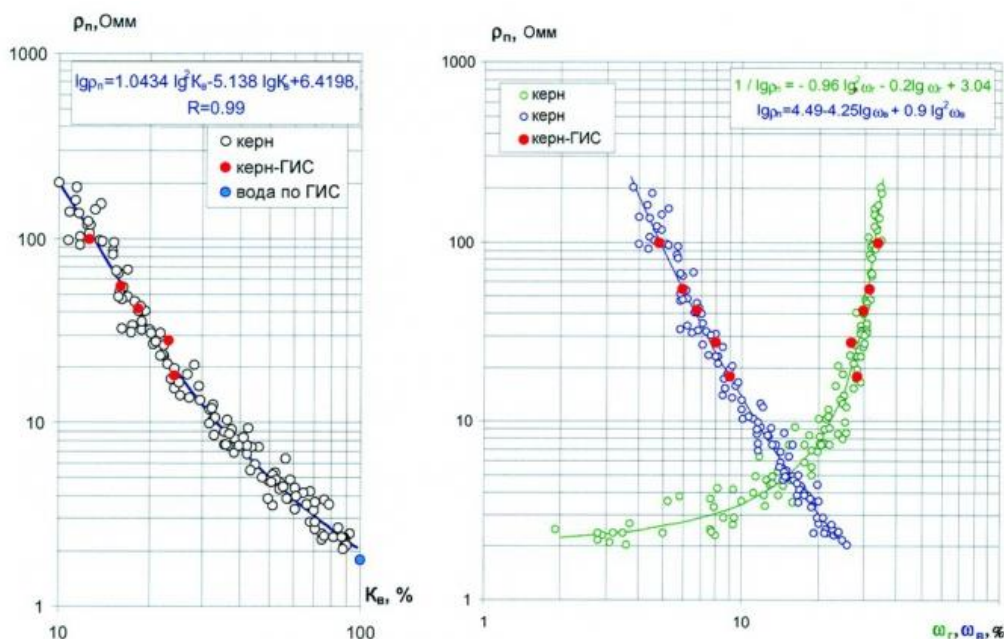


Рисунок 4. Зависимости удельного сопротивления от коэффициента водонасыщенности, объёмной водо- и нефтенасыщенности по усреднённым данным месторождений

Зависимости $\rho_n = f(\omega_e)$ и $\rho_n = f(\omega_z)$ устанавливаются обычно по пластам, для которых ρ_n определяется по данным электрического и электромагнитного каротажа, а ω_e и ω_z этих же пластов – по результатам лабораторного изучения представительного керна [4]. Однако не всегда можно получить эти зависимости во всём диапазоне изменения водонасыщенности.

Очевидно, что усреднённых данных недостаточно, чтобы уверенно провести зависимость (рисунок 4). Поэтому для повышения статистической обоснованности этих зависимостей необходимо привлечь результаты измерений на образцах керна. При этом учёт пластовых условий на ρ_n проводился по способу Г.В. Таужнянского [5]. Способ базируется на положении о практическом отсутствии зависимости объёмных параметров

ω_e и ω_z от пластовых условий [4]. Действительно, при переходе от атмосферных условий, например, $\omega_e = k_n \cdot k_g$, к пластовым изменяются оба сомножителя – k_n уменьшается, а k_g увеличивается. В таком случае для керновой зависимости $\rho_n = f(\omega_e, \omega_z)$ необходимо лишь установить пересчётный коэффициент, на который необходимо уменьшить ρ_n в атмосферных условиях, чтобы перевести его к пластовым. Это достигается путём совмещения зависимостей «кern – kern» и «ГИС – kern». Используя такой подход, были получены зависимости $\rho_n = f(k_g)$ и $\rho_n = f(\omega_e, \omega_z)$, приведённые на рисунке 4.

Теоретически точки на зависимости $\rho_n = f(\omega_z)$ должны дифференцироваться по

k_n . Однако, как показывает анализ, такая дифференциация наблюдается для газонасыщенных образцов с близкими к граничным значениям k_n и ρ_n . По мере улучшения коллекторских свойств связь становится более тесной. Учитывая это обстоятельство, а также принимая во внимание и то, что плохих коллекторов в газоносном разрезе палеозойского пласта не так уж много, достаточно точно эту зависимость можно описать одним уравнением.

Коэффициент пористости нефтенасыщенных коллекторов Краснодарского края по удельному электрическому сопротивлению можно определить несколькими способами. Во-первых, по значениям ϵ и ϵ_z , используя при этом соответствующие зависимости на рисунке 3, во-вторых, как сумма объёмной влажности и объёмной газонасыщенности, то есть $k_n = \omega_g + \omega_z$.

Коэффициент пористости коллекторов месторождений Краснодарского края необходимо определять также по зависимости $\alpha_{nc}(k_n)$, которая была получена только по усреднённым данным. В дальнейшем она может быть дополнена

данными по другим месторождениям, что возможно приведёт к изменению, особенно в области высоких значений k_n . Для её построения использовались пласты с ρ_n не более 100 Ом · м. Опорный пласт для расчёта α_{nc} выбирался в водоносной части разреза.

Для подсчёта запасов рекомендуется принимать среднее значение k_n из всех определений по способам и методам. Считаем, что при этом учитываются случайные ошибки.

Следует отметить, что некоторые способы определения k_n применимы для зоны полного нефтенасыщения. Это, прежде всего, касается зависимостей $k_{eo} = f(k_n)$. В переходных зонах определяемые параметры будут несколько искажены. Однако переходные зоны в газовых месторождениях небольшие и, как показывают расчёты, практически не влияют на средневзвешенные величины k_n в целом по залежи. Это подтверждается уже проведёнными ранее расчётами пористости по двум выборкам: по скважинам, вскрывшим ВНК, и в целом по всем скважинам (таблица 1).

Таблица 1
Расчёты пористости

Массив скважин	k_n , % зависимости			$k_n = \omega_g + \omega_z$, %	$k_{n.c.p.}$, %
	$k_n(\alpha_{nc})$	$k_n(\omega_g)$	$k_n(\omega_z)$		
Все скважины	34,3	34,4	34,7	35,0	34,6
Скважины, вскрывшие ВНК	34,1	34,1	34,4	34,7	34,3

Исходя из преимуществ рассмотренных методов в разных частях залежи, можно предложить комплексный вариант, когда, например, в зоне полного насыщения пористость определяется по удельному сопротивлению, в переходной – по ПС. Кроме того, по методу ПС можно охарактеризовать пористостью невысокоомные пласты в зоне полного насыщения, удельное сопротивление которых по тем или иным причинам не может быть определено.

Коэффициент нефтенасыщенности также может быть определён несколькими методами. Во-первых, через пористость по керновым зависимостям $k_{eo} = f(k_n)$ и $k_{eo} = f(k_{n.эф})$ (рисунок 3), во-вторых, k_g напрямую через зависимость $\rho_n = f(k_g)$. Результаты по этой зависимости более предпочтительны.

Возможны варианты определения коэффициента нефтенасыщенности по значениям объёмной влажности и объёмной нефтенасыщенности,

исходя из соотношений: $k_z = 1 - \frac{\omega_g}{k_n}$ и

$k_z = \frac{\omega_z}{k_n}$. Объёмные параметры оцениваются по

удельному сопротивлению по соответствующим зависимостям (рисунок 4).

В качестве контрольного варианта коэффициент водонасыщенности можно рассчитать без

знания k_n по выражению $k_g = \frac{\omega_g}{\omega_g + \omega_z}$.

Список литературы:

1. Булатов А. И., Савенок О. В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика:

учебное пособие для вузов. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 539 с.

2. Пирвердян А. М. Защита скважинного насоса от газа и песка. – М.: Недра, 1986. – 120 с.

3. Тананыхин Д.С. Обоснование технологии крепления слабосцементированных песчаников в призабойной зоне нефтяных и газовых скважин химическим способом: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – СПб.: ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013.

4. ООО «Нефтегазтехнология» Ликвидация пескопроявлений [Электронный ресурс] Режим доступа: http://ngt.belitski.ru/Ликвидация_пескопроявлений.pdf

5. Бабазаде Э.М. Роль интеллектуальных скважин в осуществлении контроля над пескопроявлением [Электронный ресурс] Режим доступа: http://socar.az/1/Babazade_39-43.pdf

6. Аксёнова Н.А. Исследование и разработка техники, технологии заканчивания скважин

с неустойчивыми коллекторами: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2004.

7. Березовский Д.А., Савенок О.В. Анализ осложнений при эксплуатации газовых месторождений на завершающей стадии и разработка метода прогнозирования состояния пород-коллекторов на основе методов междисциплинарного моделирования // Научный журнал НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ (политехнический вестник). – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2014. – № 1. – С. 26-34.

8. Лаврентьев А.В., Савенок О.В., Антониади Д.Г., Кошелев А.Т. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – М.: ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2014. – № 9. – С. 84-86.

УДК 004

Абдуманонов Ахроржон Адхамжонович

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*ассистент, Ферганский филиала ТМА.
г. Фергана, Узбекистан.*

Аннотация: Статья посвящена вопросам создания автоматизированных рабочих мест комплексных медицинских информационных систем. В нем освещены основные аспекты, особенности и требований, предъявляемые к структуре и программным обеспечением специализированных АРМов, позволяющие автоматизации организации и оптимизация лечебно-диагностических процессов в клинических условиях и управления лечебным учреждением, на примере стационара экстренной медицины.

Ключевые слова: автоматизированные рабочие места, информационная технология, лечебно-диагностический процесс, медицинские информационные системы.

Современный врач - специалист владеющий всеми методами современного лечения и диагностики болезней и владеющий для этого соответствующими медицинскими технологиями и необходимыми информациями. Деятельности врача зависимо получения и обработки больших объёмов информации, решение этой задачи возможно только посредством новых решений, с использованием системы информатизации основных направлений деятельности лечебно-диагностических учреждений (ЛДП) здравоохранения. Поэтому проблема создания предметно-ориентированных медицинских автоматизированных рабочих мест (АРМ) врачей и других медицинских работников лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), направленный на создание и внедрение медицинских информационных систем (МИС) является актуальной задачей.

АРМ или "рабочая станция" (work-station) пользователя -специалиста той или иной профессии представляет собой индивидуальный пакет программно-технических средств, предназначенный для автоматизации организации деятельности профессионального труда специалиста. В сфере медицине с помощью таких АРМов, используя электронные коммуникационные системы и соответствующие медицинские информационные технологии можно осуществлять до-

кументирование ЛДП и ведение электронной истории болезни пациентов; документооборот между клиническими и параклиническими отделениями; информационно-интеллектуальная поддержка медицинского персонала, моделирование и планирование ЛДП; оптимизация и мониторинг использования потенциала ЛПУ; составление различных отчетов и аналитических информации по деятельности ЛПУ, необходимые для принятия эффективных решений.

АРМ ЛПУ должен показать все аспекты профессиональной деятельности медицинского персонала, хозяйственной, управленческой деятельности, административной, но, прежде всего, информационно-интеллектуальной поддержки деятельности врача на всех этапах работы с пациентом и сопровождение ЛДП каждого пациента по основным видам медицинской помощи. АРМ позволяет обеспечить мониторинг по всей цепочке прохождения пациента на этапах ЛДП, который, с учетом внедряемых протоколов ведения больных, выполнения медицинских стандартов ведения больных. При этом для каждого пользователя-участника ЛДП необходимо предусматривать АРМ, соответствующие их профессиональной функции. Ниже описаны особенности, принципы и требования, предусмотренные нами при разработке структуры и программных обеспечений АРМов МИС «ExterNET», созданное нами, для автоматизированной организации ЛДП и управление лечебным учреждением и успешно внедренное в многопрофильном стационаре Ферганского филиала Республиканского научного центра экстренной медицины [1,5-7].

Отметим, что в настоящее время известны два основных направления создания АРМов для МИС [2]:

1. Создание специализированных АРМов, когда имеется база данных, а для ее работы создаются отдельные приложения, учитывающие специфику пользователя – АРМов. При этом информационная система представляет собой пакет программ - специализированных АРМов.

2. Создание единого АРМа, который содержит в себе все потенциальные возможности системы - врачей, медицинских сестер, регистраторов и т.д. Однако использует принцип разделения прав доступа, пользователей, т.е. каждый видит только та часть АРМа, на которую у него есть разрешения исходя из его уровня доступа. В своих разработках мы ориентировались на использование принципа единого АРМа ввиду ряда его очевидных преимуществ.

АРМы разделяются на *обслуживающие и интеллектуальные*. Обслуживающие АРМы могут текст обрабатывающими, информационно-справочными, вычислительными, интеллектуальными.

Текст обрабатывающие АРМы предназначены для обработки и генерации текстовой информации различной структуры и предполагаются, что текст семантически не анализируется но при формализации медицинских терминов с использованием медицинских стандартов (SNOMED) даёт возможности интеллектуализации диагностики [6].

Информационно-справочные АРМ обслуживают какой-либо процесс управления.

Интеллектуальные АРМы создаются как ориентированные на данные, так и ориентированные на знания (*даталогические и фактологические*).

Вычислительные АРМ разнообразны по своему содержанию и могут применяться многочисленными категориями пользователей. С их помощью могут ставиться и решаться организационно-вычислительные и аналитические задачи, связанные и не связанные друг с другом, а также поиск и обработка данных в которых заранее определена или определяется их взаимосвязи в процессе функционирования АРМ.

Интеллектуальные АРМ даталогического типа основаны на широком использовании баз данных и языков пользователей. В этих АРМ отсутствует база знаний, т.е. невозможно накопление правил, обеспечивающих объяснение того или иного свойства управляемого объекта. База знаний как составной компонент входит в АРМ фактологического типа. Фактологические АРМ полезны там, где работа в условиях АРМ определяется преимущественно накапливаемым опытом, медицинскими знаниями и логическими выводами на их основе [3,4,6,7].

В то же время, к АРМам МИС предъявляются ряд общих требований, а именно: разграничение прав доступа, удобный интерфейс, однократный ввод информации с её многократным использованием, информационное наполнение, однотипность, сохранность и безопасность вводи-

мых данных, работы в диалоговом режиме, максимальная степень автоматизации рутинных процессов и др.

Структура АРМ включает совокупность подсистем – информационной, технической, программной и организационной.

Информационной подсистеме относятся массивы информации, хранящейся в базах данных на серверах локальной или корпоративной сети.

Техническая подсистема включает в себя активные и пассивные элементы сети.

Программное обеспечение относится операционные системы, стандартные программы пользователей, сервисные программы и прикладные программы, ориентированные на решение определенного класса задач, по назначением АРМа. Также относятся системы управления базами данных (СУБД). При необходимости в программное обеспечение включаются также программы для работы с медицинскими изображениями и графической информацией поддерживавшие стандарты DICOM [5,6].

Организационное обеспечение АРМ имеет своей целью организацию их функционирования, развития, а также администрирования.

К последнему относятся: контроль выполнение лечебно-диагностических регламентов, планирование, учет, анализ, регулирование и документальное оформление всех процессов, а также деятельности их участников.

Учёт функциональных обязанностей сотрудников является важнейшим требованием, которое необходимо соблюдать при выборе интерфейсных решений в создаваемом программном обеспечении МИС. При этом мы руководствовались должностными обязанностями, медработников системе экстренной медицины и регламентами их действия. Кроме них, есть еще ряд принципиальных, по нашему мнению, моментов, которые следует учитывать при разработке интерфейса системы, адаптированные к конкретным бизнес процессом ЛПУ. Важно обеспечить единообразие всех программ, входящих в пакет информационной системы. Единообразие интерфейса упрощает освоение МИС, повышает преемственность в работе пользователей при переходе с одного рабочего места на другое, ускоряет обучение пользователей. При этом не следует понимать требование единообразия как требование к одному и тому же оформлению всех приложений системы. Единообразие должно заключаться в единой терминологии, которая должна поддерживаться всеми программами системы. Рекомендуются для однотипных команд применять одинаковые “иконки” и подписи экранных элементов.

Еще одним важным требованием является минимизация интерфейсных элементов в одном окне программы. Вообще говоря, идеальным приложением для большинства пользователей явилось бы одно окно с коротким предложением, оформленным крупным шрифтом и 2-я противоположными по смыслу кнопками. Но в реальных системах на одном окне размещаются нередко несколько десятков отдельных элементов. Мы не рекомендуем использовать более 20 элементов на одном окне. Если в программе требуется наличие большого количества полей, кнопок и других элементов, то мы рекомендуем выбрать одну из двух методик.

Применение закладок. если для внесения информации ее можно разделить на несколько групп, а тем более, если эти группы необходимо заполнять в различные сроки, целесообразным является применение закладок. хорошим примером является форма истории болезни, насчитывающая в различных информационных системах от 30 до 50 полей. однако все эти поля можно группировать в несколько разделов, расположив их на отдельных закладках, при этом программист должен снижает количество полей, одновременно показываемых на экране до 10-15, что значительно упрощает работу с документом.

Применение диалоговых окон. Если в ходе одного и того же диалога с системой пользователю необходимо обрабатывать сразу несколько больших объемов информации, хранящейся в нескольких десятках полей, то можно воспользоваться принципом диалоговых окон, хорошо известным по работе популярных программ-инсталляторов. При этом на экран каждый раз выводится некоторое количество полей и детальных информационных сообщений, а навигация по их группам осуществляется при помощи хорошо понятных кнопок «Вперед» и «Назад».

Наконец, важным является комплиментарность интерфейса системы к пользователю или другими словами – дружелюбность. Для этого следует тщательно тестировать те или иные решения, разрабатываемые программистом, еще на этапе предварительной разработки, совместно с потенциальными пользователями системы. Хорошим тоном является использование таблиц при оформлении электронных документов, которые, даже при сокрытии границ таблицы, позволяют визуально упорядочить и упростить понимание полей в документе. Другим практическим советом является минимизация специальной терминологии в оформлении программ. Хорошим решением, на наш взгляд, являются не только четкие и простые надписи в интерфейсных элементах, но и понятные любому медицинскому работнику графические образы.

В нашем случае когда создавались модули МИС «ExterNET» мы руководствовались или опирались на те же методы и принципы которыми пользуются при создании интеллектуальных АРМов. Было учтено, что придется работать с большим объемом данных, это и справочная система, и многочисленный вывод отчетных форм, а так же не говоря о вводе большого объема информации например как анкета больного, жалобы пациента, лекарственные назначения, лабораторные анализы и многое другое вплоть до снимков УЗИ, рентгеновских снимков, а также запись видео УЗИ обследования, ФГДС, компьютерной томографии. И это уже всё включено и работает в нашей МИС «Externet».

В процессе разработке МИС «ExterNET» мы использовали все вышеперечисленные особенности и стандарты разработки интерфейсов, в результате чего разработанные нами АРМы «Директор», «Главный врач», «Ответственный хирург», «Заведующий ПДО», «Заведующий клиническим отделением», «Врач», «Медсестра», «Лаборатория», «Функциональная диагностика», «Отдел переливания крови», «Аптека», «Регистратура», «Статистика», обеспечивают работу пользователей в нашей КМИС «ExterNET». В таком виде АРМы стали основными структурными единицами всей системы автоматизированной организации ЛДП и управления ЛПУ. Опора на него существенно меняет способы работы всех участников ЛДП, и служит мощным инструментом для повышения качества оказываемые ими медицинских услуг.

Таким образом, внедрения информационный технологий с использованием разработанных нами АРМов позволил создание единого информационного пространства в лечебном учреждении, автоматизированное организации и оперативное управление как ЛДП, так и работой лечебного учреждения в целом, повышающие эффективности экстренной медицинской помощи.

Литературы

1. Абдуманонов А. А., Карабаев М. К., Хошимов В. Г. Информационно-коммуникационная технология организации лечебно-диагностических процессов в стационарах экстренной медицины. Межд. ж //Информационные технологии моделирования и управления. – 2012. – №. 5. – С. 77.
2. Назаренко Г.И., Гулиев Я.И., Ермаков Д. Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. -М.:ФИЗМАТЛИТ, 2005.-320с.
3. Официальный сайт НПО «Центр-ПРОТОН» / <http://www.center-proton.ru>
4. Официальный сайт Удмуртского государственного университета / <http://v3.udsu.ru/item-ipspub/meth-v>

5. Карабаев М. К., Абдуманонов А. А. Алгоритмы и технологии обеспечения безопасности информации в медицинской информационной системе externet // Программные продукты и системы. – 2013. – Т. 1. – С. 150-155.

6. Карабаев М. К., Абдуманонов А. А., Махмудов Н. И. Об интеллектуализации медицинских информационных систем. // Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные

проблемы теории и практики» Серия «ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» № 9-10 2013 г. Воронеж., 60-64 с.

7. АБДУМАННОВ А. А., Карабаев М. К., Хошимов В. Г. Информационно-коммуникационные технологии для создания единого информационного пространства лечебных учреждений // Врач и информационные технологии. – 2012. – №. 1.

Андреев Юрий Петрович. ДВИГАТЕЛЬ ПЕТРОВИЧА И МАЯТНИК АНДРЕЕВА.

АННОТАЦИЯ.

С тех пор, как появились первые машины, люди мечтали создать машины, работающие без топлива. Учёные предлагали разные конструкции таких двигателей. Например, мифический демон Максвелла, вертушка с храповиком и собачкой Фейнмана, двигатель Сциларда. Но эти устройства при внимательном рассмотрении тоже оказывались не работоспособны. Поэтому официально считается, что создание «вечного» двигателя второго рода невозможно. Этот запрет был принят Парижской академией ещё в 1775 году, когда она отказалась рассматривать проекты «вечных» двигателей. В наше время второе начало термодинамики запрещает создание «вечного» двигателя. В журнале [1, стр. 52] описан двигатель Л. Сциларда, а также добавления к

этому двигателю автора статьи. Но все эти изменения не позволяют, даже теоретически, работать этому двигателю. Поэтому в данной статье предлагается другой, очень простой вариант двигателя, в котором отсутствуют детали и механизмы, не позволяющие работать двигателю Сциларда.

Ключевые слова: «вечный» двигатель второго рода; второе начало термодинамики.

В моём двигателе, в отличие от двигателя Сциларда, нет логического устройства, нет необходимости определять, в какой части цилиндра находится молекула и нет памяти, чтобы это запоминать. Нет всех этих перечисленных устройств, которые не позволяют двигателю Сциларда работать. Поэтому он более прост по конструкции. Рассмотрим устройство такого очень простого двигателя. См. рис. 1.

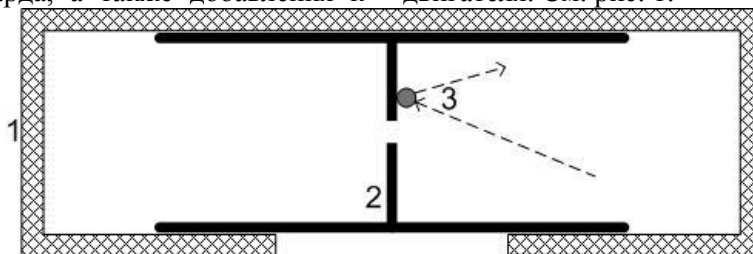


Рис. 1.

1 - цилиндр, закрытый с торцов. 2 - поршень с отверстием. 3 - молекула газа. Двигатель очень прост по конструкции. Есть только движущийся внутри цилиндра поршень. Отсутствуют перегородка, датчик нахождения молекулы и память. То есть, отсутствуют те устройства, которые не позволяют работать двигателю Сциларда.

Рассмотрим работу такого двигателя. См. рис. 2.

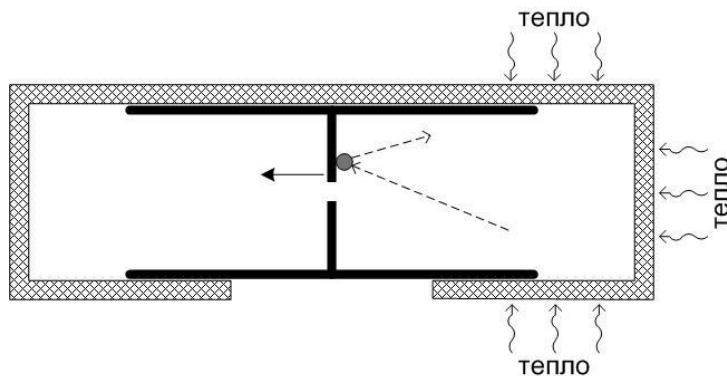


Рис. 2.

Молекула в правой части цилиндра. Она движется внутри, ударяясь в поршень и стенки цилиндра. Под воздействием ударов молекулы поршень двигается влево. Энергия, теряемая молекулой, которая совершает работу по перемеще-

нию поршня, возмещается за счёт тепла окружающей среды. Таким образом, под действием ударов молекулы поршень переместится в крайнее левое положение. Молекула попадает через отверстие в левую половину цилиндра. См. рис. 3.

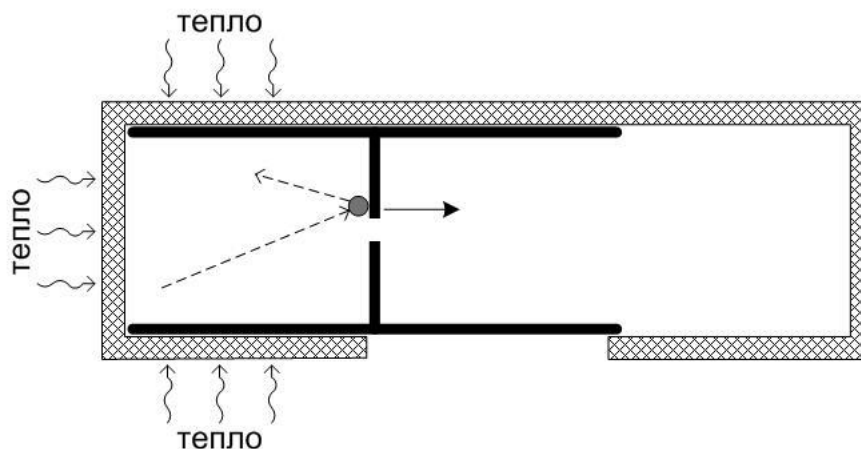


Рис. 3.

Далее происходит процесс, аналогичный описанному выше. Поршень под действием ударов молекул начинает перемещаться вправо. Энергия, затрачиваемая молекулой на перемещение поршня, также возмещается за счёт тепла

окружающей среды. Поршень перемещается в крайнее правое положение и процесс повторяется. См. рис. 4.

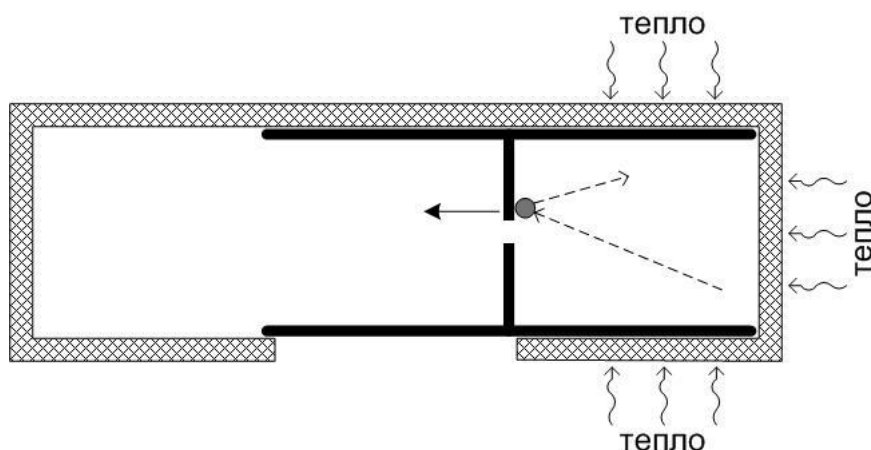


Рис. 4.

Таким образом, поршень будет перемещаться влево-вправо. Эти перемещения поршня можно использовать для производства полезной работы. Так как нет никаких механизмов, каким-то образом следящих за молекулой и открывающих отверстие в поршне, то процесс движения будет происходить не строго ритмично. Всё зависит от вероятности попадания молекулы в отверстие в поршне. Чем меньше вероятность попадания молекулы в отверстие - тем больше времени молекула будет находиться в одной из частей цилиндра. При очень малой вероятности попадания в отверстие, молекула будет перемещать поршень из одного крайнего положения в другое. Но при этом какую-то часть времени поршень будет

находиться в неподвижном положении, достигнув крайнего положения, пока молекула не попадёт в отверстие в поршне и не пролетит в другую часть сосуда. После этого поршень снова начнёт перемещаться под действием ударов молекулы в противоположную сторону. В результате поршень будет перемещаться из одного крайнего положения в другое только за счёт тепла окружающей среды. В отличие от двигателя Стирлинга, в моём двигателе отсутствуют датчик положения молекулы, перегородка и память. Нет необходимости определять положение молекулы в цилиндре, запоминать это, опускать и поднимать перегородку. Поэтому нет никаких причин и физических законов, препятствующих работе моего дви-

двигателя. Конечно, можно попытаться каким-то образом пристроить к этому двигателю цикл Карно и заявить, что этот двигатель не будет работать, так как цикл Карно запрещает двигатели, работающие за счёт тепла окружающей среды. Но этот двигатель работает совсем по другому циклу.

Допустим, поршень неподвижен. Молекула движется внутри цилиндра, ударяясь в поршень и стенки цилиндра. Кинетическая энергия молекулы постоянна. Поршень отпустили. Молекула ударяется в поршень и приводит его в движение за счёт части своей кинетической энергии. Затем молекула ударяется в стенки цилиндра и восполняет затраченную энергию за счёт тепла окружающей среды. Молекула восстановила свою энергию до первоначального состояния и цикл завершился. Далее молекула снова ударяется в поршень, передаёт поршню часть своей энергии и т.д. Поэтому цикл такого двигателя отличается от цикла Карно и состоит всего из 2-х тактов:

1-ый такт. Молекула ударяется в поршень и передаёт ему часть своей кинетической энергии.

2-ой такт. Отскочившая от поршня молекула ударяется в стенку цилиндра и восполняет свою кинетическую энергию до первоначального состояния.

На этом цикл заканчивается. Получился типичный «вечный» двигатель второго рода, работающий за счёт тепла окружающей среды. И этот

двигатель не нарушает законы физики, кроме второго начала термодинамики. Но второе начало термодинамики – это всего лишь постулат, а не закон.

В современных тепловых двигателях, работающих по циклам на основе цикла Карно, рабочее тело сначала получает тепло от какого-то источника, а затем, за счёт полученного тепла, совершает работу. Причём на работу идет меньшая часть полученного тепла, а большая часть бесполезно нагревает окружающую среду. В моём двигателе рабочее тело в виде одной молекулы сначала совершает некоторую работу за счёт своей кинетической энергии, а потом восполняет свою энергию за счёт тепла окружающей среды. В таком цикле рабочее тело даже теоретически не может отдавать тепло окружающей среде. То есть, цикл, по которому работает мой двигатель, принципиально отличается от цикла Карно. Поэтому глупо говорить о невозможности создания вечного двигателя второго рода и приводить в доказательство этого цикл Карно. Это примерно так же, как бросить в воду железную гирию и на основании этого заявить, что железные корабли также не смогут плавать по воде.

Возможен и другой вариант такого двигателя. См. рис. 5.

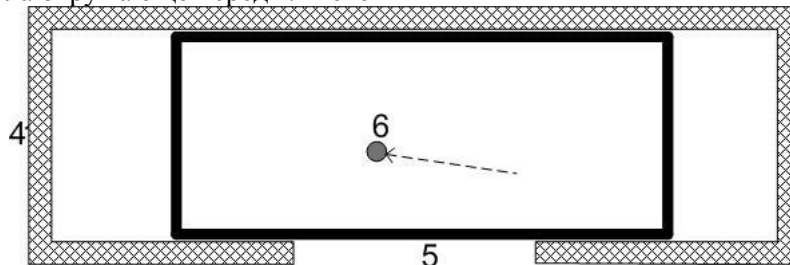


Рис. 5.

4 - цилиндр, закрытый с торцов. 5 - поршень. 6 - молекула. Что будет происходить с поршнем, когда он не соприкасается с торцами цилиндра? См. рис. 6.



Рис. 6.

Масса цилиндра во много раз больше массы поршня. Молекула двигается внутри поршня, ударяясь в его торцевые стенки. Поршень при этом смещается в обе стороны на некоторое расстояние. Но центр масс системы (поршень-молекула)

остаётся неподвижен. Это замкнутая система. Будем считать, что трение поршня об стенки цилиндра отсутствует. Сдвинем цилиндр вправо, чтобы поршень соприкоснулся с цилиндром. В этот момент система (поршень-молекула) становится открытой. См. рис. 7.

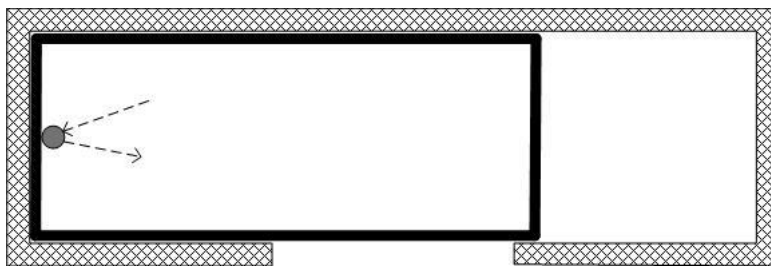


Рис. 7.

Когда поршень соприкасается с цилиндром, в его стенку ударяется молекула. Но так как поршень соприкасается с цилиндром, масса которого очень большая, то поршень не смещается влево и остаётся на месте. Отскочившая молекула ударяется в правую стенку поршня и придаёт ему движение вправо. При этом поршень получает скорость более большую, чем на рис. 6. В результате, когда молекула снова ударится в левую стенку поршня, она не сможет его затормозить и центр

масс (поршень-молекула) будет двигаться вправо с некоторой скоростью. Дальнейшие удары молекул в стенки поршня не окажут никакого влияния на скорость движения центра масс поршня и молекулы, так как в это время система снова замкнута. Но движение самого поршня в это время будут неравномерным. Таким образом, поршень с некоторой скоростью подходит к правой стенке цилиндра и соприкасается с ней. См. рис. 8.

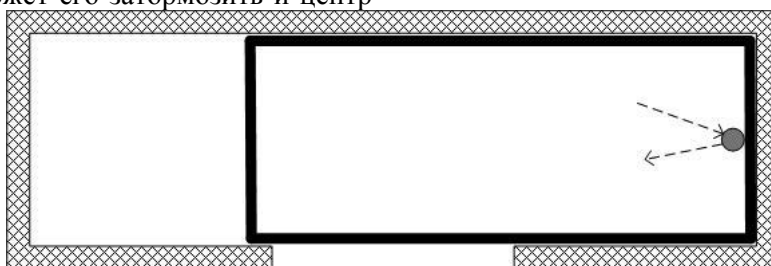


Рис. 8.

Когда поршень соприкасается с цилиндром, то система (поршень-молекула) снова становится открытой. Поршень ударяется в стенку цилиндра и отскакивает. Это столкновение можно представить следующим образом. Поршень как бы колеблется на месте, а стенка цилиндра со скоростью поршня движется на поршень. В результате поршень также отскочит от стенки цилиндра как на рис. 7. Но дополнительно получит ещё некоторую дополнительную скорость от стенки цилиндра. То есть, поршень отскочит от правой стенки с чуть большей скоростью, чем двигался к ней. Далее процесс будет повторяться и поршень за счёт кинетической энергии молекулы будет увеличивать

свою скорость при каждом столкновении со стенками цилиндра.

Примерно аналогичный процесс будет происходить и в том случае, когда внутри поршня будет находиться множество молекул. Ввиду великого множества молекул можно считать, что в противоположные стенки поршня будет ударяться равное количество молекул. Поэтому рассмотрим этот процесс на примере двух молекул. Допустим, две молекулы движутся в поршне, одновременно ударяясь в противоположные стенки поршня. См. рис. 9.

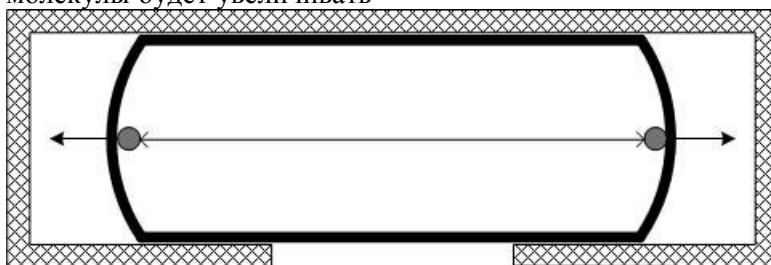


Рис. 9.

Под действием ударов молекул стенки поршня упруго прогибаются. На поршень действуют две равные силы. В это время поршень за-

мкнутая система и удары молекул не могут привести его в движение. Центр масс системы неподвижен. Сдвинем цилиндр так, чтобы его стенка коснулась одной из стенок поршня. См. рис. 10.

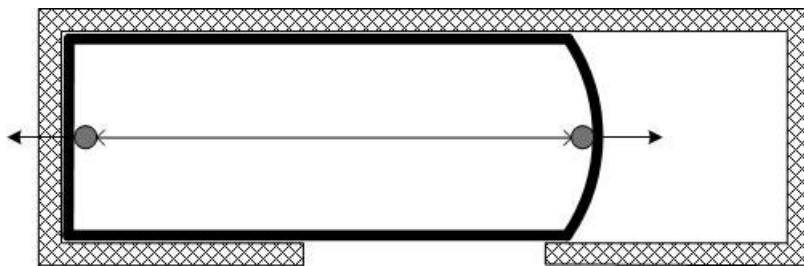


Рис. 10.

Так как левая стенка поршня соприкасается со стенкой цилиндра, то левая молекула воздействует на цилиндр, а не на поршень. То есть, сила от удара молекулы не действует на поршень - она действует на цилиндр. Но так как цилиндр в великое множество раз массивнее поршня, то он не сдвинется с места. В то же время сила от удара правой молекулы действует на правую стенку поршня. Поэтому под действием этой силы поршень движется вправо за счёт кинетической энергии молекулы. Когда он отходит от левой стенки цилиндра, то поршень с молекулами – это снова замкнутая система и удары молекул не оказывают влияния на скорость движения центра масс поршня и молекул. При последующем столкновении с правой стенкой цилиндра, система снова становится открытой. В этом случае можно считать, что поршень неподвижен, а цилиндр движется к поршню со скоростью, с которой двигался поршень. В результате поршень под действием удара молекулы в левую стенку приобретёт такую

же скорость, как описано выше. Но в этом случае к этой скорости добавится скорость движения цилиндра. В результате скорость движения поршня от правой стенки цилиндра будет больше, чем он двигался к ней. И при каждом столкновении поршня с цилиндром, скорость поршня будет возрастать.

В отличие от первого варианта двигателя, здесь молекула будет передавать свою энергию не постоянно во время движения поршня, а только в то время, когда поршень соприкасается с торцевыми стенками цилиндра. Когда же поршень движется от стенки к стенке, молекула, ударяясь в стенки поршня, возмещает свою кинетическую энергию от тепла стенок поршня. А стенки поршня получают тепло от окружающей среды через стенки цилиндра. То есть, этот вариант двигателя также работает только за счёт тепла окружающей среды. Вариант двигателя на рис. 8 можно несколько видоизменить. См. рис. 11.

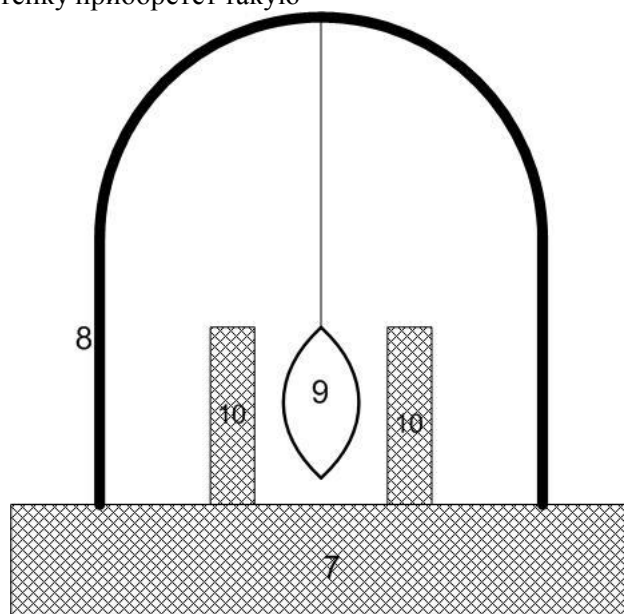


Рис. 11.

7 - основание. 8 - колпак. 9 – маятник чечевицеобразной формы с подвесом, чтобы пятно контакта с упором была больше. 10 - упоры. Внутри колпака глубокий вакуум. Маятник играет роль поршня, а упоры - торцевые стенки цилиндра. Маятник пустотелый. Внутри также находится газ под давлением. В этом случае работа данного маятника полностью аналогична работе двигателя на рис. 9, 10.

У этого маятника одна степень свободы – он может качаться только в одной плоскости.

Пока такой маятник не касается упоров – это замкнутая система в той плоскости, в которой он

может качаться. Удары внутренних молекул в стенки маятника не могут привести его в движение, так как удары и отскоки молекул от обеих стенок идентичны. Это замкнутая система. Но если маятник качнуть, чтобы он коснулся одного из упоров, то состояние маятника изменится. Маятник станет открытой системой, так как он касается упора. Характер ударов и отскоков молекул от той части маятника, которая соприкасается с упором, изменится. Допустим, оболочка маятника – это очень тонкая мембрана, толщиной порядка 1 нм. Молекулы, ударяющиеся в пятно контакта мембраны с упором, будут ударяться и отскакивать от упора, а не от мембраны. В результате на маятник будет действовать сила, отталкивающая маятник от упора. Например, висит небольшой электромоторчик. На оси электромоторчика грузик с дисбалансом. При его включении, электромоторчик начинает вибрировать, оставаясь на месте. Это замкнутая система и вибрации электромоторчика не могут привести его в движение. Но если к нему подвести упор, то это уже открытая система и он отскочит от этого упора. Поэтому маятник также отскочит от упора. При последующих соприкосновениях с упором маятник будет упруго отскакивать и дополнительно получать импульс от внутренних молекул газа. В результате маятник с каждым соприкосновением будет отскакивать с увеличенной скоростью. Причём всё это будет происходить само собой, без каких-либо следящих и регулирующих устройств. Молекулы внутри маятника будут восстанавливать свою энергию за счёт тепла стенок маятника. А стенки маятника будут получать тепло от упоров, при соприкосновении с ними. А упоры будут получать тепло от основания. А основание в свою очередь от окружающей среды. То есть, этот маятник будет качаться за счёт тепла

окружающей среды. В месте подвеса маятника можно установить шкив с храповиком и собачкой. Собачку также установить на подвесе маятника. На шкив закрепить ниточку с блошкой, как у вертушки Фейнмана. В результате при колебаниях маятника шкив будет вращаться, наматывая ниточку и всё таки поднимая блошку.

Если под колпаком не будет вакуума, то маятник не будет колебаться бесконечно. В пятно контакта мембраны с упором внешние молекулы не будут ударяться и создавать давление на мембрану в этом месте. В результате давление с противоположной стороны будет больше, так как молекулы с этой стороны ударяются по всей площади мембраны. И это компенсирует силу от внутренних молекул, которые ударяются в пятно контакта мембраны с упором, как в случае с вакуумом. При ударе маятника в упор, он отскочит. Но колебания маятника при этом будут затухающими, так как маятник не будет получать импульс от внутренних молекул.

Все варианты предложенных «вечных» двигателей очень просты. В них нет никаких следящих или регулирующих устройств, которые могли бы свести на нет их работоспособность. То есть, нет никаких законов, препятствующих работе этих двигателей только за счёт тепла окружающей среды. Если не считать второе начало термодинамики, являющееся постулатом, и по выражению Канта: «данный a priori, практический императив, неспособный дать никакого объяснения, а также и доказательства своей возможности».

Литература:

1. [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/V/"V_mire_nauki"/"V_mire_nauki".html#1988](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/V/)
2. Сивухин В.Д. Общий курс физики. Т.2 ФИЗМАТЛИТ. 2005 г.

Андреев Юрий Петрович

ДЕЙСТВУЮЩИЙ АНАЛОГ ДЕМОНА МАКСВЕЛЛА.

*Независимый исследователь
пгт. Куминский*

АННОТАЦИЯ.

Все знают демона Максвелла, который пропускал "горячие" молекулы из одной части сосуда и "холодные" молекулы из другой части. В результате в одной части сосуда газ нагревался, а в другой охлаждался, что нарушало второе начало термодинамики. Но до сих пор не удалось создать действующий аналог этого демона. Японцы создали аналог демона, но только для наночастиц. Для слежения за положением частицы они использовали электронный микроскоп. Это очень

сложная конструкция. Но в данной статье будет описан действующий аналог демона Максвелла. Причём этот демон работает с молекулами газа. И к тому же этот аналог очень прост по конструкции и сделать его в современных условиях не составляет большого труда.

Ключевые слова: второе начало термодинамики, демон Максвелла, вечный двигатель второго рода.

Демон Максвелла пропускал молекулы, сортируя их по скорости. Но это достаточно сложная задача. Но упростим задачу для демона. Пусть демон просто пропускает молекулы с одной части сосуда в другую, не обращая внимания на их различия по скорости. С другой части сосуда демон молекулы не пропускает. К дверце подлетает молекула - демон открывает её и пропускает молекулу. Подлетает молекула к дверце с другой сто-

роны - демон её не пропускает. В результате молекулы будут пролетать через перегородку с одной части сосуда в другую. Давление в одной части сосуда уменьшается, а в другой части сосуда повышается. И этот градиент давлений будет постоянно. Соответственно, его можно использовать для производства полезной работы. Для лучшего понимания цитата из "Общего курса физики" Сивухина Д.В.

Поток молекул газа через отверстие в стенке называется *эффузионным потоком*, если размеры отверстия и толщина стенки малы по сравнению с длиной свободного пробега λ .

Допустим теперь, что по разные стороны перегородки находится один и тот же газ, но при разных давлениях и температурах. Если газ находится в состоянии высокого вакуума, то возникнут два эффузионных потока: из A в B и из B в A . Ввиду отсутствия столкновений между молекулами эти два потока совершенно независимы друг от друга. Поэтому количество молекул, ежесекундно проходящих через отверстие s из A в B , определится выражением

$$N = \frac{Cs}{\sqrt{m}} \left(\frac{P_A}{\sqrt{T_A}} - \frac{P_B}{\sqrt{T_B}} \right), \quad (95.2)$$

где P_A , P_B , T_A , T_B — давления и температуры газа в A и B . В состоянии равновесия, когда средние числа молекул в A и B остаются неизменными, должно быть $N = 0$, т. е.

$$\frac{P_A}{\sqrt{T_A}} = \frac{P_B}{\sqrt{T_B}}. \quad (95.3)$$

Согласно МКТ газов давление на любую поверхность оказывают удары множества молекул. Допустим, демоны существуют и есть перегородка, в которой находятся отверстия с демонами. Пока демоны не работают, то давления на обе стороны перегородки равны.

Демоны заработали. И эти демоны пропускают молекулы с левой стороны перегородки и не пропускают с правой стороны. В результате часть молекул, которые летят слева в сторону перегородки, в неё не ударяются и пролетают на другую сторону. То есть, эти молекулы не оказывают давление на перегородку слева и поэтому давление газа с этой стороны на перегородку становится меньше. С правой стороны все молекулы, летящие к перегородке, ударяются и отскакивают от неё. То есть, давление с правой стороны не изменяется. А так как давление слева уменьшилось, то на перегородку действует сила давления газа справа.

Допустим, имеется сосуд, на противоположных стенках которого находятся демоны. Демоны на левой стенке пропускают молекулы

внутрь сосуда. Демоны на правой стенке пропускают молекулы из сосуда наружу. Предположим, что одновременно демон слева пропускает молекулу внутрь, а демон на правой стенке выпускает молекулу из сосуда. Эти две молекулы можно представить одной молекулой, которая пролетела через сосуд насквозь. То есть, эта молекула не оказала на сосуд никакого действия. Поэтому давление газа на левую стенку меньше, чем на правую. На сосуд действует сила, действующая справа налево.

Допустим, у перегородки слева и справа находятся наблюдатели, которые могут фиксировать количество молекул, летящих к перегородке и от неё. Фиксация происходит на длине свободного пробега молекул, когда молекула после последнего столкновения с молекулой, движется к перегородке. И эта молекула может удариться в стенку и отскочить. Или пролететь на противоположную сторону, если демон её пропустит. Когда демоны не работают, то количество молекул летящих к перегородке равно количеству молекул, летящих от неё.

Демоны заработали. Часть молекул слева демоны пропускают через перегородку. В результате наблюдатель слева зафиксирует факт, что к перегородке летит молекул больше, чем от неё, так как часть молекул демоны пропускают на противоположную сторону. Наблюдатель справа фиксирует, что от перегородки летит молекул больше, чем к ней, так как к молекулам, которые ударяются и отскакивают, добавляются молекулы, пропущенные демонами слева. Что увели-

чивает количество молекул летящих от перегородки. Если давления и температуры в обеих частях равны, то оба эффузионных потока равны. То есть, через перегородку в обе стороны пролетает равное количество молекул и в результате можно считать, что через перегородку молекулы как бы не пролетают. Пролетающую молекулу слева и пролетающую молекулу справа можно представить в виде двух молекул, которые как бы ударились в перегородку и отскочили. Рис. 1.

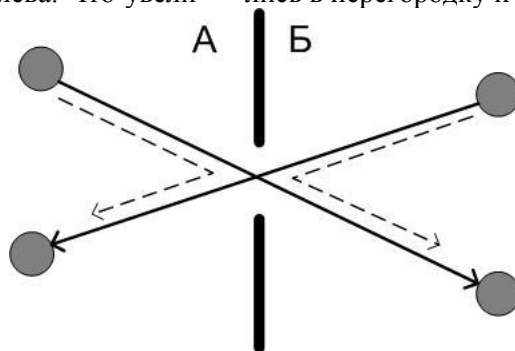


Рис. 1.

Если давление со стороны А повысится, то количество молекул, пролетающих через перегородку из А в Б увеличится. Количество молекул, пролетающих из Б в А останется без изменений, так как давление с этой стороны не изменилось. Что бы зафиксировали наблюдатели с обеих сторон перегородки? Со стороны А наблюдатель зафиксировал бы, что к перегородке летит молекул больше, чем от неё, так как часть молекул пролетает на другую сторону. Со стороны Б наблюдатель зафиксировал бы, что от перегородки летит молекул больше, чем к ней, так как

появляются молекулы, пролетевшие из А в Б. То есть, результат аналогичный тому, как если бы в перегородке были демоны, пропускающие молекулы из А в Б.

Но если перегородка находится в свободной газовой среде, то повысить давление с одной стороны мембраны невозможно. Поэтому, для того, чтобы можно было повысить давление с одной из сторон перегородки, можно поступить следующим образом. См. рис. 2.

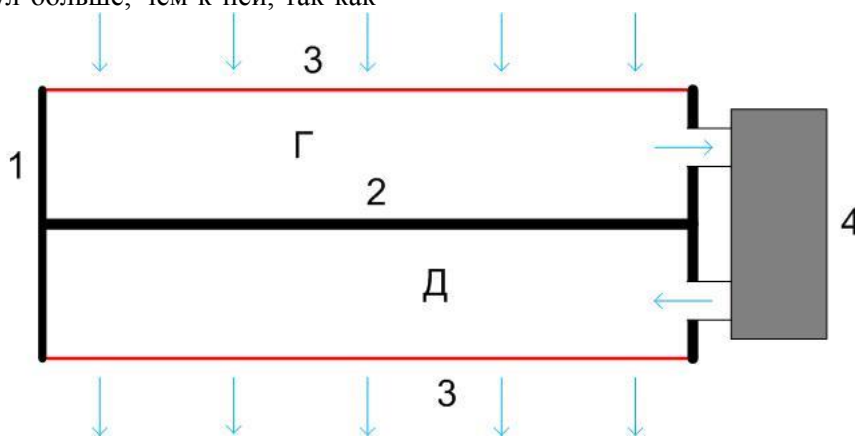


Рис. 2.

1 - сосуд. 2 - стенка, разделяющая сосуд на две части Г и Д. 3 - мембрана с микроскопическими отверстиями. 4 - вакуумный насос. Это и есть действующий аналог демонов Максвелла. Как он работает?

Мембрана имеет толщину в десятки раз меньше длины свободного пробега молекул. Размер отверстий также в десятки раз меньше длины свободного пробега молекул. Данный аналог

находится в разреженной газовой среде. Первоначально давление снаружи и внутри обеих частей сосуда равны. Эффузионные потоки через обе мембраны равны, как описано у Сивухина. То есть, количество молекул, летящих к мембране,

равно количеству молекул, летящих от мембраны. Это касается обеих мембран. То есть, демоны пока как бы не работают.

Так как сосуд находится в разреженно газе, то давление газа очень небольшое. Включается вакуумный насос 4, который откачивает газ из части Г в Д. В результате давление газа в части Г становится меньше, чем снаружи сосуда. При этом количество молекул, влетающих в сосуд остаётся неизменным, так как давление снаружи не изменилось. Но так как давление в Г уменьшилось, то количество молекул, вылетающих из Г наружу, уменьшается. То есть, эффузионный поток молекул из сосуда наружу меньше, чем снаружи в сосуд. Всё, как у Сивухина. Наблюдатель, находящийся у этой мембраны снаружи зафиксирует, что количество молекул, летящих к мембране, больше, чем летящих от мембраны. Откачанный газ поступает в часть Д сосуда. В результате давление в части Д сосуда становится больше, чем снаружи. Так как давление в части Д

сосуда стало больше, то количество молекул, вылетающих из Д наружу увеличивается. Но количество молекул влетающих снаружи в Д осталось без изменений. Эффузионный поток молекул, больше из части Д сосуда наружу, чем снаружи в часть Д сосуда. Наблюдатель снаружи у нижней мембраны зафиксирует, что больше молекул летит от мембраны, чем к ней.

То есть, имеем результат аналогичный тому, как у перегородки или у сосуда, если бы там были работающие демоны. И если бы наблюдатели находились у сосуда с мифическими демонами и у сосуда с мембранами, то они бы не смогли отличить, где демоны, а где их аналог. А так как мифические демоны уменьшают давление внешнего газа на перегородку, то аналогично на сосуд с мембранами снизу будет действовать некоторая сила. А если есть некоторая сила, то она может быть использована для производства полезной работы. Вот пример такого вечного двигателя. См. рис. 3.

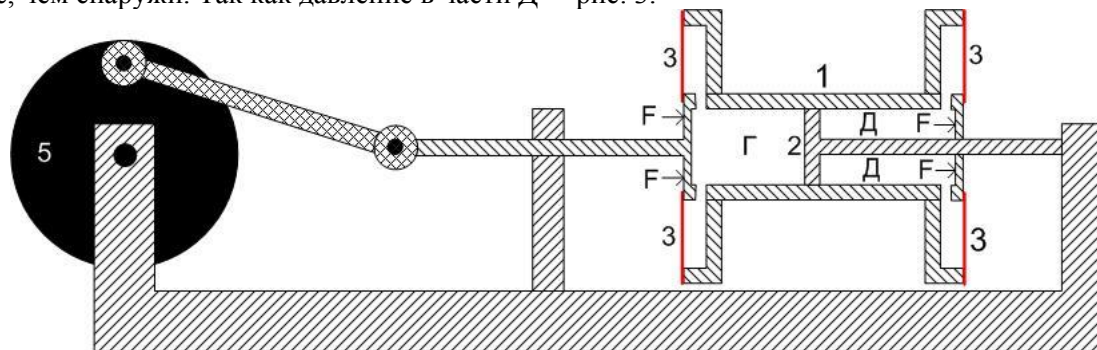


Рис. 3.

1 - сосуд, который может двигаться влево-вправо. 2 - поршень, также играющий роль стенки, разделяющей сосуд на две части Г и Д. Также поршень играет роль вакуумного насоса. 3 - мембраны. 5 - маховик. Когда сосуд неподвижен, то давления снаружи и внутри равны, на сосуд не действует никакая сила.

Так как первоначально давление внутри и снаружи сосуда равные, то двигатель не работает. Для создания разности давлений, сосуду придается движение влево от какой-то внешней силы. Примерно также с помощью стартера придается первоначальное вращение коленвала ДВС. В части Г давление понижается и больше молекул влетает через мембрану в часть Г сосуда. В части Д давление повышается и больше молекул вылетает из части Д сосуда наружу. В результате на сосуд действует некоторая "демоническая" сила F_d . Но на сосуд также действуют силы внешнего давления F , которые противодействуют силе F_d . Условие работы такого двигателя является $F_d > F$. Уменьшая разность давлений мы уменьшаем противодействующую силу F . При этом также уменьшается и сила F_d . Но, увеличивая площадь мембраны и количество отверстий, в ней, мы увеличиваем количество молекул, пролетающих через

сосуд. В результате сила F_d увеличивается. таким образом, подбирая площадь мембраны и количество отверстий в ней, мы можем выполнить условие работы двигателя $F_d > F$. Поэтому после первоначального толчка сосуд будет самостоятельно двигаться до левой "мёртвой" точки влево. Затем маховик, за счёт накопленной энергии, создаст толчок сосуду вправо. В результате сосуд после этого толчка начнёт самостоятельно двигаться вправо. И так до бесконечности.

За счёт какой энергии будет работать данный двигатель? Как было написано выше, аналог демона уменьшает давление наружного газа с одной из сторон. Что аналогично поршню в цилиндре, в котором находится область пониженного давления Е. Цилиндр находится в газовой среде.

Рис. 4.



Рис. 4.

В результате повышенное, относительно давления внутри цилиндра, давление с противоположной стороны двигает поршень, расширяясь и охлаждаясь при этом. То есть, передвижение поршня происходит за счёт охлаждения внешнего газа. Аналогично и с данным двигателем. Как выяснили выше, аналог демона понижает давление с одной из сторон сосуда. То есть, такой сосуд аналогичен поршню на рис. 4, у которого с одной стороны давление пониженное. Поэтому сосуд двигателя также двигается за счёт охлаждения внешнего газа у одной из мембран, в зависимости от направления движения сосуда.

Всё это касается разреженного газа. Длина свободного пробега молекул воздуха при атмосферном давлении примерно 70 нм. Сейчас уже возможно изготовление мембран толщиной в 1 атом [2]. То есть, толщина мембраны в сотни раз меньше длина свободного пробега молекул. И если размер отверстий в мембране будет 1 нм, то этот размер также примерно в десятки раз меньше длины свободного пробега молекул. Поэтому этот аналог демонов Максвелла будет работать и при нормальном, атмосферном давлении.

Литература:

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 2. ФИЗМАТЛИТ. 2005 г.
2. <http://www.membrana.ru/particle/12885>

УДК 796.015

¹Афоншин В.Е., ²Попечителев Е.П.

БИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТРЕНИРОВКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

¹ООО «ЛЭМА», Йошкар-Ола, Россия (424007, Россия, г. Йошкар-Ола, ул. Прохорова 28),

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ), Санкт-Петербург, Россия

² Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint Petersburg, Russia

Afonshin V.E., ²Popechitelev E.P.

BIOTECHNICAL COMPLEX FOR TRAINING MOVEMENT SKILLS

¹LLC LEMA, Yoshkar-Ola, Russia

В статье описан вариант биотехнического комплекса, предназначенного для подготовки спортсменов игровых видов спорта. Его отличительной особенностью является построение полимедийной внешней среды, которая связана с тренирующимся спортсменом через канал активной биологической обратной связи (АБОС). Такая связь позволяет контролировать в реальном масштабе времени физиологическое состояние спортсмена и управлять параметрами тренировочных заданий, которые формируются при помощи оптической кодировки тренировочного пространства.

Ключевые слова: биотехнический комплекс, полимедийные средства, оптическая коди-

ровка тренировочного пространства, тренировочный процесс, активная биологическая обратная связь, интерактивные биотехнические технологии.

The version of the biotechnical complex for training team sport athletes is described in the article. Its characteristic feature is the creation of the multimedia external environment, which is related to the trainees through the active athlete biofeedback channel (ABFC). Such a connection provides the opportunity to monitor the athlete's physiological condition in real time and to control the training parameters being generated by means of training area optic coding.

Keywords: Biotechnical Complex, multimedia facilities, training field optic coding, training process,

active biological feedback, interactive biotechnical technologies.

Введение

В России сложилась достаточно эффективная система подготовки высококлассных спортсменов и спортивного резерва, включающая совокупность знаний и технологий спортивной тренировки, которые соответствуют лучшим образцам современного спорта. Однако для дальнейшего роста спортивных результатов (особенно в игровых видах спорта) необходимы новые тренировочные комплексы и технологии, основанные на современных достижениях многих научных дисциплин. При этом одним из перспективных направлений совершенствования тренировочного процесса считается создание тренировочных комплексов нового типа, позволяющих проводить динамическое управление тренировочным процессом в реальном масштабе времени. Спортивные комплексы такого типа должны быть разработаны с использованием принципов построения биотехнических систем (БТС), при синтезе которых основное внимание уделяется согласованию характеристик человека и подключаемых к нему технических средств. В статье рассмотрены новые технические возможности такого согласования на примере построения тренировочного комплекса БТС-Спорт, предназначенного для подготовки спортсменов в игровых видах спорта (футбол, хоккей, баскетбол и других).

Подходы к организации интерактивного тренировочного процесса

Условия соревнований в игровых видах спорта отличаются большим разнообразием и динамичностью игровых ситуаций, поэтому к спортсменам предъявляются особые требования к навыкам и способностям контролировать текущие ситуации, предвидеть их развитие и вовремя реагировать на их изменения. Это объясняется трудностями мгновенного восприятия самих ситуаций, пространственно-временными ограничениями игровых действий, необходимостью согласования индивидуальных действий с действиями других членов своей команды и команды соперника. От того, как и в каком состоянии находится организм каждого члена команды, как он подготовлен для совместной работы, от взаимопонимания и психологического климата в команде зависит качество и эффективность выполнения общей командной задачи [1, 2].

Современные представления о перспективных технологиях в спорте тесно связаны с внедрением новых приёмов организации тренировочного процесса, которые затрагивают:

– методики совершенствования технико-тактической подготовки спортсменов;

- выбор упражнений и оптимизация программ тренировки;
- способы управления внешними условиями тренировок;
- приёмы контроля состояния спортсменов в процессе тренировки;
- направления изменений программ в зависимости от текущего состояния и достигнутых результатов и многие другие факторы и др.

Известно большое число исследований, выполненных в России по оптимизации тренировочного процесса в отмеченных направлениях. Были показаны преимущества искусственно управляющей внешней среды (ВС_{иу}) для освоения практически любых двигательных действий за счёт использования технических средств, формирующих внешние помогающие воздействия [3, 4]. Впоследствии концепция ВС_{иу} в спорте была дополнена методами программирования двигательных действий, новыми методиками спортивного совершенствования, методом коррекции двигательных нарушений за счёт использования биологической обратной связи [5] и многими другими достижениями. В последние годы большое внимание уделяется исследованию вопросов активной биологической обратной связи (АБОС) и информационных технологий для развития и коррекции двигательных нарушений [6, 7]. Особенностью применения АБОС при отработке биомеханических движений человека, как в процессе реабилитации, так и при спортивных тренировках является выработка оптимальных двигательных стереотипов: в первом случае утраченных, а во втором не сформировавшихся. В методе АБОС человеку предъявляется информация о текущем состоянии той или иной его физиологической функции с помощью акустического, визуального или тактильного воздействия. Человек, получая информацию о своём состоянии через сенсорные модальности, может сознательно управлять этими функциями. По мнению Н.А. Бернштейна [8] АБОС способствует тому, чтобы автоматизации подвергались наиболее совершенные механизмы управления двигательным актом.

Известные способы воздействия позволяют на основе управления пространственно-временным рисунком движения решать многие конкретные тренировочные задачи:

- увеличивать активность ослабленных мышечных групп;
- уменьшать активность гиперактивных мышц;
- обеспечивать нормализацию реципрокных взаимоотношений мышц-антагонистов;
- совершенствовать и корректировать сложно координируемые движения и т. п.

Эффективность тренировки зависит не только от программы тренировки, но и от применения различных средств воздействия на психофизиологическое состояние человека. С этой целью используются различные средства сенсорных воздействий, создающих оптимальные условия для обучения и совершенствования. Однако подключение всех известных сенсоров к процессу управления состоянием спортсмена пока невозможно, поэтому такие воздействия ограничиваются зрительными и слуховыми воздействиями, оказываемыми с помощью специальных технических средств: оптической визуализации (проекции, лазерные, светодиодные и другие) и звуковых излучателей (рупоры, громкоговорители, малогабаритные динамики, слуховые аппараты).

В физиологии восприятия особое место отводится воздействиям на человека цветом и последовательностью звуков, так как их влияние формируется под действием как физических, так и психических факторов, что способствует гармонизации состояния человека. Эти же каналы целесообразно использовать для организации АБОС, если параметры синтезируемых стимулов будут зависеть от параметров физиологических процессов человека, на которого эти воздействия попадают.

Как показала практика, современные проекционные системы позволяют отобразить на больших площадях – «экранах представления» (ЭП) (например, тренировочное поле) – изображения, содержащие практически неограниченное количество качественных неподвижных и мобильных визуально наблюдаемых фрагментов, разных по форме, контрастности и цвету объектов в широком диапазоне изменения их параметров. Причём регулировка параметров предъявляемого контента легко осуществляется программным или индивидуальным способом по желанию человека, который управляет изображением или звуком. Следует отметить наличие современного спектра малогабаритных телефонов и микрофонов, дающие качественную и комфортную двухстороннюю связь между спортсменом и тренером.

Тренировка в условиях применения всех перечисленных выше технических и методических средств, обогащающих ВС_{иу}, должна опираться одновременно на особенности протекания механических, биологических и психических процессов в организме человека. Это должно находить отражение в технологических требованиях к программе тренировок, сформированных (в идеале) с позиций алгоритмов такой научной дисциплины как «биомехатроники» [9].

Концепция подготовки спортсменов в интерактивной полимедийной среде

Анализ научной и научно-методической литературы показывает, что многие достижения различных направлений техники и спортивной медицины практически ещё не нашли применения в тренировочных процессах, так как недостаточно изучены их возможности в условиях интерактивной и полимедийной внешней среды и применения управляемой биологической обратной связи. Такие технологии, основанные на создании интерактивной ВС_{пу}, в которой с помощью дополнительных технических средств обеспечивается специальное, динамически изменяющееся оформление тренировочного пространства в ВС_{пу} и учёт текущего состояния спортсмена, позволяют непосредственно в процессе тренировки оказывать на него управляющие воздействия [10, 11]. При выборе таких средств необходимо руководствоваться двумя группами связанных между собой принципов, одна из которых относится к задаче формирования тренировочного пространства, а другая – к способам формирования и управления её полимедийным содержанием.

Первая группа включает:

- формирование дополнительных стимулов, рассчитанных на различные сенсорные модальности восприятия человека (в основном, это свет и звук);

- проецирование световых стимулов на тренировочное поле ЭП в виде цветных образов, положением и параметрами которых будет управлять тренер или они формируются и трансформируются программно в зависимости от текущего положения и состояния человека (вариант с АБОС);

- передача звуковых сигналов спортсмену с целью обеспечения громкоговорящей связи с тренером или для передачи звукового сопровождения тренировки;

- видеорегистрация всего тренировочного пространства, на котором проходит тренировка, и отображаются визуальные стимулы;

- регистрация максимально возможного количества параметров выполнения тренировочного задания в специально организованной базе данных.

Для управления содержанием тренировочного задания предусматривается вторая группа принципов:

- разделение игрового пространства на несколько участков – контрастных, светодинамических, запрещённых и свободных (разрешённых) зон, при формировании которых должно быть предусмотрено изменение их положения на ЭП и отображаемой на информации;

- интуитивно понятная оптическая кодировка запрещённых и разрешённых зон по цвето-

вому признаку, степени освещённости или контурному выделению с достаточным контрастом по отношению к остальному фону игрового пространства;

- формирование программ для изменения параметров таких зон, позволяющих воспроизводить динамику тренировки, ориентируясь на которые спортсмен реализует свои цели или поставленные задачи;

- индивидуальный подбор программы трансформации в различных участках с учётом спортивной специализации, подготовки и психофизиологического состояния спортсмена;

- включение каналов активной обратной связи для управления программой тренировки с учётом состояния спортсменов или группы в целом;

- регистрация в режиме реального времени параметров, характеризующих текущее физиологическое состояние спортсмена, и включение (при необходимости) канала активной биологической обратной связи для автоматизированного управления тренировкой.

Контрастные визуальные изображения, которые проецируются непосредственно на спортивную площадку ЭП в виде отдельных фигур – объектов с чётко выраженными границами во всём многообразии их форм, размеров и цвета, легко сформировать средствами проекционных систем. Для формирования информационно-эмоциональной ВС_{ПУ} можно использовать системы громкоговорящей связи и различные источники

света, которые позволяют эффективно формировать двигательную деятельность человека, ускорять овладение двигательными действиями. Одновременно они существенно улучшают настроение и выносливость, обеспечивают более качественное проявление мышечной силы, быстроты и ловкости, способствуют выработке множества условных рефлексов.

Изображения зон разного назначения на ЭП могут указывать спортсмену на требуемые действия, а рекомендации тренера и создаваемый музыкальный образ «трансформироваться» в мышцах и вызывает адекватный рефлекс, который и определяет движения в пространстве. Выполнение идеомоторных и имитационных упражнений под специально подобранный звукояд помогает удерживать все характеристики движения в необходимых пределах и, тем самым, способствует формированию правильного двигательного стереотипа и заметному повышению общей результативности проводимых занятий. Для контроля состояния человека можно использовать известные технические устройства, включающие набор измерительных преобразователей, связанных с устройствами обработки данных для представления её тренеру и передач в блоки АБОС.

Биотехнический тренировочный комплекс БТС-Спорт

Описанные принципы формирования ВС_{ПУ} реализуются в биотехническом комплексе БТС-Спорт, структура которого приведена на рисунке. Такой комплекс позволяет решать несколько задач:

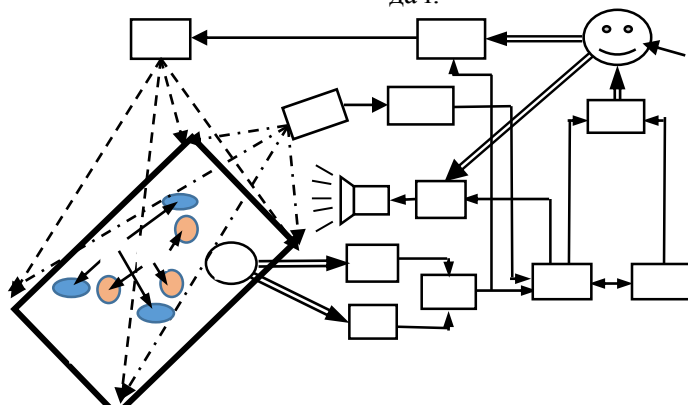


Рис. Структура тренировочного комплекса БТС-Спорт

- выявлять и оценивать наиболее перспективные качества спортсмена;

- корректировать программы тренировок с учётом изменения состояния и готовности спортсмена;

- проводить плановые обследования спортсменов;

- обеспечивать преемственность проведения обследования спортсмена, т. е. при проведении очередного обследования учитывается результат предыдущих обследований;

- корректировать двигательные и игровые стереотипы;

- контролировать функциональное состояние спортсмена и тренировочные нагрузки.

В структуре комплекса БТС-Спорт можно выделить три самостоятельных по назначению части в соответствии с двумя группами перечисленных выше принципов.

Первая часть обеспечивает тренировочный процесс и включает:

- игровое поле 1, ограничивающее пространство тренировки;

- проекционную систему, которая охватывает всё игровое поле и включает генератор цветных фигур 2 и проектор 3, используемые для формирования на поле 1 светодинамических зон-участков (разрешённых – 4 и запрещённых – 4* участков), которые указывают спортсмену 5 его возможное положение для выполнения заданий тренера;

- канал громкой связи, включающий блок коррекции речи 6 и громкоговоритель 7 для передачи речевых инструкций тренера или музыкального сопровождения.

Для передачи информации в технической части системы используются электрические сигналы, а для передачи воздействий от человека или на него используются различные сенсорные модальности. Чтобы отобразить эти отличия, в системе включены стрелки типа « » показывают связи между техническими узлами и стрелки типа « » отражают передачу информации от человека или на человека.

Проекционная система обеспечивает на поле 1 интуитивно понятную и удобную для восприятия оптическую кодировку игрового пространства перемещающейся по полю подсветкой участков, указывающей на необходимые перемещения спортсмена в соответствии с программой тренировки. В частности, можно создать световые маршруты или пространственное положение, в которых спортсмен должен находиться в конкретный момент тренировки, например, удерживая спортивный снаряд. Для этого на поле 1 формируются разрешённые зоны 4, в которые спортсмен должен перемещаться, и запрещённые зоны 4*, в которые спортсмен не должен переходить. При этом в запрещённых зонах могут находиться противники – спортсмены другой команды или препятствия, которые спортсмен должен преодолеть. Тренер (Тр) имеет возможность непредсказуемо для спортсмена изменять положение, форму, размеры и окраску разрешённых и запрещённых зон с помощью генератора 2. Можно предложить много разнообразных ситуаций на ЭП, которые позволяют разнообразить список упражнений как для одного спортсмена, так и для группы игроков.

Во вторую часть комплекса, предназначенную для контроля состояния спортсмена (или группы спортсменов) в процессе тренировки,

включаются измерительные преобразователи выбранных физиологических параметров 8 и датчики 9 определения пространственных координат. Они закрепляются на спортсмене (или спортсменах), а сигналы от них поступают в устройство обработки 10. Число контролируемых параметров должно быть минимальным, но достаточным, чтобы оценивать изменения состояния человека (например, частоты дыхания и сердцебиения).

Анализ результатов тренировочного занятия целесообразно проводить после окончания тренировки, для чего необходимо записывать весь ход тренировочного процесса. Весь процесс тренировки фиксируется видеокамерой 11, видеосигналы с которой после обработки в устройстве 12 (из сигналов удаляются шумы и все посторонние объекты), поступают через компьютер 14 на мониторе тренера 13 и включают также данные по состоянию спортсмена. Одновременно эта информация записывается на внешний блок памяти 15, и у тренера всегда есть возможность запросить информацию о прошедших уже тренировках. При использовании режима с АБОС информация с блока 10 может поступать непосредственно на генератор 2.

Многовариантное моделирование игровых ситуаций, построенное на трансформации конфигураций, скорости перемещения, изменений формы и положения запрещённых и разрешённых зон, позволяет искусственно ввести игрока в состояние близкое к состоянию, которое он испытывает в реальной игре. Такой подход позволяет реализовать известные и создать принципиально новые упражнения-тесты. Предсказуемые и неожиданные ситуации, многоуровневые «интеллектуальные задачи», в которые погружается спортсмен в условиях полимедийной среды, дают возможность провести комплексную оценку его зрительных, когнитивных и двигательных способностей, а также сформировать большой набор индивидуальных и групповых упражнений с разным числом спортсменов и «световых соперников», отражаемых запрещёнными зонами. Визуальное наблюдение с помощью видеокамеры 11 позволяет тренеру целенаправленно корректировать положение зон на игровом поле, а по способности спортсмена находиться в нужном месте – судить о качестве выполнения заданий тренера. Использование комплекса БТС-Спорт обеспечивает многовариантное моделирование простых и сложных игровых ситуаций с их повторениями для закрепления требуемых навыков в индивидуальных режимах подготовки. В то же время система обеспечивает конфиденциальность результатов обследования и позволяет контролировать

результаты для каждого спортсмена, подготавливать рекомендации по улучшению результатов. Таким образом, в созданной искусственной полимедийной внешней среде тренировки имеют педагогическое и методическое преимущества по сравнению с естественными условиями игры.

Описанный комплекс относится к классу биотехнических систем, так как в его структуру включены биологические объекты – спортсмены; их параметры поведения и состояния определяют конкретную программу тренировки. Следует отметить ещё на несколько наиболее привлекательных областей применения данного комплекса:

- оценка реакции, координации, способности спортсмена ориентироваться и быстро перемещаться в тренировочном пространстве;
- интенсификация развития зрительных, когнитивных и двигательных способностей человека в условиях полимедийной среды;
- развитие техники владения спортивным снарядом и коррективная двигательная стереотипов спортсмена;
- подготовка к выполнению комплекса ГТО, создание принципиально новых информативных тестов в программе ГТО;
- профилактические и оздоровительные программы для разновозрастного населения, включая программы санаторно-курортного лечения;
- исследовательская работа в области физиологии, психологии и психофизиологии двигательной активности человека;
- подготовка футболистов, хоккеистов или баскетболистов, включая лиц с ограниченными возможностями;
- создание креативных аттракционов, шоу и турниров;

Авторские решения в комплексе БТС-Спорт защищены патентами РФ и США. Комплекс был представлен и получил высшие награды на выставках изобретений и инноваций в ряде зарубежных стран (в частности в Великобритании и Сербии). Успешная апробация тренажёра осуществлена в нескольких игровых видах спорта, в которых тренеры и эксперты отметили перспективность применения комплекса и его преимущества по сравнению с традиционными подходами в тренировочных процессах.

Заключение

Впервые разработан и апробирован универсальный тренировочный комплекс с уникальной технологией управления тренировочным процессом. Он основан на осознанном управлении перемещениями и действиями спортсмена при помощи светодинамической кодировки игрового пространства, контроле внешних реакций и состо-

яния тренирующихся. Комплекс позволяет на реальных игровых полях, с реальным спортивным снарядом (мяч, шайба или другие) организовать многовариантный реально-виртуальный игровой процесс. Особенности комплекса – мобильность, многовариантность и адаптивность тренировочной программы, возможность применения для спортивных арен, спортзалов и зон ограниченной площади. Апробация комплекса (в частности в футболе), убедительно доказывает эффективность и перспективность применения подобных технологий для многих задач спорта и развития физической культуры.

Литература

1. Попечителей Е.П. Проблемы синтеза биотехнических систем // М.: Медтехника. – №2 (278). – 2013. – Стр. 1-6.
2. Попечителей Е.П. Спортивная команда как макроорганизм // СПб: ООО «Золотое сечение». В сб. Физическая культура и спорт в системе образования России: инновации и перспективы развития. – 2013. – 344 с. – Стр. 295-314
3. Ратов И.П. Двигательные возможности человека (нетрадиционные методики их развития и восстановления) / И.П. Ратов. – Минск. – 1994. – 190 с.
4. Добровольский С. С. Оптимизация интенсивной технологии совершенствования двигательных действий бегунов-спринтеров с использованием технических средств // Теория и практика физической культуры. – 1993. – №. 3. – С. 23-28.
5. Кузичева О.А. Применение метода биологической обратной связи для коррекции двигательных нарушений / О.А. Кузичева // Биоуправление-3: Теория и практика. Новосибирск. ИМБК СО РАМН. - 1999. - С.6-11.
6. Ратов И.П., Попов Г.И., Логинов А.А., Шмонин Б.В. Биомеханические технологии подготовки спортсменов. М.: Физкультура и Спорт, 2007. 120 с.
7. Жуков Р.С. Новые информационные технологии в научно-методической деятельности специалистов физической культуры и спорта: состояние и перспективы // Вестник Кемеровского государственного университета. 2009. № 4. С. 76-80.
8. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. / М.: Наука. – 1990. – 495 с.
9. Ратов И.П. Предмет, содержание и перспективы биомехатроники – синтезируемой научной дисциплины, разрабатывающей технологии конструирования и построения действий с заданной результативностью / И.П. Ратов, В.К. Бальсевич, В.Д. Чепик, П.Р. Парушев // Теория и практика физической культуры. – 1993. – № 8. – С. 45-48.

10.Роженцов В.В., Афоншин В.Е. Технология технико-тактической подготовки в игровых видах спорта // NB: Кибернетика и программирование. — 2014. - № 3. - С.103-109.

11.Afonshin V.E. United States Patent No. 9233289 B2. Method for training players and sportsmen, published 01.12.2016.

УДК 004

С. В. Власенко

ОСНОВНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ КОНЦЕНТРАТОРОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Аспирант

*Кафедра информационных технологий
Астраханский государственный университет
г. Астрахань, Российская Федерация*

Практически во всех современных технологиях локальных сетей определено устройство, которое имеет несколько равноправных названий - концентратор (concentrator), хаб (hub), повторитель (repeater). В зависимости от области применения этого устройства в значительной степени изменяется состав его функций и конструктивное исполнение. Неизменной остается только основная функция - это повторение кадра либо на всех портах (как определено в стандарте Ethernet), либо только на некоторых портах, в соответствии с алгоритмом, определенным соответствующим стандартом. В данной статье рассмотрим основные и дополнительные функции концентраторов в распределенной вычислительной сети.

Концентратор имеет несколько портов, к которым с помощью отдельных физических сегментов кабеля подключаются конечные узлы распределенной вычислительной сети - компьютеры. Концентратор объединяет отдельные физические сегменты сети в единую разделяемую среду, доступ к которой осуществляется в соответствии с одним из рассмотренных протоколов локальных сетей - Ethernet, Token Ring и т.п. Так как логика доступа к разделяемой среде существенно зависит от технологии, то для каждого типа технологии выпускаются свои концентраторы - Ethernet; Token Ring; FDDI и 100VG-AnyLAN. Для конкретного протокола иногда используется свое, узкоспециализированное название этого устройства, более точно отражающее его функции или же используемое в силу традиций, например, для концентраторов Token Ring характерно название MSAU.

Каждый концентратор выполняет некоторую основную функцию, определенную в соответствующем протоколе той технологии, которую он поддерживает. Хотя эта функция достаточно детально определена в стандарте технологии, при ее реализации концентраторы разных производи-

телей могут отличаться такими деталями, как количество портов, поддержка нескольких типов кабелей и т. п.

Кроме основной функции концентратор может выполнять некоторое количество дополнительных функций, которые либо в стандарте вообще не определены, либо являются факультативными. Например, концентратор Token Ring может выполнять функцию отключения некорректно работающих портов и перехода на резервное кольцо, хотя в стандарте такие его возможности не описаны. Концентратор казался удобным устройством для выполнения дополнительных функций, облегчающих контроль и эксплуатацию сети.

Рассмотрим особенности реализации основной функции концентратора на примере концентраторов Ethernet.

В технологии Ethernet устройства, объединяющие несколько физических сегментов коаксиального кабеля в единую разделяемую среду, использовались давно получили название "повторителей" по своей основной функции - повторению на всех своих портах сигналов, полученных на входе одного из портов. В сетях на основе коаксиального кабеля обычными являлись двухпортовые повторители, соединяющие только два сегмента кабеля, поэтому термин концентратор к ним обычно не применялся.

С появлением спецификации 10Base-T для витой пары повторитель стал неотъемлемой частью сети Ethernet, так как без него связь можно было организовать только между двумя узлами сети. Многопортовые повторители Ethernet на витой паре стали называть концентраторами или хабами, так как в одном устройстве действительно концентрировались связи между большим количеством узлов сети. Концентратор Ethernet обычно имеет от 8 до 72 портов, причем основная часть портов предназначена для подключения кабелей на витой паре. На рис. 1 показан типичный

концентратор Ethernet, рассчитанный на образование небольших сегментов разделяемой среды. Он имеет 16 портов стандарта 10Base-T с разъемами RJ-45, а также один порт AUI для подключения внешнего трансивера. Обычно к этому порту подключается трансивер, работающий на

коаксиале или оптоволокне. С помощью этого трансивера концентратор подключается к магистральному кабелю, соединяющему несколько концентраторов между собой, либо таким образом обеспечивается подключение станции, удаленной от концентратора более чем на 100 м.

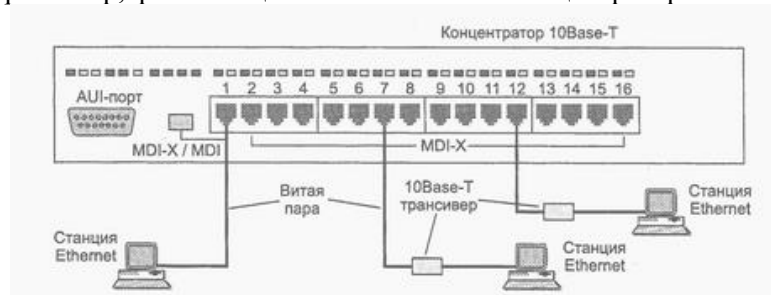


Рис. 1. Концентратор Ethernet

Для соединения концентраторов технологии 10Base-T между собой в иерархическую систему коаксиальный или оптоволоконный кабель не обязателен, можно применять те же порты, что и для подключения конечных станций, с учетом одного обстоятельства. Дело в том, что обычный порт RJ-45, предназначенный для подключения сетевого адаптера и называемый MDI-X (кроссированный MDI), имеет инвертированную разводку контактов разъема, чтобы сетевой адаптер можно было подключить к концентратору с помощью стандартного соединительного кабеля, не кроссирующего контакты (рис. 2). В случае соединения концентраторов через стандартный

порт MDI-X приходится использовать нестандартный кабель с перекрестным соединением пар. Поэтому некоторые изготовители снабжают концентратор выделенным портом MDI, в котором нет кроссирования пар. Таким образом, два концентратора можно соединить обычным некроссированным кабелем, если это делать через порт MDI-X одного концентратора и порт MDI второго. Чаще один порт концентратора может работать и как порт MDI-X, и как порт MDI, в зависимости от положения кнопочного переключателя, как это показано в нижней части рис. 2.

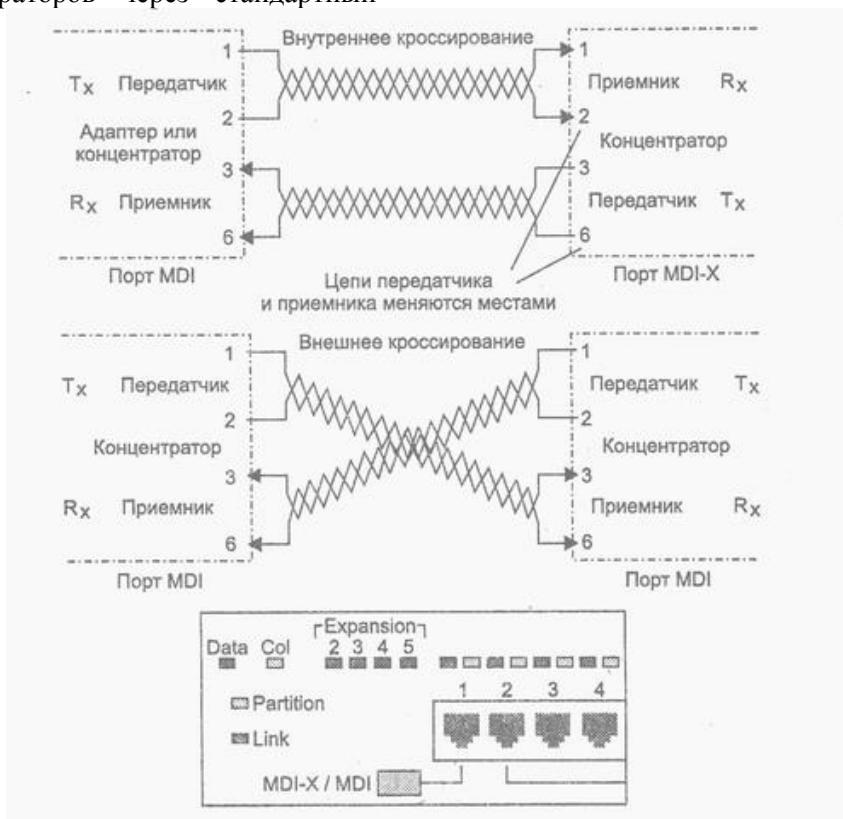


Рис. 2. Соединения типа "станция-концентратор" и "концентратор-концентратор" на витой паре

Многопортовый повторитель-концентратор Ethernet может по-разному рассматриваться при использовании правила 4-х хабов. В большинстве моделей все порты связаны с единственным блоком повторения, и при прохождении сигнала между двумя портами повторителя блок повторения вносит задержку всего один раз. Поэтому такой концентратор нужно считать одним повторителем с ограничениями, накладываемыми правилом 4-х хабов. Но существуют и другие модели повторителей, в которых на несколько портов имеется свой блок повторения. В таком случае каждый блок повторения нужно считать отдельным повторителем и учитывать его отдельно в правиле 4-х хабов.

Некоторые отличия могут демонстрировать модели концентраторов, работающие на одномодовый волоконно-оптический кабель. Дальность сегмента кабеля, поддерживаемого концентратором FDDI, на таком кабеле может значительно отличаться в зависимости от мощности лазерного излучателя - от 10 до 40 км.

Однако если существующие различия при выполнении основной функции концентраторов не столь велики, то их намного превосходит разброс в возможностях реализации концентраторами дополнительных функций.

Очень полезной при эксплуатации распределенной вычислительной сети является способность концентратора отключать некорректно работающие порты, изолируя тем самым остальную часть сети от возникших в узле проблем. Эту функцию называют *автосегментацией* (*autopartitioning*). Для концентратора FDDI эта функция для многих ошибочных ситуаций является основной, так как определена в протоколе. В то же время для концентратора Ethernet или Token Ring функция автосегментации для многих ситуаций является дополнительной, так как стандарт не описывает реакцию концентратора на эту ситуацию. Основной причиной отключения порта в стандартах Ethernet и Fast Ethernet является отсутствие ответа на последовательность импульсов link test, посылаемых во все порты каждые 16 мс.

В этом случае неисправный порт переводится в состояние "отключен", но импульсы link test будут продолжать посылаться в порт с тем, чтобы при восстановлении устройства работа с ним была продолжена автоматически.

Рассмотрим ситуации, в которых концентраторы Ethernet и Fast Ethernet выполняют отключение порта.

Ошибки на уровне кадра. Если интенсивность прохождения через порт кадров имеющих ошибки, превышает заданный порог, то порт отключается, а затем, при отсутствии ошибок в течение заданного времени, включается снова. Такими ошибками могут быть: неверная контрольная сумма, неверная длина кадра (больше 1518 байт или меньше 64 байт), неоформленный заголовок кадра.

Множественные коллизии. Если концентратор фиксирует, что источником коллизии был один и тот же порт 60 раз подряд, то порт отключается. Через некоторое время порт снова будет включен.

Затянувшаяся передача (jabber). Как и сетевой адаптер, концентратор контролирует время прохождения одного кадра через порт. Если это время превышает время передачи кадра максимальной длины в 3 раза, то порт отключается.

Так как использование резервных связей в концентраторах определено только в стандарте FDDI, то для остальных стандартов разработчики концентраторов поддерживают такую функцию с помощью своих частных решений. Например, концентраторы Ethernet/Fast Ethernet могут образовывать только иерархические связи без петель. Поэтому резервные связи всегда должны соединять отключенные порты, чтобы не нарушать логику работы сети. Обычно при конфигурировании концентратора администратор должен определить, какие порты являются основными, а какие по отношению к ним - резервными (рис. 3). Если по какой-либо причине порт отключается (срабатывает механизм автосегментации), концентратор делает активным его резервный порт.



Рис. 3. Резервные связи между концентраторами Ethernet

В некоторых моделях концентраторов разрешается использовать механизм назначения резервных портов только для оптоволоконных портов, считая, что нужно резервировать только наиболее важные связи, которые обычно выполняются на оптическом кабеле. В других же моделях резервным можно сделать любой порт.

Разделяемая среда предоставляет очень удобную возможность для несанкционированного прослушивания сети и получения доступа к передаваемым данным. Для этого достаточно подключить компьютер с программным анализатором протоколов к свободному разъему концентратора, записать на диск весь проходящий по сети трафик, а затем выделить из него нужную информацию.

Разработчики концентраторов предоставляют некоторый способ защиты данных в разделяемых средах.

Наиболее простой способ - назначение разрешенных MAC-адресов портам концентратора. В стандартном концентраторе Ethernet порты MAC-адресов не имеют. Защита заключается в том, что администратор вручную связывает с каждым портом концентратора некоторый MAC-адрес. Этот MAC-адрес является адресом станции, которой разрешается подключаться к данному порту. Например, на рис. 4 первому порту концентратора назначен MAC-адрес 123 (условная запись). Компьютер с MAC-адресом 123 нормально работает с сетью через данный порт. Если злоумышленник отсоединяет этот компьютер и присоединяет вместо него свой, концентратор заметит, что при старте нового компьютера в сеть начали поступать кадры с адресом источника 789. Так как этот адрес является недопустимым для первого порта, то эти кадры фильтруются, порт отключается, а факт нарушения прав доступа может быть зафиксирован.

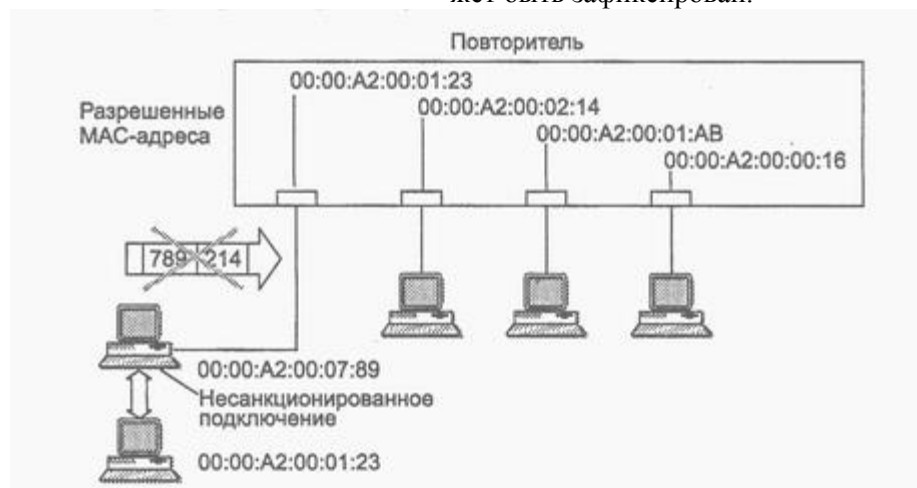


Рис. 4. Изоляция портов: передача кадров только от станций с фиксированными адресами

Заметим, что для реализации описанного метода защиты данных концентратор нужно предварительно сконфигурировать. Для этого концентратор должен иметь блок управления. Такие концентраторы обычно называют интеллектуальными. Блок управления представляет собой компактный вычислительный блок со встроенным программным обеспечением. Для взаимодействия администратора с блоком управления концентратор имеет консольный порт (чаще всего RS-232), к которому подключается терминал или персональный компьютер с программой эмуляции терминала. При присоединении терминала блок управления организует на его экране диалог, с помощью которого администратор вводит значения MAC-адресов. Блок управления может поддерживать и другие операции конфигурирования, например ручное отключение или включение портов и т. д. Для этого при подключении терминала блок управления выдает на экран некоторое

меню, с помощью которого администратор выбирает нужное действие.

Другим способом защиты данных от несанкционированного доступа является их шифрация. Однако процесс истинной шифрации требует большой вычислительной мощности, и для повторителя, не буферизующего кадр, выполнить шифрацию "на лету" весьма сложно. Вместо этого в концентраторах применяется метод случайного искажения поля данных в пакетах, передаваемых портам с адресом, отличным от адреса назначения пакета. Этот метод сохраняет логику случайного доступа к среде так как все станции видят занятость среды кадром информации, но только станция которой послан этот кадр, может понять содержание поля данных кадра (рис. 5). Для реализации этого метода концентратор также нужно снабдить информацией о том, какие MAC-адреса имеют станции, подключенные к его портам. Обычно поле данных в кадрах, направляемых

станциям, отличным от адресата, заполняется нулями.

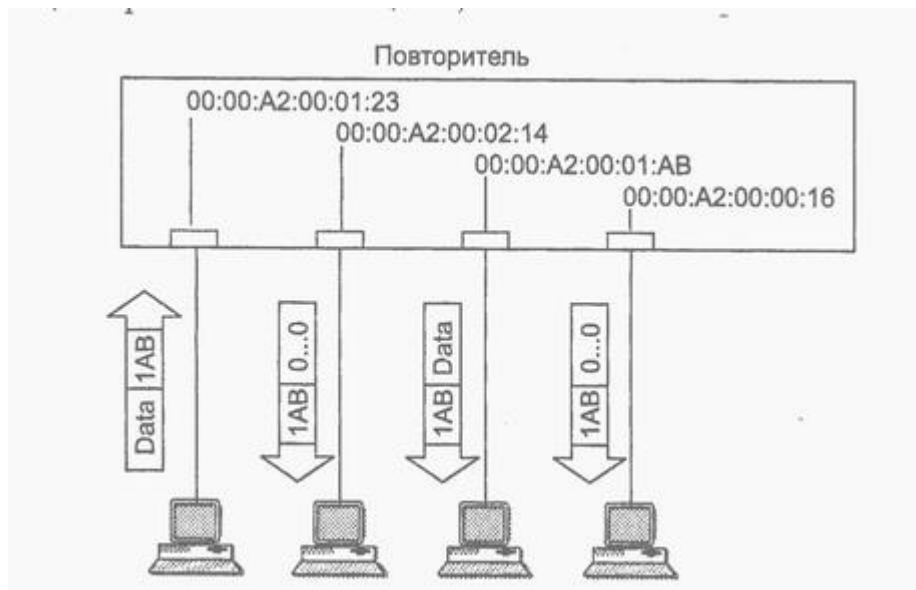


Рис. 5. Искажение поля данных в кадрах, не предназначенных для приема станциями

При рассмотрении некоторых моделей концентраторов возникает вопрос - зачем в этой модели имеется такое большое количество портов, например 192 или 240? Имеет ли смысл разделять среду в 10 или 16 Мбит/с между таким большим количеством станций? Возможно, десять - пятнадцать лет назад ответ в некоторых случаях мог бы быть и положительным, например, для тех сетей, в которых компьютеры пользовались сетью только для отправки небольших почтовых сообщений или для переписывания небольшого текстового файла. Сегодня таких сетей осталось крайне мало, и даже 5 компьютеров могут полностью загрузить сегмент Ethernet или Token Ring, а в некоторых случаях - и сегмент Fast Ethernet. Для чего же тогда нужен концентратор с большим количеством портов, если ими практически нельзя

воспользоваться из-за ограничений по пропускной способности, приходящейся на одну станцию? Ответ состоит в том, что в таких концентраторах имеется несколько несвязанных внутренних шин, которые предназначены для создания нескольких разделяемых сред. Например, концентратор, изображенный на рис. 6, имеет три внутренние шины Ethernet. Если, например, в таком концентраторе 72 порта, то каждый из этих портов может быть связан с любой из трех внутренних шин. На рисунке первые два компьютера связаны с шиной Ethernet 3, а третий и четвертый компьютеры - с шиной Ethernet 1. Первые два компьютера образуют один разделяемый сегмент, а третий и четвертый - другой разделяемый сегмент.

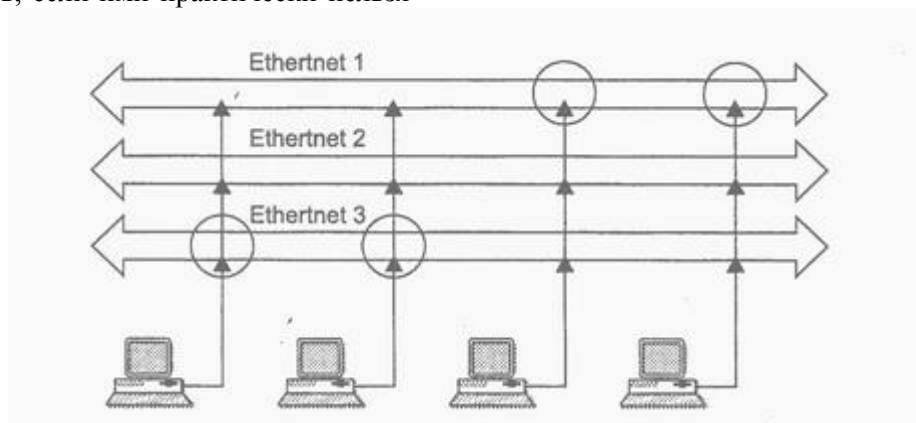


Рис. 6. Многосегментный концентратор

Между собой компьютеры, подключенные к разным сегментам, общаться через концентратор не могут, так как шины внутри концентратора никак не связаны.

Многосегментные концентраторы нужны для создания разделяемых сегментов, состав которых может легко изменяться. Большинство многосегментных концентраторов, например

System 5000 компании Nortel Networks или PortSwitch Hub компании 3Com, позволяют выполнять операцию соединения порта с одной из внутренних шин чисто программным способом, например с помощью локального конфигурирования через консольный порт. В результате администратор сети может присоединять компьютеры пользователей к любым портам концентратора, а затем с помощью программы конфигурирования концентратора управлять составом каждого сегмента. Если завтра сегмент 1 станет перегруженным, то его компьютеры можно распределить между оставшимися сегментами концентратора.

Возможность многосегментного концентратора программно изменять связи портов с внутренними шинами называется *конфигурационной коммутацией (configuration switching)*.

Многосегментные концентраторы - это программируемая основа больших сетей. Для соединения сегментов между собой нужны устройства другого типа - мосты/коммутаторы или маршрутизаторы. Такое межсетевое устройство должно подключаться к нескольким портам многосегментного концентратора, подсоединенным к разным внутренним шинам, и выполнять передачу кадров или пакетов между сегментами точно так же, как если бы они были образованы отдельными устройствами-концентраторами.

Для крупных сетей многосегментный концентратор играет роль интеллектуального кроссового шкафа, который выполняет новое соединение не за счет механического перемещения вилки кабеля в новый порт, а за счет программного изменения внутренней конфигурации устройства.

Как видно из описания дополнительных функций, многие из них требуют конфигурирования концентратора. Это конфигурирование может производиться локально, через интерфейс RS-232C, который имеется у любого концентратора, имеющего блок управления. Кроме конфигурирования в большой сети очень полезна функция наблюдения за состоянием концентратора: работоспособен ли он, в каком состоянии находятся его порты.

При большом количестве концентраторов и других коммуникационных устройств в сети постоянное наблюдение за состоянием многочисленных портов и изменением их параметров становится очень обременительным занятием, если оно должно выполняться с помощью локального подключения терминала. Поэтому большинство концентраторов, поддерживающих интеллектуальные дополнительные функции могут управляться централизованно по сети с помощью популярного протокола управления SNMP (Simple Network Management Protocol) из стека TCP/IP.

Упрощенная структура системы управления изображена на рис. 7.



Рис. 7. Структура системы управления на основе протокола SNMP

В блок управления концентратором встраивается так называемый SNMP-агент. Этот агент собирает информацию о состоянии контролируемого устройства и хранит ее в так называемой базе данных управляющей информации - *Management Information Base, MIB*. Эта база данных имеет стандартную структуру, что позволяет одному из компьютеров сети, выполняющему роль центральной станции управления, запрашивать у агента значения стандартных переменных базы MIB. В базе MIB хранятся не только данные о состоянии устройства, но и управляющая информация, воздействующая на это устройство.

Например, в MIB есть переменная, управляющая состоянием порта, имеющая значения "включить" и "выключить". Если станция управления меняет значение управляющей переменной, то агент должен выполнить это указание и воздействовать на устройство соответствующим образом, например, выключить порт или изменить связь порта с внутренними шинами концентратора.

Взаимодействие между станцией управления (по-другому - менеджером системы управления) и встроенными в коммуникационные устройства агентами происходит по протоколу SNMP. Концентратор, который управляется по

протоколу SNMP, должен поддерживать основные протоколы стека TCP/IP и иметь IP- и MAC-адреса.

Список использованной литературы:

1. Брайант Рэндал Э. Компьютерные системы: архитектура и программирование. БХВ-Петербург, 2005г. – 1090 с.
2. Задков В.П., Пономарев Ю.В. Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации. - М.: Наука, 2002. -376с.
3. Игнатъев В.М., Ларкин Е.В. Анализ производительности ЭВМ//Учеб. пособие,- Тула: ТулГТУ, 2009. -104 с.

4. Поляк-Брагинский А. Локальные сети. Модернизация и поиск неисправностей БХВ-Петербург, 2006г. – 600с.

5. Таненбаум Э., Ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2008 - 845с.

6. Цвитун А.А., Корнейчук В.И. Надежность компьютерных сетей СПб.: Питер, 2010г. – 116 с.

7. Чекмарев Ю.В. Локальные вычислительные сети. ДМК-Пресс, 2009г., 2-е издание – 200с.

© С.В.Власенко,2016

Вылцан Станислав Сергеевич¹, Губин Константин Иванович², Зенюк Юлия Сергеевна³ Ишкин Егор Сергеевич⁴, Буллер Владимир Петрович⁵ ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДЫМОВЫХ ТРУБ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹Эксперт ООО «СИБЭО», г. Прокопьевск

²Эксперт НП «КЦНТО Промбезопасность», г. Кемерово

³Эксперт НП «КЦНТО Промбезопасность», г. Кемерово

⁴эксперт, ООО «СИБЭО», г. Прокопьевск

⁵Эксперт НП «КЦНТО Промбезопасность», г. Кемерово

Аннотация

Особенности обследования промышленных дымовых труб. Требования правил промышленной безопасности, предъявляемые к промышленным дымовым трубам.

ABSTRACT

Peculiarities of medical examination in industrial chimneys. Requirements of industrial safety regulations applicable to industrial flues.

Ключевые слова

Труба. Крен. Обследование. Освещение. Окраска.

KEYWORDS

Pipe. Roll. Examination. Lighting. Coloring.

Промышленные дымовые трубы используются для отвода продуктов горения топлива котельных и других тепловых энергоустановок. Дымовые трубы предназначены для рассеивания выбросов в атмосфере, создания естественной тяги. Они являются высотными сооружениями. Высота труб начинается, в основном, от 20 метров и достигает 250 метров и выше в зависимости от энергоустановки (производительности котлов и марки сжигаемого топлива). Чем выше производительность котлов и больше выход вредных веществ при сгорании, тем выше труба.

Дымовая труба состоит из фундамента, ствола трубы и гарнитуры – это ходовые лестницы, светофорные площадки, стяжные кольца и молниезащита.

От правильности строительства и эксплуатации промышленных дымовых труб зависит их срок эксплуатации, поэтому обследование промышленных дымовых труб необходимо для обеспечения и поддержания их эксплуатационной надежности, своевременного обнаружения, локализации и устранения дефектов и повреждений [1].

Особое внимание при обследовании должно уделяться выявлению отклонений от проектных решений на этапе строительства, осадке фундаментов и определению крена трубы – при эксплуатации, что связано со значительными ветровыми нагрузками действующими на трубы, увеличивающимися с высотой сооружения. так как труба является высотным сооружением и испытывает достаточные ветровые нагрузки с увеличением высоты.

Если дымовые трубы находятся на территории опасного производственного объекта, они попадают под действие Федерального закона «О промышленной безопасности опасного производственного объекта» и для них необходимо выполнять экспертизу промышленной безопасности [2].

В соответствии с пунктом 1.3 «Методических указаний по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб» обследование промышленных дымовых и вентиляционных труб является составной частью проведения экспертизы... [3].

В настоящее время возникают трудности с проведением экспертизы промышленной безопасности промышленных дымовых труб, в связи с дополнениями в «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [4]. А именно, требование пункта 7 [4]: «экспертиза зданий и сооружений на опасном производственном объекте проводится при наличии соответствующих требований промышленной безопасности к таким зданиям и сооружениям». Требования, прописаны в правилах безопасности, а единственные правила по трубам - «Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб» [5] действовали до 30 августа 2014 года, и в настоящий момент отменены. А новые требования промышленной безопасности к промышленным дымовым трубам не выпущены.

Из документации, которая регламентирует допуски к промышленным дымовым трубам, существуют «Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб» СП 13-101-99 [6]. Эти правила действующие, и при проведении экспертизы промышленной безопасности промышленных дымовых труб можно пользоваться требованиями именно этих

«Правил....», а также РД 03-610-03 «Методических указаний по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб».

Обследование промышленных дымовых труб, в настоящий момент, выполняется в соответствии с требованиями «Методических указаний по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб» РД 03-610-03 - это наиболее проработанный документ в области экспертизы промышленной безопасности, так как в этом документе прописана оценка технического состояния конструкций трубы и категории дефектов в зависимости от фактического состояния конструкций.

В соответствии с требованиями приложения 1 РД 03-610-03 «Методических указаний по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб» крен трубы выше допуска является дефектом категории «А» и дальнейшая эксплуатация трубы не допускается, но значения этих допусков были указаны в п. 21 таблица 1 ПБ 03-445-02 [5] отмененными как указано выше.

В данной статье мы можем проследить некоторые различия, одно из них это предельно допустимые значения крена трубы, представленные в таблице 1

Таблица 1. Предельно допустимые значения крена трубы

Высота трубы, м	ПБ 03-445-02 не действующий	СП 13-101-99 действующий
Предельно допустимое отклонение оси ствола промышленной трубы на уровне верхнего обреза, не более, мм.		
20	140	--
30	--	250
40	280	350
60	420	450
100	550	650
120	680	700 (и далее до высоты трубы 300м)
150	700	700

В результате анализа требований, очевидно, что имеются некоторые различия к предельно допустимым значениям крена трубы. Требования ПБ 03-445-02 были несколько жестче, чем СП 13-101-99. Требования к крену труб высотой 20 м СП 13-101-99 не регламентируют совсем.

Если в результате геодезической съемки крен 40 метровой кирпичной трубы получился 300 мм, то в соответствии с требованиями ПБ 03-445-02 – это недопустимый дефект, а в соответствии с требованиями СП 13-101-99 – этот крен входит в допускаемые пределы.

Плановые обследования, в соответствии с требованием п. 3 ПБ 03-445-02, проводятся через

5 лет после ввода сооружения в эксплуатацию и далее по мере необходимости, но не реже чем через 10 лет (при слабой агрессивности отводимых газов) и не реже чем через 5 лет (при средней и высокой агрессивности отводимых газов).

Плановые обследования труб, в соответствии с требованием п. 5.9.7 СП 13-101-99, должны проводиться с периодичностью, 10 лет - для металлических свободностоящих труб, 20 лет - кирпичных и армокирпичных труб, 15 лет - железобетонных труб, 10 лет - сборных железобетонных труб, 5 лет - труб с пластмассовыми или металлическими стволами в шахтах.

Немаловажный пункт ПБ 03-445-02 предписывал требования к маркировочной окраске и освещению, все трубы на основании этого пункта, должны иметь маркировочную окраску и освещение в ночное время суток. В СП 13-101-99 требования к окраске конкретной трубы определяется нормативной или проектной документацией. К нормативной документации можно отнести «Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации» [7], в пункте 3.3.5 которого написано, что объекты высотой 100 метров и более независимо от места их расположения подлежат маркировке. А пункт 3.3.17 предписывает установку светового ограждения на дымовых трубах ниже обреза трубы на 1,5 – 3 метра и ниже через каждые 45 метров.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости введения в действие нормативных документов определяющих требования к экспертизе промышленной безопасности дымовых и вентиляционных труб ранее определяемых ПБ 03-445-02 «Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб».

Список литературы:

1. Рекомендации по приемке строительства, реконструкции и ремонта дымовых труб

тепловых электростанций и котельных СО 153-34.21.408-2003.

2. Федеральный закон от 21.07.1997г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

3. РД 03-610-03 «Методические указания по обследованию дымовых и вентиляционных промышленных труб» (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 18.06.03 № 95)

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (утв. Приказом Ростехнадзора №538 от 14.11.2013г.)

5. ПБ 03-445-02 «Правила безопасности при эксплуатации дымовых и вентиляционных промышленных труб» (**не действующие**)

6. СП 13-101-99 «Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб» (принят Госстрой России от 14.07.1999)

7. РЭГА РФ-94 «Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации» (утв. приказом директора департамента воздушного транспорта от 19.09.94 № ДВ-98)

Вышинский Виталий Андреевич

НОВАЯ СИСТЕМА ПОСТУЛАТОВ (АКСИОМ) – РЕШЕНИЕ ШЕСТОЙ ПРОБЛЕМЫ Д. ГИЛЬБЕРТА

Д.т.н., Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины

A new system of postulates – (axioms) sixth decision problem Hilbert

V.A. VYSHINSKIY

Doctor of Technical Sciences, V.M.Glushkov Institute of cybernetics of National academy of Science of Ukraine

Аннотация

Рассмотрена сущность шестой проблемы Д. Гильберта и показана принципиальная невозможность ее разрешения. Для познания вещества предложена открытая система постулатов, в которой основные его свойства приобретают содержание лемм, теорем и задач. Таким образом, на основе новой системы получена возможность формирования знаний для решения большинства современных проблем в естествознании.

Abstract

The essence of the problem sixth Hilbert and shows the impossibility of its solution . To the knowledge of the substance proposed by the postulates of an open system , in which the basic properties acquired content lemmas , theorems and problems .

Thus, on the basis of the new system was able to formation of knowledge for most contemporary issues in science .

Ключевые слова: шестая проблема Гильберта, постулат, аксиома, информационная технология

Key words : sixth Hilbert's problem , postulate , axiom , information technology

Введение

Новые технологии научно-технического прогресса востребовали освоения манипуляций с веществом, размеры которого соизмеримы с атомом, с молекулой. Для этого понадобились знания физики о нано уровне существования материи. Особый интерес к ним возник при проектировании средств обработки информации на рассматриваемом измельченном уровне. Известно, что природа в живых организмах уже создала такую

обработку и на таком уровне. В кибернетике имеется закон, согласно которому одинаковые внешние условия развития различных кибернетических систем приводят к одному и тому же их варианту. Если современные знания о существовании материи на нано уровне адекватны природе, то на пути создания информационной обработки в молекулах и атомах мы должны прийти к идентичным ей результатам. Однако сущность живой природы сегодня не известна, и не известен принцип в ней обработки информации, из чего следует, что современные знания о нано уровне существования материи недостаточны.

Физики вот уже более столетия не способны осветить множество черных пятен в природе. Нет ответа — что такое поле, вещество, масса, инерция и т.п. А ведь в организации информационных процессов на интересующем нас уровне, эти понятия имеют первостепенное значение. Например, почему два противоположных по знаку источника, как электрического поля, так магнитного притягиваются, либо отталкиваются. Современная физика отправляет нас к известному высказыванию нобелевского лауреата Ричарда Фейнмана: «за это отвечают виртуальные (мистические) частицы».

В многовековой практике познания известен метод, проникший в естествознание из математики, согласно которому исследовательский процесс должен опираться на систему аксиом (постулатов). В своих знаменитых проблемах Д. Гильберт предусмотрел шестую проблему, разрешение которой позволит создать такую систему постулатов, удовлетворяющую самодостаточности, т.е. с ее помощью познать в природе любые явления. Решение этой проблемы предусматривает «математически изложить аксиомы физики». Сегодня эта проблема не разрешена. Попытаемся найти ее решение, что позволит создать систему постулатов, с помощью которой осветить отмеченные выше черные пятна в естествознании, и, в частности, ответить на вопрос: «Что такое живая материя?»

2. Разрешение шестой проблемы Д. Гильберта

Итак, на языке естествознания согласно шестой проблеме Д. Гильберта необходимо построить систему утверждений (аксиом), называемых в физике постулатами, которая должна удовлетворять свойствам самодостаточности, т.е. она должна обеспечить изучение (объяснение) всех природных явлений, которые входят в предмет исследований физики. В построении такой системы Д. Гильберт видел весьма серьезную проблему. И это нашло свое подтверждение многими исследователями, которые пытались разрешить

ее, вот уже, по меньшей мере, более ста лет. Причиной тому явилось не столько сложность рассматриваемой проблемы, сколько мировоззрение тех, кто поставил ее и пытался ее разрешить. В двадцатом столетии не умолкал, да и сейчас не умолкает, спор — что понимать под естественной наукой. Известный математик В.И. Арнольд в своей работе [1] пишет: «Обсуждая однажды вопрос о происхождении математики на заседании Французского математического общества, я сказал, что математика — это часть физики, являющаяся, как и физика, экспериментальной наукой: разница только в том, что в физике эксперименты стоят обычно миллионы долларов, а в математике — единицы рублей. Один крупнейший французский математик написал мне в ответ письмо, где сказал, что, по его мнению, математика, напротив, не имеет с физикой ничего общего. Он добавил, что нам, математикам, не следует публиковать этих мнений, так как «в такой публикации даже самый лучший математик способен сказать совершеннейшую чушь»»

Такое же, неадекватное содержанию естественной науки, было отношение и у Д. Гильберта к теории вероятностей, которую он считал естественной наукой. Ведь в шестой проблеме он предполагал для нее, как и для физики, математическое обоснование системы аксиом [2,3]. Д. Гильберт (в статье «Математика и естествознание») пишет, что «геометрия—часть физики» [1].

Некоторые разделы, казалось бы, естественной науки кибернетики, в двадцатом столетии стали относить к математике. В данном случае речь идет о теории алгоритмов и теории информации. Так известные математики А.М. Яглом и И.М. Яглом теорию информации рассматривают как раздел математики [4], а алгоритмическая проблема кибернетики «*P против NP*» (проблема о совпадении или различии классов сложности *P* и *NP*) в начале двадцатого века, вообще, математиками поставлена в разряд нерешенных математических проблем нового тысячелетия [5].

Кроме того, в двадцатом веке, да и сегодня, доминирует не материалистическое мировоззрение, которое относится к субъективному идеализму, и в частности к логическому позитивизму, махизму. А ведь не понимание материалистического принципа гносеологии существенно тормозит развитие науки, особенно в ее теоретических исследованиях. По существу, формулируя, как минимум вторую и шестую проблемы, Д. Гильберт, тем самым, предполагал точными методами математики опровергнуть основной принцип гносеологии, когда природа непознаваемая в фиксированном объеме и в ограниченное время, но познаваемая на бесконечной последовательности ее

моделей. Таким образом, исходя из материалистического мировоззрения, не понимая, какие научные аспекты поднимаются в шестой проблеме, и, таким образом, не находя ее разрешение, многие исследователи стали **упрекать Д. Гильберта в размытости, не конкретности в постановке проблемы.**

Попытаемся разобраться, в чем же ее сущность. Для этого будем исходить, что математика, ни в коем случае, не может быть отнесена к естественной науке. Ведь математика является продуктом человеческой деятельности, его фантазирования, выдумки, которые, далеко не всегда, своими искусственными моделями находят аналог в природе. На языке математических терминов, можно установить гомоморфизм между множеством объектов естественного происхождения и множеством математических (абстрактных) моделей. Причем этот гомоморфизм весьма далек от изоморфизма, т.е. взаимного и однозначного соответствия между природой и выдумкой человека, а он совпадает с мономорфизмом, когда распределение материи в природе можно найти в искусственных математических моделях, а вот, обратное, – не всем моделям можно найти в природе, хотя бы, аналог. Из таких наших рассуждений видно, что математика не может рассматриваться как естественная наука. Она по своей сути разрабатывает искусственно построенные абстрактные модели, которые естественная наука, может использовать, как методы, в познании природы.

Итак, в чем суть, в чем содержание, которое Д. Гильберт поместил в свою шестую проблему. Уже в самой формулировке ее есть два термина – один из математики (аксиомы), а второй относится к естественным исследованиям (физики). Безусловно, термин физика указывает на познание природы, и, употребляя, терминологию материалиста, следует тогда ориентироваться на познание вещества. Исследования, в последние сто лет, показывают, что часть свойств вещества физики использовали в качестве постулатов, на системе которых строились новые теории, новые модели. Что такое постулат? Это если рассматривать мономорфизм распределения материи в природе на искусственный аппарат математики, то постулат в физике соответствует аксиоме в математике. Напомним, что в математике под аксиомой понимают утверждение, не требующее доказательства, а в физике постулат принят на веру. Единственное требование к постулату это то, чтобы вера в него не была пустопорожней, он должен, подтвержден практикой эксперимента.

Если рассматривать в такой связке аксиомы и постулаты, то в шестой проблеме Д. Гильберт

предположил, что в физике можно создать (математически обосновать) систему аксиом (постулатов), позволяющую, на ее основе, познать любые свойства материи. В математике в своей второй проблеме аналогичные требования он предъявил, но уже к системе аксиом Пеано. Напомним, вторая проблема требует доказательства непротиворечивости системы аксиом арифметики [2]. Как уже отмечалось выше эти две проблемы, если их разрешить положительно, то мы получим результат, согласно которому можно построить фиксированную систему (аксиом, постулатов) со свойствами самодостаточности, которая позволит познать любое свойство в математике, и любое свойство в существовании материи. В конечном итоге, и то, что помещено в фиксированные рамки пространства и времени, т.е. опровергнуть гносеологический принцип познания природы. Решая вторую проблему, К. Гедель показал, что в математике, нельзя доказать непротиворечивость системы аксиом Пеано (арифметики). Таким образом, К. Гедель строго математически, с помощью своих двух теорем, подтвердил справедливость принципа гносеологии в познании природы.

Используя свойства мономорфизма, несложно прийти к выводу, что полученный результат К. Геделя относится и к системе постулатов в физике. Эту особенность указанной системы можно заметить и с позиций естественной науки. Так, система физических постулатов, на которых основаны исследования последних сто лет, представляет собой, говоря языком математики, систему ортонормированных аксиом (постулатов), т.е. независимых друг от друга. Если какой либо из этих постулатов является зависимым от других, входящих в нее, то он опускается (исключается из рассматриваемой системы). Таким образом, постулаты в системе являются независимыми друг от друга согласно принципу их отбора, а это означает, что любой постулат системы не может быть познан на основе других таких же ее постулатов. Этим и доказывается невозможность создания системы постулатов, позволяющей получить любые знания о природе, в частности, сосредоточенные в постулате, в фиксированное время и в конкретном конечном объеме трехмерного пространства. **Таким образом, обосновать ни математически, ни физически самодостаточность системы аксиом (постулатов), о которой речь идет в шестой проблеме Д. Гильберта не представляется возможным.** Из этой невозможности разрешения проблемы следует, что физика в двадцатом веке, «**барахталась**» в «**плену**» **постулатов (свойствах вещества).** Она «**тщетно**» пыталась познать само вещество, т.е. его **свойства**, которые взяты в качестве **независимых постулатов.** По этой причине, напомним

еще раз, такие свойства вещества как: масса, электрический заряд, магнитная масса, поле, гравитация, инерция, электромагнитные явления и т.п., используемые физиками двадцатого века в качестве постулатов, так и не познаны до сегодняшнего дня. Иными словами, физики пытались познать то, что, в силу невозможности разрешения шестой проблемы, оказалось не познаваемым.

Еще раз подчеркнем, что следствием неразрешимости шестой проблемы Д. Гильберта является невозможность создания системы постулатов удовлетворяющей самодостаточности. Но как же в таком случае поступить естественной науке в познании природы. Для уяснения этой проблемы рассмотрим известное свойство распределения материи в природе, который в настоящей статье в следующем разделе обозначено, как **Закон 9**. Содержание его акцентирует наше внимание на том, что материя распределена в трехмерном пространстве по принципу «объем в объеме». То есть любое материальное образование, сосредоточенное в объеме, является составной частью еще большего объема, который занимает тоже материя. Одновременно с этим, материя, расположенная в нашем объеме, состоит из еще более мелких ее частей, которые занимают, естественно, и более мелкие объемы, входящие в наш исходный объем. Таким образом, распределение материи в трехмерном пространстве представляет собой некоторую бесконечную последовательность материальных объемов, в которой, с одной стороны, в своем приближении объемы стремятся к одному объему бесконечной размерности, а, с другой, к бесконечному количеству объемов, каждый из которых стремится к нулевым размерам.

Исследуя материю, распределенную вдоль рассмотренной бесконечной последовательности объемов, можно заметить, что в ней существуют промежутки, в которых свойства материи присущи только тому промежутку, который рассматривается. Например, в промежутке объемов представленном на Земле, присущи свойства вещественной формы существования материи. Причем, количество их, в силу бесконечности распределения материи, бесконечно. В результате чего, при формировании системы постулатов, ученым приходится их перечень существенно ограничивать (фиксировать), а это последнее сразу же перечеркивает, отмеченную самодостаточность системы.

На промежутке последовательности согласно закону, существования материи «объем в объеме», который подлежал исследованиям в двадцатом веке, в качестве постулатов, выступают свойства вещества. И для того чтобы их познать необходимо перейти к системе постулатов, харак-

теризующих более общие свойства материи, исключив из нее те, которые присущи веществу. В этой новой системе постулаты современной физики должны выступать, на языке математики, леммами, теоремами, либо задачами. И тогда на основе такой системы постулатов уже можно познать, интересующие физиков, свойства вещества. Рассмотрим один из вариантов такой системы постулатов в следующем подразделе статьи.

3. Новая система постулатов.

Исторически человечество выработало две основные модели познания. Одна из них – модель Демокрита, включающая в себя понимание мира на основе пустого пространства и вещества, состоящего из мельчайших частиц (атомов), а вторая – модель Аристотеля, в которой место пустого пространства отведено эфиру, наполненному материей – первичным субстратом вещи. (Аристотель отрицал пустое пространство). Каждая из приведенных моделей не удовлетворяет современным представлениям о природе: у Демокрита пустое пространство сосуществует с веществом. А где же первооснова вещества – материя? У Аристотеля мир представлен моносубстратом – материей, что противоречит всеобщему закону единства и борьбы противоположностей – должна быть еще одна составляющая, противоположная субстрату материи. Кроме того, существование Аристотелевского эфира ничем не обосновано. По-видимому, в представлении природы следует использовать Аристотелевский субстрат материи, который находится в контакте с пустым нематериальным пространством Демокрита. Тогда можно сформулировать первое начало природы – ее следующий закон.

Закон 1. Природа представлена только субстратом материи и пустым нематериальным пространством.

Упреждая дальнейшие исследования, отметим, что этот закон независим от других всеобщих законов и в то же время органически связан с ними, включаясь в единую их систему. Этот закон отражает статическое распределение материи в трехмерном пространстве без учета координаты времени. Его содержание может быть использовано в качестве **первого постулата в формируемой системе постулатов**, на основании которой будем проводить исследования, направленные на понимание такого явления как вещество.

Практика научного познания в XX веке характеризуется склонностью ученых к ложному пониманию природы, когда в квантовой механике, так захватившей все стороны физических исследований, материя на нано уровне представляется как случайное событие, т.е. существование любой частицы, представляющей вещество, определяется вероятностной функцией Шредингера. В

то же время было веками проверено другое свойство материи. А именно – форма материи в виде вещества однозначна – либо находится в фиксированном объеме трехмерного пространства, либо его там нет, и никакая вероятностная характеристика ему не присуща как случайному событию. Тогда уместна формулировка следующего закона.

Закон 2. Материя и пустое пространство в природе существуют в детерминированном виде.

Это значит, что существование материи и пустого пространства вполне определенно, однозначно и не случайно. Этот закон, как и предыдущий, отражает статическое распределение материи. Содержание его также включим следующим (**вторым по порядку постулатом**) в новую систему постулатов.

Рассмотренный Закон 1, по существу, поддерживает известный в философии закон, характеризующий поведение материи в трехмерном пространстве и во времени, т.е. динамический закон, формулировка которого следующая.

Закон 3. В природе существует единство и борьба противоположностей.

Свойство природы подчиняться этому всеобщему закону используем в качестве **третьего по счету постулата**. Следуя ему, можно прийти к выводу, что две рассматриваемые субстанции – материя и пустое нематериальное пространство обладают, как минимум, двумя противоположными свойствами. Если материальная субстанция представлена множеством дискретных порций, то субстанция пустого пространства являет собой непрерывное однородное образование. Это позволяет предположить, что материя в природе представлена в дискретном виде.

Закон 4. Материальная субстанция в природе представлена только дискретными порциями, а субстанция пустого пространства – в виде непрерывного однородного образования.

Именно это свойство в природе используем в качестве **четвертого постулата**.

Рассматриваемые две субстанции находятся в постоянном взаимодействии, сущность которого состоит в следующем. В пустом пространстве материальная субстанция растягивается в одном направлении, чем придает ей форму в одномерном однонаправленном пространстве, т.е. в пространстве, в котором материальная субстанция на оси Декартовой системы координат растягивается только в одну сторону, положительную, либо отрицательную. Одновременно с появлением линейного размера в материальной субстанции возникают силы притяжения той же субстанции по одну из сторон, отмеченного выше направления ее растягивания. Причем, направление сил притяжения перпендикулярно к направлению растягивания материальной субстанции.

Эти два направления формируют двумерное пространство, соответствующее в Декартовой системе координат той квадранте, в которой взаимно пересекающиеся оси имеют один и тот же знак. Направления растяжения материальной субстанции и силы притяжения зависят одно от другого и имеют однонаправленное действие. Если растяжение происходит в положительную сторону оси абсцисс декартовой системы координат, то возникающая при этом сила притяжения других материальных субстанций действует перпендикулярно и тоже в одну сторону, совпадая с направлением одной из осей этой же системы координат. Начало координат при этом совпадает с условным центром материальной субстанции.

В природе наблюдаются материальные субстанции, порождающие их растяжение в произвольных направлениях. В частности, например, если в одном случае субстанция растягивается в положительную сторону оси абсцисс, а в другом – в отрицательную. Естественно, что при этом в них силы притяжения также действуют в противоположных направлениях. Две такие материальные субстанции с противоположными направлениями воздействия одной на другую в пространстве притягиваются. Они тяготеют к объединению в одной точке пространства, тем самым, препятствуя их растяжению субстанцией пустого пространства. А силы растяжения препятствуют такому объединению, что в свою очередь ослабляет силы притяжения материальных субстанций. Такое состояние этих субстанций порождает материальный диполь, который обозначает существование материи уже не в усеченном (не в одной квадранте Декартовой системы координат), а в полноценном двумерном пространстве, что указывает на функционирование в ней двух координатных осей. Условно одну из них обозначим абсциссой (ось растяжения), а вторую аппликатой (ось притяжения).

Растягивание материальной субстанции в пустом пространстве и их притяжение используем в качестве **пятого постулата**.

В природе пустое пространство заполнено совокупностью рассмотренных материальных диполей, взаимодействие между которыми вызывает вращательное движение материи. Особенности возникновения этого движения будут рассмотрены на примере предлагаемой модели существования материи.

Для формирования **шестого постулата** обратимся к следующему всеобщему закону.

Закон 5. Материя в трехмерном пространстве существует в повторяющихся формах (по спирали).

Этот закон в философии представлен явлением развития материи по спирали. Однако нами

была использована иная его формулировка, что вызвано корректировкой понятия **развитие** в новейших исследованиях в кибернетике. Так как развитие может быть отнесено только к тем материальным системам, которые в соприкосновении с агрессивной внешней средой могут ограждать себя от ассимиляции с ней (уничтожения), а также они же, при определенных условиях, способны самоуничтожению (деградации). В то же время в философии понятие развития распространяется на любые системы, в том числе и на «**чисто физические**». Философы утверждают, что в материальных системах наблюдается развитие при переходе **от низшего к высшему, от простого к сложному** и каждый виток спирали в философском понимании развития **глубже, богаче и более разносторонен предыдущего**. Однако статистика эксперимента показала, что посредством таких изменений в материальных системах может в равной степени происходить и деградация. Тогда в системе развития нет обратного процесса, а в природе он наблюдается и его уместно отнести уже в общем случае к явлению энтропии. Кроме того, слова: **высшее, низшее, простое, сложное, глубже, богаче**, используемые в философии для определения понятия развития носят сугубо субъективный характер. С их помощью невозможно корректно отобразить объективный (реальный) материальный мир.

Сформулированный Закон 5, напоминающий принцип **развития по спирали**, характеризует статическое неоднородное распределение материи в трехмерном пространстве. А когда существование материи во времени (движение материи) накладывается на отмеченное ранее статическое распределение материи в пространстве, его не следует путать с рассматриваемым статическим законом существования материи в повторяющихся формах. Однако свойство материи распределяться в повторяющихся формах принадлежит и явлению материи в движении. В результате Закон 5, совмещенный с действием в рамках координаты времени характеризует **седьмой постулат** и соответствующий ему закон.

Закон 6. Материя существует в координате времени в повторяющихся формах (по спирали).

Закон 7. В природе существует переход количественных накоплений в новое качество в материальных системах, подверженных явлению развития и деградации.

Этот известный динамический закон в философии отнесен к любым материальным системам, однако, по представлению автора, он отражает только те системы, для которых наблюдаются как развитие, так и обратный процесс – деградация. Закон 7 используется в качестве **постулата номер восемь**.

Закон 8. В материальных системах наблюдается отрицание отрицания во временной координате.

Приведенный динамический закон характеризует явления (т.е. пребывание материи в пространстве и во времени), происходящие в системе на временном интервале ее существования, когда, например, система меняет приоритеты в окружающей среде. Этот закон относится к тем материальным системам, в которых возможно и развитие, и деградация. Его используем в качестве следующего, **девятого, постулата** формируемой системы постулатов.

Закон 9. Существование материи характеризуется бесконечной последовательностью объемов ее распределения, каждый из которых есть составной частью большего объема и одновременно состоит из аналогичных объемов меньшего масштаба.

Указанные объемы, как уже отмечалось в предыдущем подразделе статьи, в своей последовательности выстраиваются в бесконечные цепочки – в сторону больших и в сторону меньших объемов. Из приведенного закона следует существенное свойство материи, согласно которому любой материальный объект путем измельчения не может быть сведен к неделимому элементу, т.е. каким бы ни был минимальный объем существования материи, он – составной. Именно эту сторону закона используем в качестве следующего, **десятого, постулата** системы постулатов.

На основе предлагаемой модели существования материи и с учетом **Закона 9** можно изложить гипотезу, согласно которой в указанных объемах могут оказаться свои вакуумы, отличающиеся размером материального содержания в их сгустках. Такие вакуумы в трехмерном пространстве не пересекаемы, и каждый из них способен к формированию своего вещества, и в итоге – своего *мира*. Из этого следует, что цепочка рассматриваемых вакуумов может совпадать с осью, с новым измерением существования материи. В узлах этой оси могут располагаться свои миры, каждый из которых подобен нашему земному миру. Этот закон и соответствующий ему постулат поддерживают квантовый подход в исследовании материи, в том числе и свойства следующего закона.

Закон 10. Материя непознаваема в конкретном участке пространства в фиксированное время, а в пределе последовательности различных моделей ее представления – познаваема (Закон познания).

Этот закон, как динамический, характеризует процесс познания природы, не внесенный философией в разряд явлений с таким значимым рангом. Однако, поскольку познание относится к самому общему явлению существования высшей

формы движения материи (цивилизации), то есть смысл квалифицировать его как самый общий закон природы. Он **органически** следует из Закона 9 при наложении на его действие явления познания природы человеком. Сущность Закона 10 отражает содержание гносеологического принципа познания. Поскольку он адекватно природе отражает сущность этой деятельности человека, то его использование в познании вещества имеет большое значение. Поэтому его содержание внесено в качестве **одиннадцатого постулата** в формулируемую новую систему постулатов.

Существование материи на уровне вещества связано с большой разновидностью ее движения. Анализ в рамках настоящих исследований показал, что любой его вид может быть сведен к двум формам – поступательному и колебательному движению. Это общее свойство, объединяющее различные формы движения вещества, позволяет рассматривать его как постулат формируемой системы постулатов. Итак, в качестве **двенадцатого постулата** используем следующее утверждение: любое движение вещества может быть сведено с помощью суперпозиции к двум его формам – поступательному и колебательному движению.

Безусловно, количество формируемых постулатов, направленных на познание вещества, не следует ограничивать в рамках, рассмотренных выше. Иными словами предложенная выше система постулатов является открытой. Эту особенность системы будем использовать в дальнейших исследованиях.

Выводы

Итак, в рассмотренной работе показана принципиальная невозможность, положительно разрешить шестую проблему Д.Гильберта. В тоже время предложена новая система постулатов, в которой постулаты, используемые в современной

физике, являются леммами, теоремами или просто задачами. Такая система позволяет познать основные свойства вещества, к которым, прежде всего, следует отнести: физическое поле и природа его силовых линий по М. Фарадею; электрическое поле; электрические заряды обоих знаков и природа их взаимодействия; магнитное поле; магнитные массы обоих полюсов; природа их самостоятельного существования и взаимодействия; гравитационное поле; природа его возникновения и его носители; масса тела; инерция тела; электрическое; магнитное и гравитационное поля и природа связи между ними; природа упругости вакуума; фотон и материальная его структура; формирование вещества; природа энергии; информация и ее место в существовании живой материи; «водораздел» между живой и неживой материей.

Приведенный перечень можно продолжить, часть которого, на основе предложенной системы постулатов, уже сегодня можно с материалистических позиций объяснить, что и будет выполнено в последующих публикациях.

Список литературы

1. Арнольд В.И. Что такое математика? – М: МЦНМО, 2002 – 104с.
2. Проблемы Гильберта, Сб. под общ. ред. П.С. Александрова, Изд. "Наука", М., 1969 г.
3. Демидов С., Проблемы Гильберта и советская математика, Научно-популярный физико-математический журнал Квант, №11, 1977
4. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация, – М: Наука, глав. Ред. Физ.- мат. литературы, 1973.
5. Арсланов М.М. Знаменитые математические проблемы. – Казань: Казанский федеральный университет, 2012 – 25с.

Георгиева Тодорка Николова

СИМУЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ VOIP КОММУТАЦИОННОГО ЦЕНТРА ДЛЯ РАБОТЫ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

PhD, гл.ассистент, Технический Университет, г. Варна, Болгария

Todorka Georgieva

*simulation model of the VoIP communications center to work in a virtual environment
Prof. PhD Engr., TU-Varna, Varna, Bulgaria*

АННОТАЦИЯ: Цель этой статьи - представить созданию модели для построения и администрирования софтверного коммутационного центра в виртуальной среде. Идея заключается в

том, чтоб показать надежную и устойчивую комбинацию инновационных технологий с технической точки зрения, а также экономические преимущества данного типа сетевой архитектуры.

Преимущества включают более быстрое обслуживание и безопасность сети.

ABSTRACT: The purpose of this article is to represent a model for the creation of construction and administration of software communication center in a virtual environment. The idea is to show a reliable and robust combination of innovative technologies from a technical point of view, as well as the economic advantages of this type of network architecture. Benefits include faster service, and network security.

Ключевые слова: виртуальный; сеть; VoIP
Keywords: network; VoIP; virtual

Введение

В настоящей статье предлагается создание модели программной телефонной станции для работы в виртуальной среде. Для того, чтобы осуществить коммуникацию между отдельными виртуальными компонентами введены в эксплуатацию софтверный виртуальный маршрутизатор и сервер, для поддержки программного обеспечения, необходимого для реализации реальных разговоров в виртуальной среде.

1.1. Виртуальная инфраструктура

Виртуальная инфраструктура, представляющая собой виртуальную копию реальной, показана на рисунке 1.

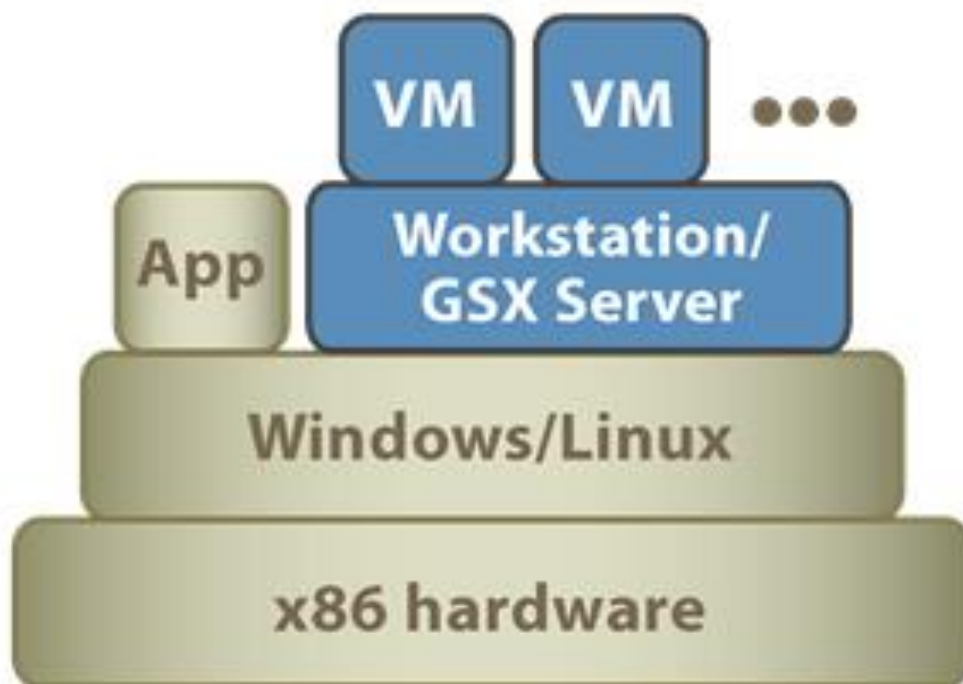


Рисунок 1. Модель виртуальной инфраструктуры

Для повышения устойчивости и быстродействия сети используется программное обеспечение для виртуализации в продуктивной среде. Таким образом избегая угроз из Интернета, увеличивается безопасность и обеспечивается непрерывная работа виртуальных машин [1].

I. Архитектура сети

2.1. Vyatta – софтверный виртуальный маршрутизатор

Софтверный маршрутизатор используется для построения виртуальных сетей для связи между отдельными компонентами. Vyatta это программа, которая реализует физический маршрутизатор в виртуальный, с функциональностью, эквивалентной реальному такому. Архитектура виртуальной сети и связи между модулями в системе показаны на рисунке 2.

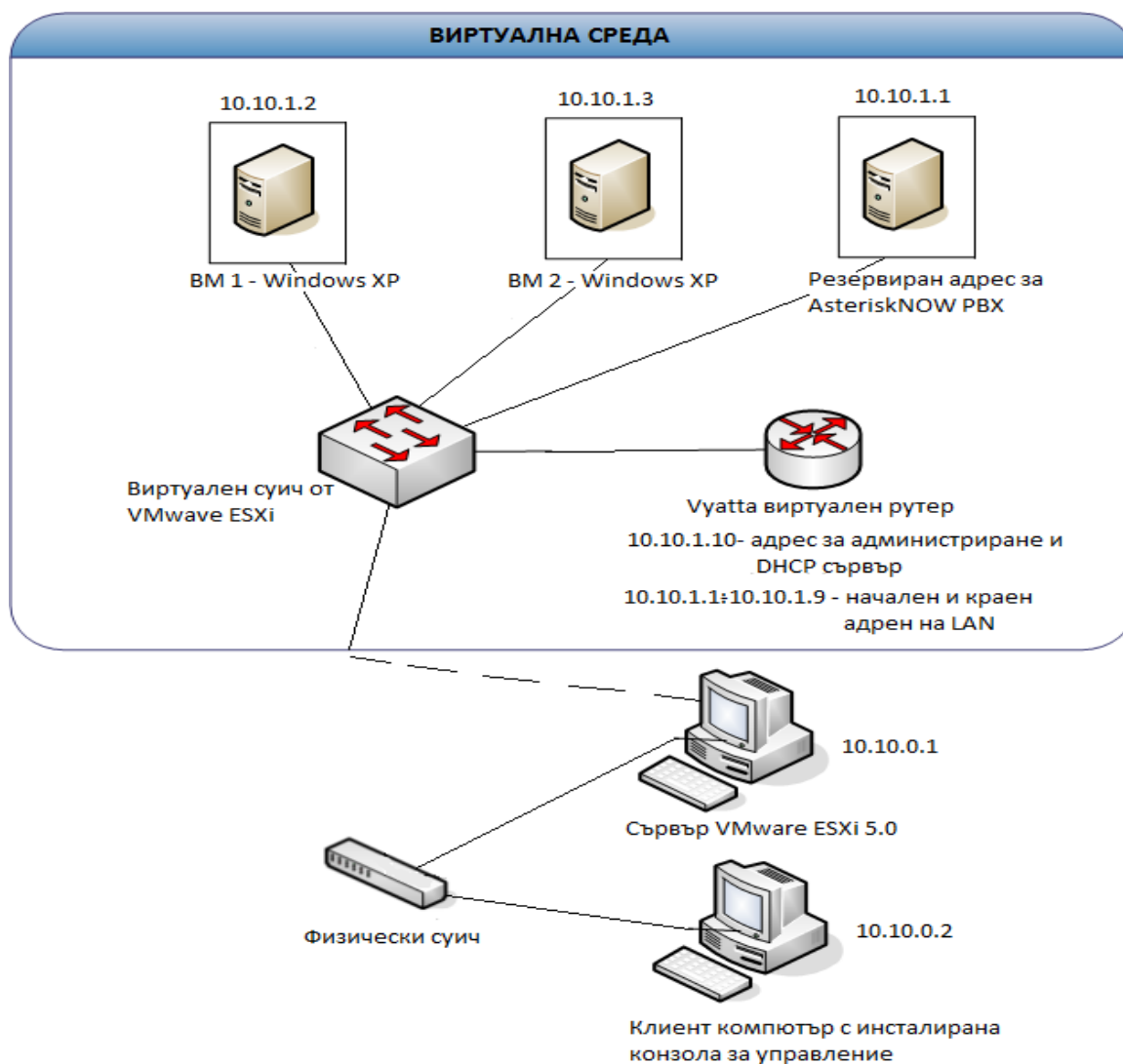


Рисунок 2. Связь между модулями в системе

Разделение всех функций в отдельных модулях позволяет чтоб в любом пользовательском приложении легко реализовать систему [2].

2.2. AsteriskNOW PBX- софтуерная телефонная станция

AsteriskNOW представляет собой платформу для софтуерной реализации VoIP коммуникации, что позволяет web-администрирования, обеспечения качества обслуживания и мониторинга системы.

2.3. Симуляционная модель IP телефонной станции для работы в виртуальной среде

Модель включает в себя два аппаратных компьютерных систем с VMware ESXi® и клиентского приложения для администрирования сервера. Физическая связь между ними осуществляется с помощью маршрутизатора Level One WBR- (рис 3) [3].

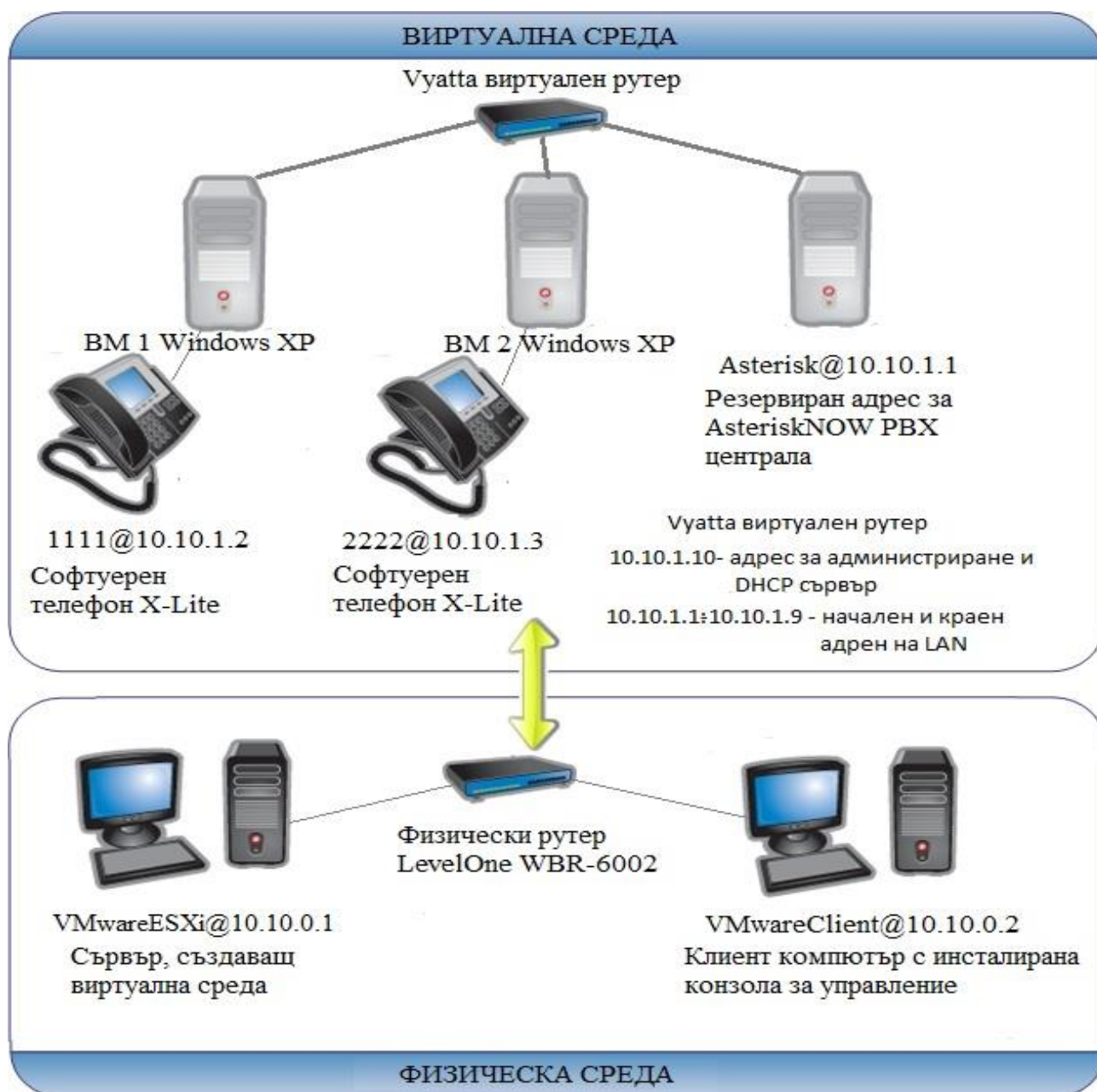


Рисунок 3. Компоненты сети

Исследование включает виртуальные и реальные среды. В виртуальной среде представлены созданные виртуальные машины и софтуерные телефоны с их адресами в сети.

2.4. Мониторинг сети

Для полного анализа качества обслуживания (QoS) осуществляется программное наблюдение пакетов, передаваемых по сети и их размера [4]. Представлены результаты наблюдения работоспособности станции в течение суток (рис 4).

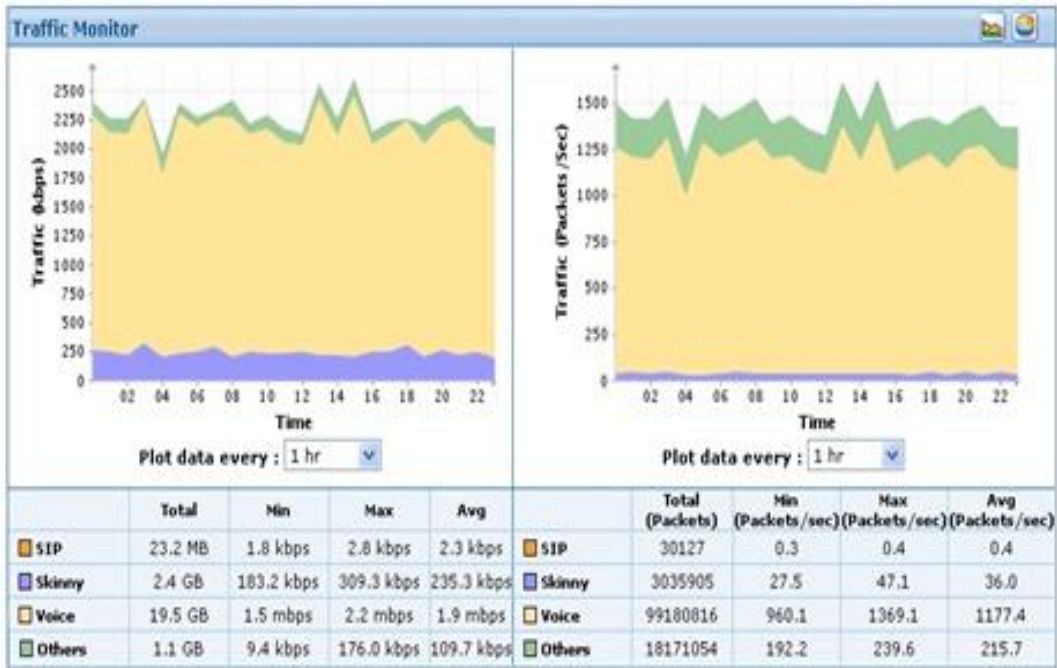


Рисунок 4. Мониторинг сети

График объема вызовов, Call volume, показывает среднюю частоту звонков за равные промежутки времени -24 часа. Осуществляется статистика проведенных звонков: общее число, число успешных, число неуспешных вызовов и число вызовов с ожиданием обслуживания (рис 5).



Рисунок 5. Статистика проведенных звонков

В строке Total Calls зарегистрированы вызовы с различным качеством связи, звонки с ошибками, а также средняя длина проведенных разговоров [5].

Качество связи можно судить в графическом окне Voice Quality, где представлены графики задержки пакетов и джиттера (рис 6).



Рисунок 6. Результаты QoS и MOS

Все коммуникации осуществляются в виртуальной среде, что приводит к повышению в производительности и качества обслуживания, а также сочетание инновационных технологий дает хорошие результаты.

II. Выводы

Разработанная модель обеспечивает возможность коммуникации с абонентами в виртуальной среде, в условиях безопасности и стабильности связей. Через упрощенное администрирование создается надежная модель корпоративной сети, содержащая виртуальных компонентов, аналогичных реальным и обеспечивается производительность многих отдельных компьютерных систем.

Основываясь на информации, собранной из исследований, выполняется анализ процессов при проведении разговора в виртуальной среде и обеспечивается необходимое качество обслуживания (QoS).

Преимущества модели:

- Централизованное администрирование
- Минимальная утрата пакетов
- Сокращение расходов на оборудование и охранение окружающей среды

- Использование в режиме реальной компьютерной сети

Можно сделать вывод, что с развитием технологий увеличиваются возможности компьютерных систем и оптимизируется использование их аппаратных ресурсов. Это способствует их более надежной настройке и оптимизации с технической точки зрения, а также приводит к снижению стоимости аппаратных ресурсов в экономическом плане.

Список литературы

- [1] "The Book of VMware: The Complete Guide to VMware Workstation", Brian Ward, 2002
- [2] "Mastering VMware vSphere 4", Scott Lowe, 2009
- [3] "Asterisk™: The Definitive Guide", Leif Madsen, Jim Van Meggelen, Russell Bryant, 2011
- [4] "Building Telephony System with Asterisk", David Gomillion, Barrie Dempster, PACKT Publishing, 2006.
- [5] Henry Sinnreich, Alan B. Johnston, "Internet Communications Using SIP", Wiley Press, 2006.

Порошин Валерий Владимирович¹, Зябрев Игорь Александрович²

ВЛИЯНИЕ СКАНИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА И ГАЗОПОРШКОВОЙ СТРУИ ПРИ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.

¹д.т.н., профессор, ректор, АНО «ИРНОТ», г.Москва,

²руководитель лаборатории лазерных аддитивных технологий, АНО «ИРНОТ», г.Москва

INFLUENCE OF THE SCANNING OF THE LASER BEAM AND GAS-POWDER STREAM FOR ADDITIVE TECHNOLOGY.

Valery V.Poroshin -

doctor of technical Sciences, Professor, Rector, ANO «IRNOT», Moscow,

Igor A. Zyabrev –

Head of Laboratory for Laser Additive Technology, ANO "IRNOT", Moscow,

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено влияние частоты и траектории сканирования лазерного луча, зоны взаимодействия газопорошковой струи с зоной воздействия лазерного излучения, а также влияние частот сканирования лазерного луча и газопорошковой струи на эффективность наплавки.

ABSTRACT

Influence of the scanning frequency and trajectory of the laser beam and zone of interaction of a gas powder stream with a zone of influence of laser radiation, and the effect of the frequency scanning of the laser beam and gas-powder jet deposition efficiency.

Ключевые слова: лазер, наплавка, порошок, сканатор, дозатор,

Keywords: laser, coating, powder, scanner, fider.

В современных условиях развития высокоэффективных методов нанесения износостойких покрытий одним из наиболее перспективных аддитивных технологий считается метод газопорошковой лазерной наплавки, заключающийся в подаче наплавляемого материала в виде порошка непосредственно в зону воздействия луча. Этот метод отличается высокой производительностью, минимальным термическим воздействием и проплавлением основы.[1]

Наиболее часто используется процесс с расфокусировкой лазерного луча. Однако этот метод позволяет наплавлять валики шириной не более 5 мм за один проход. Для получения сплошного слоя необходимо производить наплавку с перекрытием валиков до 30 %, что существенно снижает производительность. Стандартное оборудование, поставляемое для газопорошковой лазерной наплавки, позволяющее сканировать лазерный луч по одномерной траектории [2].

Для повышения эффективности процесса и оптимального использования энергетических возможностей лазерного излучения применяют сканирование максимально сфокусированного лазерного луча по двухмерным траекториям линии, эллипсу, окружности [3].

В настоящей работе изучалось влияние траектории сканирования лазерного луча и зоны взаимодействия газопорошковой струи с зоной воздействия лазерного излучения, а также влияние частот сканирования лазерного луча и порошковой струи на эффективность наплавки.

Эксперименты проводились в условиях непрерывного излучения CO₂ лазера. Основными параметрами наплавки, определяющими толщину наплавленного слоя являются: Р- мощность лазерного излучения (кВт), V- скорость обработки (мм/сек), fс- частота сканирования сопла (Гц), Ас- амплитуда сканирования сопла (мм), F- фокусное расстояние линзы (мм), d- диаметр сфокусированного лазерного луча (мм), f- частота сканирования лазерного луча (Гц), А- амплитуда сканирования луча (мм), Fс- форма траектории сканирования, Q- расход газа (л/мин), G- расход порошка (гр/сек), α - угол наклона сопла порошка (град), L- расстояние от среза сопла до зоны расплава (мм), L1- расстояние от центра траектории сканирования лазерного луча (мм). Основные уровни и интервалы варьирования факторов были выбраны по результатам предварительных исследований, в результате которых удалось установить области стабильного формирования валиков.

Эксперименты проводились излучением непрерывного CO₂-лазера мощностью 2 кВт. В качестве присадочного материала использовался порошок Cr-B-Ni сплава, который подавался в зону наплавки специальным дозирующим устройством. Расход порошка и газа не изменялся. Подложкой служили образцы из стали 45. Скорость перемещения образцов составляла 2-10 мм/сек.

Лазерный луч, сфокусированный в пятно диаметром 1,0 мм на поверхности, падал на образец вертикально, а порошок подавался из наклонного сопла. Фокус порошковой струи находился в центре траектории, перед ним и за ним. Схема процесса показана на рис.1. Сканирование луча производилось по линии, эллипсу и окружности с частотой 50, 100, 150, 200 и 250 Гц. и амплитудой 8 мм.

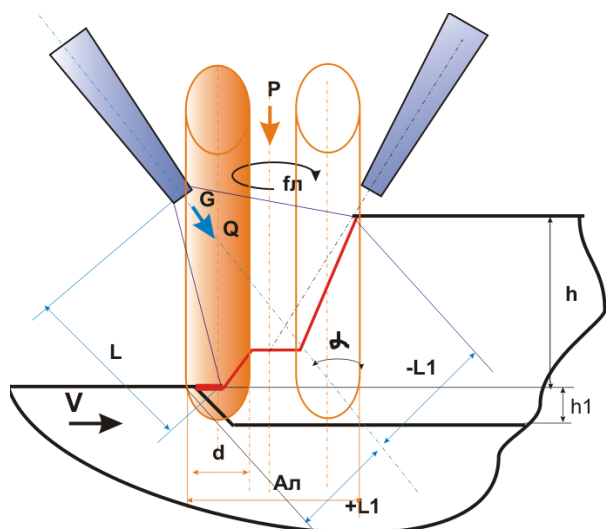


Рис.1 Схема процесса
Результаты экспериментов приведены на рис.2, рис.3.
 $h, \text{мм}$

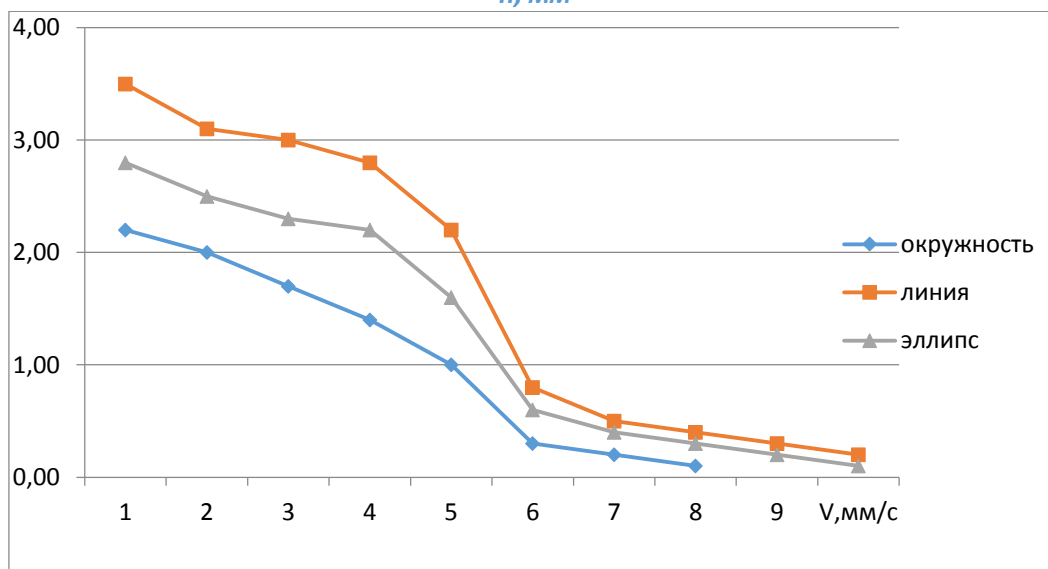


Рис.2 Зависимость высоты наплавленного слоя от скорости обработки при сканирование по линии, эллипсу, окружности.

Сканирование по эллиптической траектории позволяет увеличить высоту наплавки за счет того, что при прохождении переднего фронта траектории происходит подплавление основы и образование слоя, а при прохождении заднего

фронта по уже образованному валику - наращивание слоя.

$h, \text{мм}$

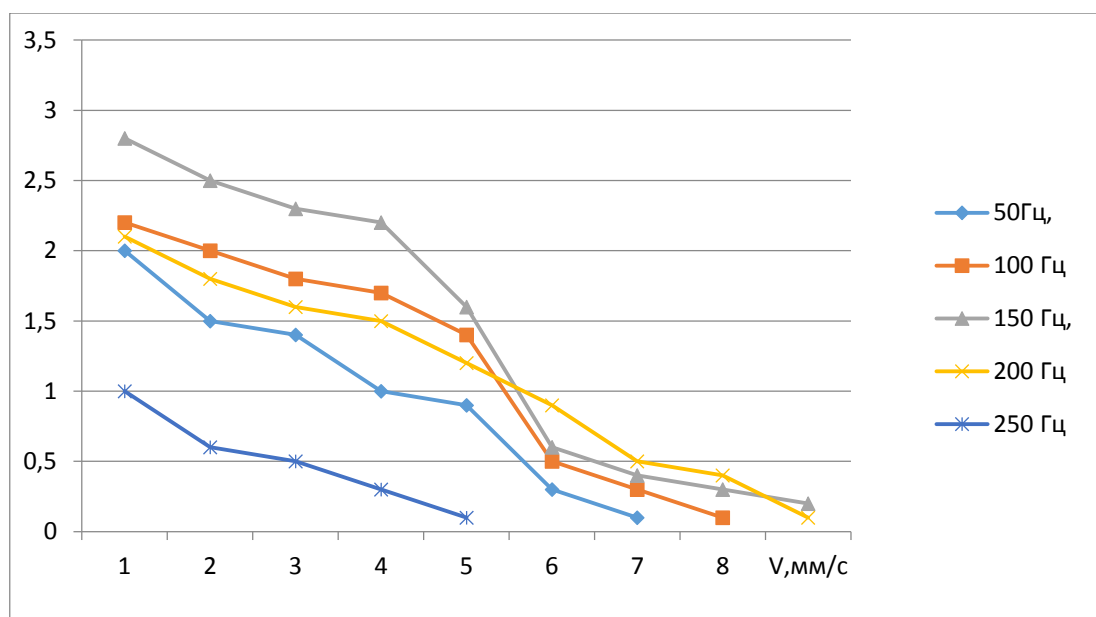


Рис.3 Зависимость высоты наплавленного слоя от скорости

обработки и частоты сканирования.

При круговой траектории наблюдается резкое снижение высоты, а также качества наплавленного слоя из-за недостаточности частиц порошка на заднем фронте траектории и уменьшения энергозатрат. Так расстояние, пройденное лучом за один цикл сканирования по линии и по окружности увеличивается в 3 раза, а значит и время нахождения источника энергии в точке взаимодействия уменьшается.

Анализируя полученные графики можно сделать вывод, что с увеличением скорости обработки высота наплавленных валиков уменьшается- оптимальной скоростью наплавки целесообразно считать скорость 2-5 мм/с.

Оптимальной частотой сканирования является 150 Гц. При этой частоте в указанном диапа-

зоне скоростей валики имеют наибольшую высоту и стабильную монолитность полученного слоя. При частоте 50 и 200 Гц наблюдается снижение высоты наплавки, а при скоростях более 6 мм/с и нестабильность образования слоя. При частоте 250 Гц наблюдается неравномерность наплавленного слоя и нестабильность процесса.

Эксперименты по изменению зоны подачи порошка показали, что подача порошка в центр траектории сканирования по линии и эллипсу дают максимальную производительность. Это можно объяснить тем, что при внесении основного присадочного материала до зоны расплава основы, часть порошка теряется рис.4.

h, мм

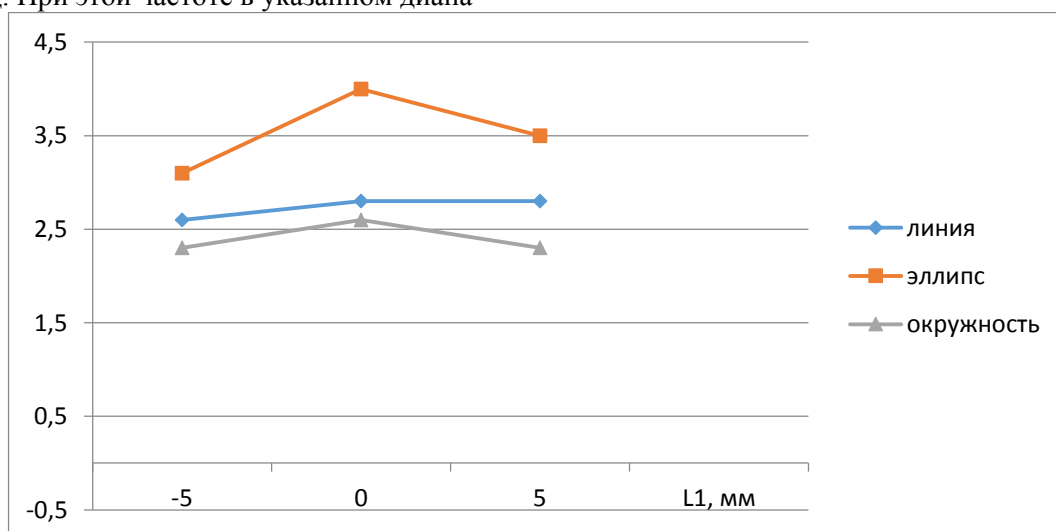


Рис.4 Зависимость высоты наплавленного слоя от зоны подачи порошка при сканировании по линии, эллипсу и окружности.

При внесении порошка за зоной расплава, порошок проходит через луч и экранирует излучение, попадающее на основу, уменьшая ее подплавление. Однако при сканировании по окружности наилучший результат даёт подача порошка в передний фронт траектории. Задний фронт производит подплавление уже существующего слоя, уменьшая шероховатость поверхности валика, но не увеличивая его.

Таким образом, установлено, что для повышения эффективности процесса применяют сканирование сфокусированного лазерного луча по двумерным и трёхмерным траекториям с различной частотой.

В тоже время при нанесении валиков значительной ширины эффективность снижается из-за неравномерности порошкового факела при вы-

лете из сопла. Некоторые исследователи предлагают исправить этот недостаток путём сканирования сопла, подающего порошок, поперёк траектории движения луча.[4]

В настоящей работе изучалось также и влияние частот сканирования лазерного луча и порошковой струи на эффективность наплавки при фиксированных ширине валика и скорости перемещения образца.

В экспериментах при скорости луча 2 мм/с и амплитуде сканирования сопла 8,0 мм, наносились валики шириной 15 мм. Частота сканирования луча изменялась от 50 до 250 Гц, а частота сканирования сопла от 1,0 до 13,0 Гц. Результаты измерений приведены на рис.5.

h, мм

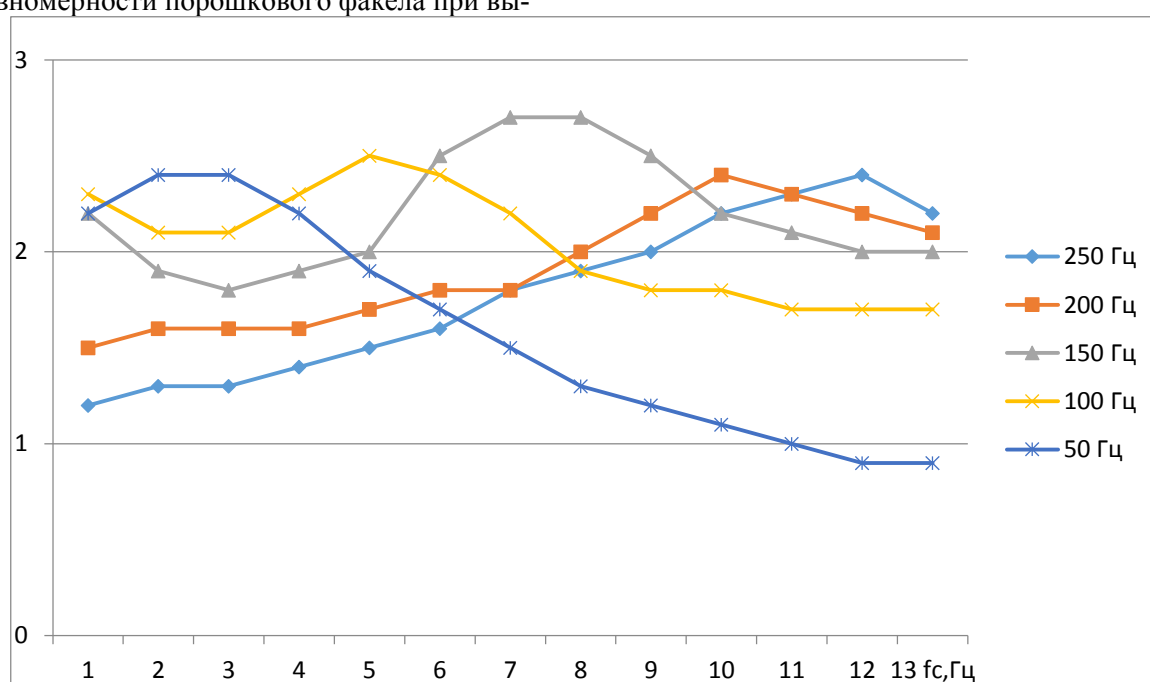


Рис.5 Зависимость высоты наплавленного слоя от частоты сканирования сопла подачи порошка при различных частотах сканирования лазерного луча.

Анализируя полученные результаты (таблица 1) можно заметить, что для каждой частоты

сканирования луча существует своя частота сканирования сопла, при которой достигаются валики максимальной высоты.

Таблица 1.

Частота сканирования луча, Гц	Частота сканирования сопла, Гц
50	2,5
100	5
150	7,5
200	10
250	12,5

Так для частоты сканирования лазерного луча f_l -50 Гц наилучшие условия складываются при частоте сканирования сопла f_c - 2,5 Гц, для

f_l -100 Гц соответствует f_c -5 Гц и так далее. Отношение частот f_l/f_c отличается постоянством и равно 20.

Следовательно, эффективность наплавки возрастает, если за один период колебания сопла

лазерный луч совершит 20 колебаний, т.е. достигается оптимальное отношение количества вводимой энергии на единицу объёма инжектируемого порошка.

Таким образом, использование полученных результатов позволяет значительно повысить производительность процесса. Так при наплавке больших поверхностей, для получения монолитного слоя, необходимо наложение валиков друг на друга. Если валики обычно имеют форму полуцилиндра, то коэффициент перекрытия составляет 30%. При сканировании сопла форма наплавленных слоёв стремится к прямоугольнику, а в случае валиков прямоугольной формы коэффициент перекрытия может быть снижен до 5%.

Выводы:

1. При лазерной наплавке широких валиков целесообразно вводить присадочный материал путём сканирования подающего сопла.

2. Подбором соотношения частот сканирования луча и сопла, подающего присадочный материал, можно повысить коэффициент использования порошка и производительность процесса.

3. При газопорошковой лазерной наплавке наибольшая производительность процесса достигается при сканировании луча с частотой 150 Гц.

4. Оптимальная траектория сканирования лазерного луча - эллипс.

5. Максимальная эффективность процесса наблюдается при подаче газопорошковой струи в центр траектории сканирования сфокусированного лазерного луча.

Список литературы

1. И.В.Артюшкин, В.Г. Соколов Технологические применения мощных лазеров/, Phisics-online.ru/paperlogos/6357.pdf, с.24-32

2. У.И.Земляков, Я.Туоминен, Е.Ю.Поздеева и др. Формирование поверхностных слоев при лазерной наплавке с использованием мощных волоконных лазеров/ Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического института, №1, 2013, с. 231

3. А.Н.Гречин, И.А.Зябрев Лазерная наплавка со сканированием излучения/ Сварочное производство, 1989, №3, с.1-2.

4. Н.Н.Одинцов, Л.А.Штернин, В.С.Смирнов, С.К.Картавый Повышение производительности и расширение возможностей лазерной наплавки/ Сварочное производство, 1987, №2, с.1

УДК 65.011+530.1+330.13+ 101.2+141.201+7.02

Катульский А.А.

РАСКРЫТИЕ СТРУКТУРЫ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕКТОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

Инженер радиосвязи, пенсионер Минобороны.

Аннотация. В работе предложено правило, которое устанавливает неизвестную ранее количественную связь между потенциалами предмета, его формы и содержания, как и некоторых других философских категорий, которое вносит вклад в выявление сути единства мира, в тектологию, которое позволяет использовать единый способ вычисления потенциалов предметов различной природы и сложности, включая эргатические системы, единый способ раскрытия их структур. На основе предложенных правил создана методология оптимизации распределения ресурсов, обеспечивающих жизненный цикл предмета.

Ключевые слова: тектологическая функция, структура, эффективность, модель.

Важность увеличения отношения качества предмета к его стоимости сознавалась давно и научная мысль всегда стремилась к наиболее полному и простому решению этой задачи. Однако, когда необходимо создать продукт, обладающий

рядом взаимно независимых свойств, характеристик, параметров, структурных элементов, ее решение до сих пор встречает заметные трудности. Как, например, распределить ограниченные средства, выделенные на создание коттеджа, между статьями расходов на решение таких задач, как обеспечение безопасности проживания в коттедже, обеспечение удобств проживания в нем и эффективность принимаемых решений? Правильно ли будет разделить выделенные для строительства коттеджа средства на три равные доли? Правильно ли будет определять стоимость работы и стоимость материалов равными?

При создании крупной автоматизированной системы управления (АСУ) возникла похожая проблема. Необходимо было оптимально (по критерию качество/цена) распределить направляемые на ее создание ограниченные средства между двумя структурами, осуществляющими создание сил связи и сил управления. Не вызывало сомнений, что если все средства направить только на

создание одной из этих составляющих, то АСУ не родится. Очевидно, что имеется некоторое соотношение размеров ресурсов, направляемых указанным структурам, при котором эффективность используемых на создание АСУ средств будет максимальна.

Эта проблема имеет отношение и к надежности и коэффициенту готовности различных систем, причинами многих широко известных ужасных и очень дорогих аварий которых являются отказы казалось бы малозначащих элементов продукта – отсутствующая шпилька болтового соединения, забытые техником плоскогубцы в кабине пилота самолета, недостатки организации необходимого контроля качества комплектующих механизма на разных периодах их жизненного цикла и т.п.. Встает вопрос, не требовалось ли поднять качество и стоимость тех элементов систем, которые отказали. Как до создания системы выявить и определить необходимый уровень качества и стоимости всех ее элементов, чтобы понизить вероятность отказов продукта и минимизировать ресурсы, обеспечивающие их жизненный цикл.

Особый интерес представляет поиск наиболее эффективного использования ресурсов, обеспечивающих жизненные циклы систем, элементом которых является человек. Человеческий фактор! Как часто мы слышим о нем, когда узнаем о той или иной аварии. Как определить и учесть необходимые и достаточные качества работника в качестве продукта с участием человека? Какие ресурсы и куда надо выделить для достижения у работника необходимой величины указанных качеств?

Использование линейного программирования для разрешения отмеченной проблемы представляется очень сложной задачей в силу большой сложности рассматриваемых систем, включающих в себя значительное количество различных должностных лиц системы и их технических и программных средств. Их элементы имеют разные размерности, не позволяющие сравнивать их потенциалы. Размерности таких элементов, как потенциалы различных работников, очень сложно определить. Исключить их из учета в потенциалах эргатических систем недопустимо. Поэтому понадобилось рассмотреть достижения науки, которые как-то могли бы помочь разрешить задачу раскрытия структурно-функционального анализа сложных систем и количественных соотношений их элементов.

Оценки многих специалистов положения дел в области структурно-функционального анализа сложных систем не вызывают оптимизма. Как пишет А. Тахтаджян [1], «Новые достижения мировой науки и техники, интуитивное предчувствие единства мира, его организации, жизни и

развития вынуждают искать правила, законы этого единства. Человеческое знание, раздробленное специализацией, вновь начинает объединяться. Поэтому для передового фронта современной науки характерен все усиливающийся интерес к поискам принципиальной структурной общности самых разнородных систем и общих механизмов самых различных явлений. Идея структурного единства мира, выражающаяся в гомоморфизме и даже изоморфизме различных классов явлений, все глубже овладевает современным научным мышлением».

Необходимость создания общей теории любых структур и систем вытекает из самой логики развития науки и выдвигается на повестку дня также современной техникой. По мнению М. Месаровича [2], эта теория вызывает не один только чисто научный интерес: «Привлечение такой теории необходимо для решения некоторых важных с практической точки зрения задач. В связи с этим построение такой теории стало делом первостепенной важности. Например, в технике (в самом широком смысле этого слова) ощущается необходимость в общей теории, преодолевающей границы специализации и позволяющей создавать системы, охватывающие и людей, и вычислительную технику, и исполнительные механизмы».

Как пишет И. Блауберг [3], «философские категории части и целого имеют многовековую историю, в ходе которой существенно трансформировалось их содержание и их методологическое значение для развития научного познания. Как нам представляется, именно методологические трудности познания и конструирования сложных целостных объектов, с которыми во второй половине XX в. непосредственно столкнулось конкретно-научное и техническое знание, и вызвали к жизни системный подход. Взятые как философские категории, часть и целое выражают отношение между совокупностью предметов и связью, которая объединяет эти предметы и приводит к появлению у совокупности новых (интегративных) свойств и закономерностей, не присущих предметам в их разобщенности».

Как отмечает философ Щедровицкий Г. П. [4], «Рациональное управление экономикой в целом и отдельными ее отраслями, даже отдельными предприятиями требует целостного представления о системе, включающей в себя производство и его организацию, сложную сеть коммуникаций различного рода, организацию снабжения и сбыта и т.п.. С системами гигантского масштаба, охватывающими целую страну и даже несколько стран, сталкиваемся мы и в военном деле. Чтобы управлять подобными системами, их нужно специально изучать. Так развитие производства и техники влияет на формирование новых

системных предметов и проблем исследования. Но значение этих проблем не только в том, что к ним обращаются в разных и многих научных дисциплинах. Значительно важнее, что в решении их заключен, по-видимому, какой-то узел развития науки в целом, ее «технологии», т.е. приемов и способов самого исследования. Для лингвиста в первую очередь важно выяснить, конечно, что представляют собой системы языка, для биолога $\frac{3}{4}$ что представляет собой то или иное живое целое или популяция, для социолога $\frac{3}{4}$ определенная социальная система. Но для науки в целом значительно важнее другое $\frac{3}{4}$ постараться нащупать какие-то пути и способы, которые вообще сделали бы возможным исследование объектов как систем и структур. Ибо нынешние достижения человечества в решении этих проблем, несмотря на все их практическое и теоретическое значение, еще очень и очень незначительны... Не вызывает сомнения факт — признание необходимости общего подхода к анализу систем и структур. Но вместе с тем приходится признать, что именно общих решений пока нет, и это отрицательно сказывается на развитии специальных наук. Приемы и способы системного и структурного исследования остаются пока еще не разработанными фактически во всей науке, и поэтому так важно и полезно сейчас встать на более широкую точку зрения, постараться выяснить не только то, каковы системы языка, живого организма, социального или экономического целого, но и то, как мы их исследуем, как вообще их можно исследовать. ... Иными словами, это можно сказать так: именно из-за того, что в исследовании объектов как систем и структур мы сталкиваемся сегодня со значительными трудностями и природа этих трудностей оказывается в принципе одинаковой в разных областях, необходимо всемерно развешивать специальные логико-методологические исследования. Их задача состоит в том, чтобы сформулировать систему общих принципов и правил, в соответствии с которыми можно было бы строить системно-структурное исследование частных объектов».

О соотношении размеров формы и содержания предмета за последние две тысячи лет написано и рассказано много. Оно представляет особенный интерес в силу схожести поведения с соотношением сил связи и сил управления в АСУ, сил производства и сил его инфраструктуры в промышленности. Соотношение размеров формы и содержания предмета с древности находится в центре внимания эстетических учений. На него обращали внимание многие философы начиная с Аристотеля. Великий философ Франции Декарт высшим принципом искусства признавал *гармоническое* сочетание частей в художественном

произведении. Он называл четыре случая несовершенства произведения искусства благодаря отсутствию в нем **единства** формы и содержания. Президент Академии Наук СССР С. И. Вавилов по случаю юбилея Лукреция Кара отмечал: "В чём сила Лукреция? В его поэзии — прекрасной, но, по мнению и знатоков и профанов, значительно уступающей Вергилию, Овидию и многим другим? В его мировоззрении и науке, в которых он в основном верно следует своему, обожествляемому им, учителю Эпикуру? Притягательность Лукреция — ни в том, ни в другом в отдельности. Она кроется, несомненно, в изумительном, единственном по эффективности слиянии вечного, по правильности и широте, философского содержания поэмы с отвечающей ему поэтической формой." [5] Как же измерить эффективность слияния формы и содержания произведения искусства? Как определить эффективность и неэффективность слияния? Относится ли она только к произведениям искусства? Как измерить эффективность слияния формы и содержания таких предметов, как наручные часы, жилое или производственное строение, реактивный самолет, авианосец, система управления войсками и оружием, правительство государства и т.д. и т.п..

Таким образом, не удалось найти в науке способ раскрытия потенциала сложной эргатической системы, потенциалы элементов которой и потенциал предмета связаны конкретной математической зависимостью, не удалось найти и приемлемое представление потенциала сложного многофункционального предмета.

Как уже отмечалось, лишь некоторое промежуточное между крайними, нулевыми значениями распределения ограниченных средств между структурами, создающими силы управления и силы связи, даст искомый максимум эффективного использования ресурсов, направляемых на создание АСУ. Как найти такое распределение средств, как меняется потенциал такого предмета при отклонениях от оптимального распределения средств? Как влияют на потенциал предмета изменения распределения средств между элементами сил управления и сил связи? Что представляют собой эти элементы и сколько их?

К некоторому пониманию задач такого рода ближе других подошли Наполеон и Энгельс. Как замечает историк Е. В. Тарле [7], «Наполеон, со своей оригинальной манерой выражаться, уподоблял комплекс качеств хорошего полководца квадрату, где основание и высота всегда равны: под основанием он тут понимает характер, смелость, мужество, решимость, а под высотой — ум, интеллектуальные качества. Если характер сильнее ума, то полководец увлечется и пойдет дальше, чем нужно. Если ум сильнее характера, то

у него, напротив, недостает мужества осуществить свой план». Энгельс считает двумя «осями» военной системы «... массовые размеры средств нападения в виде людей, лошадей и орудий, с одной стороны, и подвижность этого наступательного аппарата – с другой.» [6]. Однако, достаточно ли перечисленных Наполеоном качеств, которые полностью определяют хорошего полководца? Почему отсутствует такое качество, как эрудиция полководца (знание тактики, стратегии, возможностей своих войск, оружия, сил передвижения войск, психологии, разведанных и много другого)? Если эрудиция полководца не менее важна, чем его воля или ум, то квадрат превращается в куб? Как влияют различные качества полководца на его потенциал? Достаточно ли упомянутых Энгельсом характеристик военной системы? Почему среди них отсутствуют такие, как состояние личного состава, качество управления силами военной системы, качество орудий, боеприпасов, фуража для лошадей и многого др.?

Чтобы ответить на эти вопросы искалось решение из числа аналогичных задач с известными их решениями. В постановке таких задач, очевидно, должны быть условия: устремление к нулю потенциала каждого из элементов предмета устремляет потенциал предмета к нулю, изменения величины потенциала каждого элемента меняет величину потенциала самого предмета.

Такие примеры нашлись. В их числе закон Архимеда, второй закон Ньютона, закон Ома, зависимость между энергией магнитного поля, индуктивностью проводника и протекающего через него электрического тока, выражения площади прямоугольника и др.. Рассмотрение этих и ряда других примеров, подсказало, что окружающие нас предметы, которые мы видим, знаем, о которых думаем, имеют нечто их всех объединяющее! Все они состоят минимум из двух элементов, без любого из которых они не существуют. И в каждой из отмеченных пар все такие элементы взаимно независимы, ортогональны. Для выталкивающей силы, действующей на погруженное в воду тело, – это объем погруженного в воду этого тела или удельный вес воды; для силы электрического тока через проводник – напряжение на его концах или его проводимость; для самолета – его двигатель или планер; для системы управления – силы управления или силы связи; для сил управления – работники сил управления или средства сил управления; для генетического кода человека – его форма или содержание; для правительства – коллектив его работников или его средства управления (программные и технические) и т.д..

Анализ сути такого представления предметов позволил сформулировать правило I (текстологическую функцию): Если предмет может быть

полностью и непосредственно определен (описан, охарактеризован) несколькими взаимно независимыми (ортогональными) элементами (свойствами, характеристиками), увеличение потенциала (величины) каждого из которых ведет к увеличению потенциала предмета, а стремление к нулю – лишает его смысла, предназначения, обращает в нуль, то потенциал предмета равен произведению потенциалов этих элементов

$$U_0 = \prod_{i=1}^n U_i, (1)$$

где n – количество ортогональных элементов потенциала предмета, U_i – потенциал i -го элемента структуры потенциала предмета. Если такие элементы определяются другими элементами, а те своими и так далее несколько раз, и все они отвечают правилу I, то потенциал такого предмета (U_0) равен произведению потенциалов элементов ($U_{k,i}$), завершающих раскрытие структуры потенциала предмета

$$U_0 = \prod_{i=1}^{n_{y.k.}} U_{k,i}, (2)$$

где $n_{y.k.}$ – количество, завершающих раскрытие всех ветвей структуры потенциала предмета U_0 и отвечающих требованиям правила I, $U_{k,i}$ – потенциал i -го элемента, завершающего раскрытие структуры потенциала предмета.

Под предметом здесь и далее предлагается понимать имеющее определенные свойства, одушевленное и неодушевленное материальное (неорганической природы и живое), абстрактное, материально-абстрактное, любое из того, что нас окружает, что нами создается, что служит объектом или источником какой-либо деятельности, какого-либо состояния или отношения, что служит содержанием мысли, речи.

Под потенциалом предмета предлагается понимать величину способности этого предмета выполнять заданные функции, соответствовать своему предназначению, степень возможного проявления какого-либо действия.

Потенциал предмета двумерной размерности можно представить в виде площади прямоугольника, стороны которого эквивалентны форме и содержанию предмета, или количеству и качеству предмета, или массе тела и ускорению его движения, если предметом является сила, действующая на него. Потенциал предмета трехмерной размерности представляется в виде объема параллелепипеда. Потенциал более сложного предмета можно представить в виде своеобразного объема в гильбертовом пространстве, размер

каждого ребра которого соответствует определенной характеристике предмета.

Один и тот же предмет для разных специалистов, например, железо для конструктора и поэта, может иметь разные потенциалы, которые отличаются индивидуальным набором размерностей.

Количество типов характеристик потенциала предмета не превосходит числа, входящих в таблицу физических величин в системе СИ, единиц информации и безразмерных (штук, единиц). Ряд характеристик может входить в размерность потенциала предмета неоднократно.

Правило I можно уточнить для случая, когда требование ортогональности элементов потенциала предмета не выполняется. Тогда в выражениях 1 и 2 необходимо ввести дополнительный множитель:

$$\prod_{j=1}^{m_c} f_j, \quad (3)$$

где m_c – количество коэффициентов взаимозависимости f_j всех пар элементов всех уровней структуры потенциала предмета. Коэффициенты f_j могут принимать значения от нуля до единицы (при отсутствии взаимозависимости f_j стремится к единице, при полной взаимозависимости – к нулю). Выражение (3) переводит взаимозависимые элементы к их ортогональным проекциям.

Примечательно, что есть предметы, потенциалы элементов которых по воле их создателей могут быть либо ортогональными, либо взаимозависимыми. Примером из предметов этого ряда выступает потенциал государственной власти, на первом уровне структуры которого могут быть потенциалы власти законодательной, исполнительной, судебной, средств массовой информации. Естественно, что с увеличением взаимозависимости потенциалов таких элементов потенциал государственной власти падает.

Правило II: Если предмет может быть полностью и непосредственно определен (описан, охарактеризован) несколькими элементами (свойствами, характеристиками) (U_k) с одинаковой размерностью, увеличение потенциала (величины) каждого из которых ведет к увеличению потенциала (величины) предмета, а стремление к нулю уменьшая потенциал предмета не меняет его смысл, предназначение и не обращает в нуль, то потенциал такого предмета (U_0) равен сумме потенциалов всех таких его элементов

$$U_0 = \sum_{k=1}^m U_k, \quad (4)$$

где m – количество элементов, отвечающих требованиям правила II.

Таким образом, правило I устанавливает неизвестную ранее количественную связь между потенциалами предмета, его формы и содержания, как и некоторых других философских категорий, вносит вклад в выявление сути единства мира, в тектологию, поскольку позволяет использовать единый способ вычисления потенциалов предметов различной природы и сложности, единый способ раскрытия их структур в гильбертовом пространстве.

Важной особенностью тектологической функции является ее универсальность. Она позволяет подробно раскрывать структуры неодушевленных предметов, природы и человека, сложнейших эргатических систем, давно созданных и предполагаемых к созданию в будущем, раскрывать количественные отношения всех их элементов. Таким образом, она помогает найти единство мира, его организацию, жизнь и развитие. Она делает вклад в общую теорию систем и структур предметов.

Правила раскрытия структур предметов I и II предлагается использовать в качестве системы общих принципов и правил, в соответствии с которыми можно было бы строить системно-структурное исследование всевозможных частных объектов. Более того, все потенциалы таких элементов связаны соотношением тектологической функции.

Согласно энциклопедическому словарю М.: Гардарики. Под редакцией А.А. Ивина. 2004. [8] "Синергетика является учением о взаимодействии («die Lehre von Zusammenirken») элементов внутри сложных систем, в результате которого возникают новые макроскопические свойства этих систем. Хотя система может состоять из огромного количества элементов, обладающих большим числом степеней свободы, ее макроскопическое поведение может быть описано небольшим количеством существенных мод (параметров порядка) или даже всего лишь одной модой. Параметры порядка определяют поведение всех элементов системы (принцип подчинения). Иными словами, принцип подчинения означает чудовищное сжатие информации: вместо того чтобы характеризовать систему посредством большого количества ее индивидуальных компонентов и их поведения, достаточно описать ее посредством параметров порядка. Здесь мы наблюдаем феномен циклической причинности: параметры порядка детерминируют поведение остальных элементов системы, которые, в свою очередь, обратно воздействуют на параметры порядка и определяют их".

Согласно Haken, [8] "синергетика относится к направлению универсализма, занимаю-

щего промежуточное место между редукционизмом и холизмом. Синергетика не сводит поведение системы ни к ее поведению на микроскопическом уровне (редукционизм), ни к ее макроскопическому поведению (холизм), она скорее пытается понять, как устанавливается и функционирует связь между этими двумя уровнями. Это удается ей благодаря понятию параметров порядка и принципу подчинения".

Тектологическая функция (аналитическое выражение параметра порядка) и раскрываемая по ее правилам структура анализируемого потенциала предмета (холизм) до элемента завершающего раскрытие структуры потенциала предмета (редукционизм) поразительным образом согласуются с такой сутью синергетики!

Раскрываемая по правилам **I** и **II** структура потенциала предмета имеет вид, представленный на рисунке 1. На нулевом уровне этой структуры находится потенциал самого рассматриваемого предмета. На следующем (первом) уровне находятся потенциалы элементов, непосредственно и напрямую связанные с потенциалом предмета «вертикальными» связями. На втором уровне находятся потенциалы элементов, непосредственно и напрямую связанные «вертикальными» связями с потенциалами соответствующих элементов первого уровня. Таким же образом раскрывается структура потенциала предмета от 2-го уровня к 3-му, от 3-го к 4-му и так далее. Совокупность потенциалов элементов, связанных «вертикальными» связями, образует ветвь структуры. Как правило, некоторые ветви структуры потенциала предмета заканчиваются ранее других. Структура некоторых предметов может иметь в своем составе одновременно элементы, отвечающие требованиям как правила **I**, так и правила **II**. Элементы, отвечающие требованиям

правила **I**, и коэффициенты взаимозависимости предлагается изображать на схеме прямоугольниками, а элементы, отвечающие требованиям правила **II**, - овалами.

Целью работы по раскрытию структуры потенциала предмета является достижение ситуации, когда каждый элемент этой структуры в конце процесса ее раскрытия будет иметь единичную размерность.

Раскрытие структуры потенциала предмета в соответствии с правилами **I** и **II** способствует всестороннему уяснению его сути и особенностей. Раскрывая структуру потенциала предмета в соответствии с правилами тектологической функции, не всегда легко выявить все ее элементы. Такая работа требует хорошего знания предмета. Специалистами, видимо, может быть разработан соответствующий справочник структур потенциалов относительно простых и широко используемых предметов. Существенную помощь в раскрытии структуры потенциала предмета может оказать использование отвечающих указанным выше правилам категорий философии (количество и качество, пространство и время, форма и содержание, общее и частное, необходимость и случайность и др.), характеристик предмета геометрических (высота, ширина, глубина), физических (сила, масса, напряжение, индуктивность, емкость, проводимость и т.п.), структурных (люди и средства, средства технические и программные и т.п.), и др.. Количество таких категорий в руках специалиста, осуществляющего раскрытие структуры потенциала предмета, определяет количество возможных вариантов их раскрытия. Выбирая вариант раскрытия структуры потенциала предмета целесообразно предвидеть возможность и удобство дальнейшего раскрытия этой структуры.

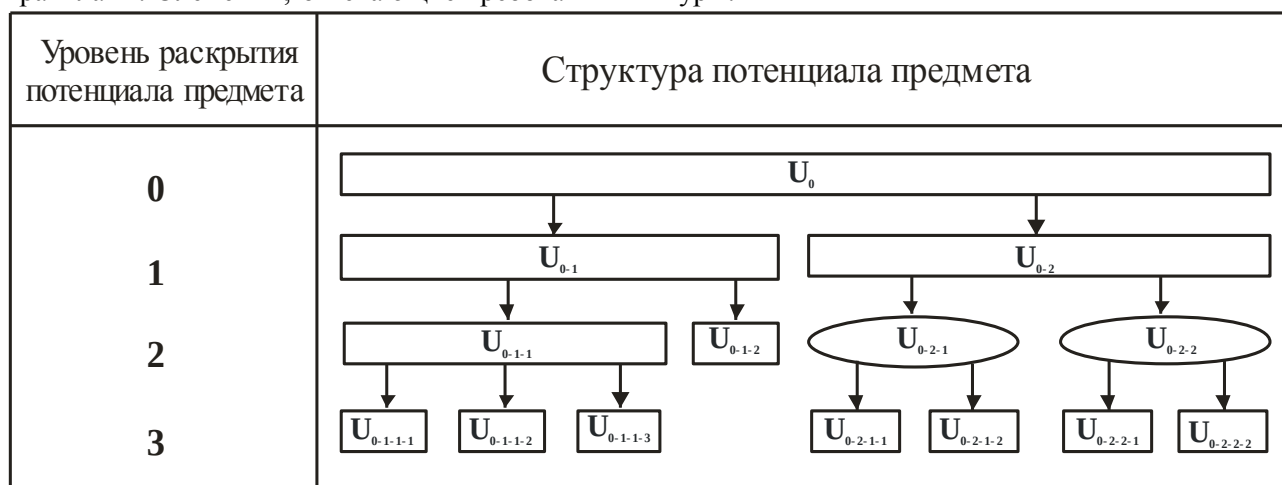


Рисунок 1. Вид структуры потенциала предмета.

До раскрытия структуры потенциала предмета совокупность элементов, завершающих рас-

крытие всех ветвей структуры потенциала предмета, их величину, размерность и последовательность трудно представить. Она выявится только

при завершении процесса этого раскрытия. На каждом его этапе эта еще не выявленная последовательность сомножителей разделяется на группы. Каждая такая группа будет определять некоторый новый предмет, представляющий собой элемент исходного предмета. На каждом шагу раскрытия структуры потенциала предмета количество сомножителей в группах будет уменьшаться, а количество групп - увеличиваться и достигнет в конце концов $n_{у.к.}$ - количества элементов, завершающих раскрытие всех ветвей структуры потенциала предмета. Потенциал, состав и размерность каждой группы на первом и всех последующих этапах раскрытия структуры потенциала предмета могут быть определены при анализе полностью раскрытой структуры потенциала предмета в направлении от завершающих ее раскрытие элементов к исходному продукту (продукту с потенциалом U_0). Последовательность сомножителей потенциалов всех элементов на всех уровнях структуры с их величинами, размерностями и сама древовидная структура потенциала предмета, отличаются оригинальностью подобно своеобразному единому в мире "рентгеновскому снимку" предмета, не похожему на аналогичные "снимки" других предметов.

Приведенным правилам в полной мере соответствуют многие общеизвестные законы физики, теоремы геометрии (см. рис. 2). Вместе с тем, имеется множество предметов, зависимость между потенциалами которых и потенциалами их элементов, представляющая определенный интерес для их создателей и владельцев, пока не раскрыта. К числу таких предметов можно отнести,

например, потенциалы предприятия промышленности, сельскохозяйственной фермы, автоматизированного рабочего места, работника, произведения изобразительного искусства, поэтического творения, жилого строения, компьютерной программы, редакции журнала, автомашины, самолета, танка, авианосца, системы управления, Газпрома, Государственной Думы, государственной власти и т.д..

Возможность раскрытия структуры потенциала предмета до мельчайших ее элементов демонстрируется рисунком 3, на котором представлен фрагмент структуры потенциала компьютера.

В качестве примера раскрытия структуры потенциала эргатической системы на рис. 4 представлен фрагмент варианта структуры потенциала некоторого производственного предприятия.

Полностью раскрытая эта структура позволяет определить количественные отношения потенциалов работника и средств конкретного производства, а также требования к соотношениям потенциалов должностных лиц различных уровней системы управления предприятием.

В состав потенциала эргатической системы входит необходимым зачастую многократно очень весомым элементом потенциал человека. В зависимости от характера такой системы (управленческая, боевая, производственная, лечебная, учебная) и места в ней его работника состав структуры потенциала человека меняется. Меняются требования к эрудиции работника, включая различные навыки, к его работоспособности. Вариант фрагмента структуры потенциала работника представлен на рисунке 5.

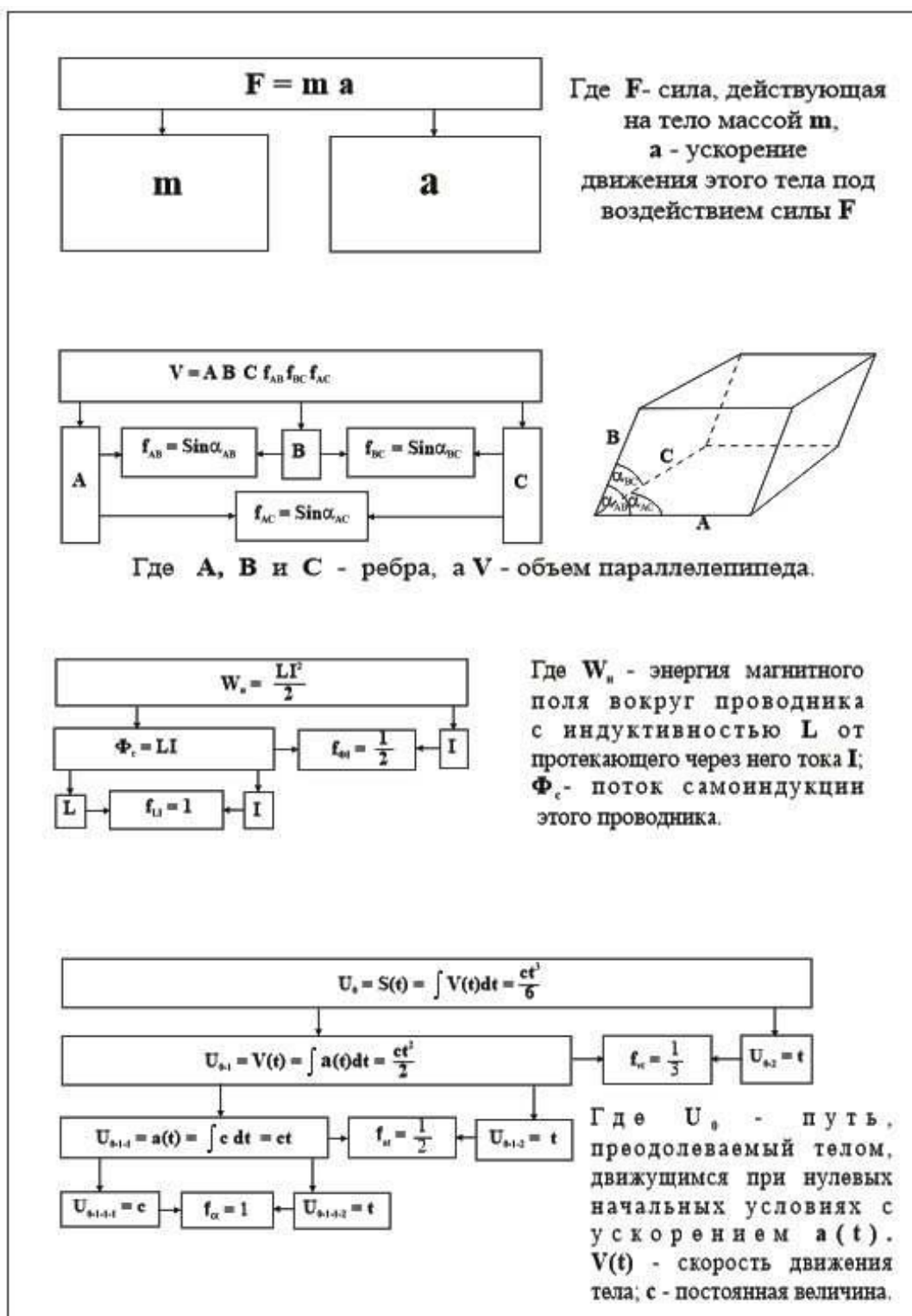


Рисунок 2. Структуры выражений некоторых общеизвестных законов физики и теорем геометрии, раскрытые по правилам тектологической функции.

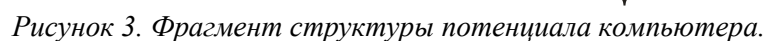


Рисунок 3. Фрагмент структуры потенциала компьютера.

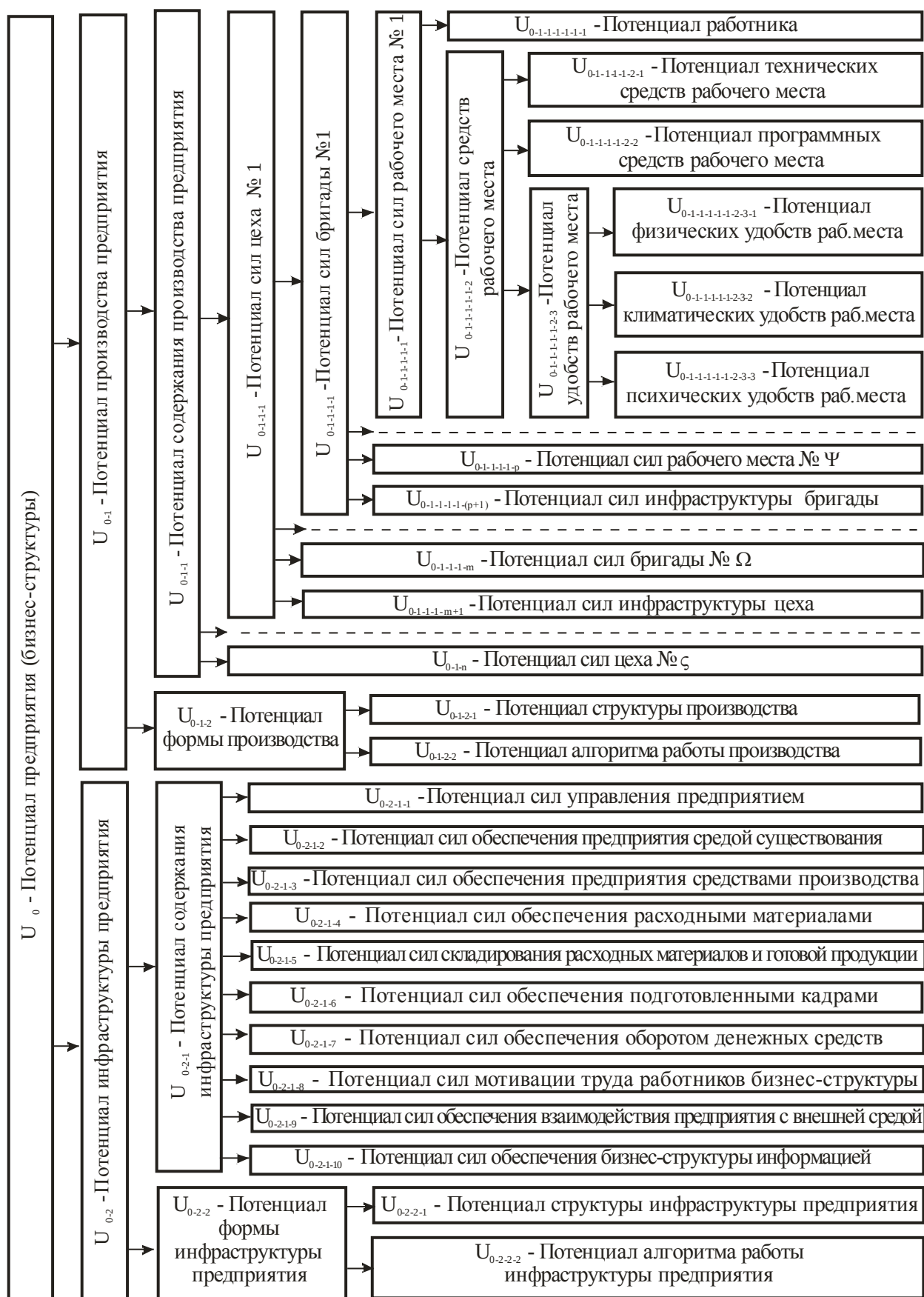


Рисунок 4. Фрагмент варианта структуры потенциала предприятия.

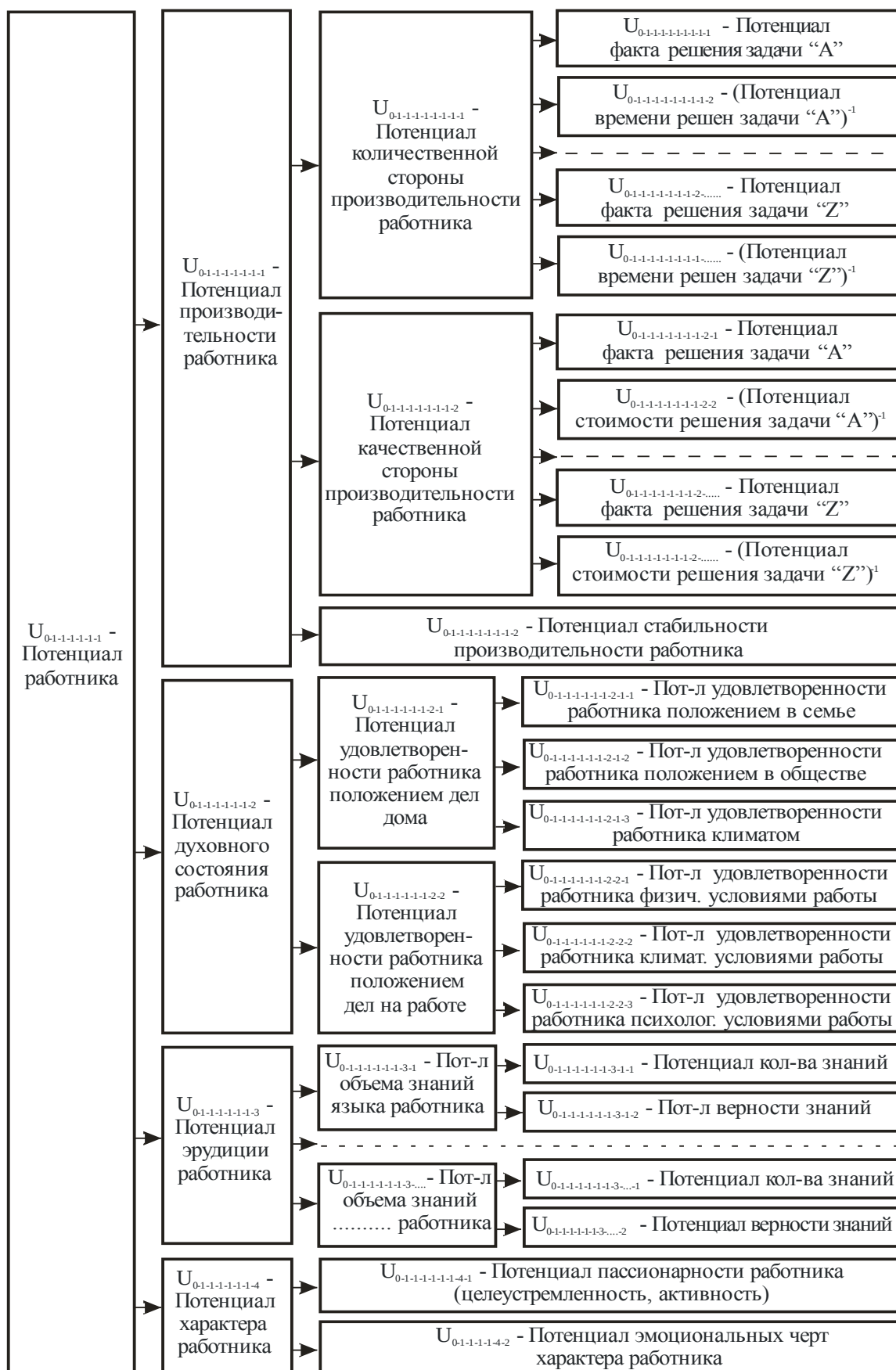


Рисунок 5. Фрагмент варианта структуры потенциала работника.

К сравнению потенциалов близких по назначению предметов следует подходить очень

осторожно, так как все подробности и особенности предмета могут найти отражение в его структуре. Как уже отмечалось выше, структуры одного и того же предмета, раскрытые с разными целями, будут отличаться друг от друга.

Недостаточная определенность предмета, структуру потенциала которого необходимо раскрыть, приводит к проблеме выбора пути ее раскрытия из ряда отличных друг от друга вариантов. Так например, размерность, форма и содержание структуры потенциала часов применительно к стоимости их производства будет отличаться от размерности, формы и содержания структуры потенциала тех же часов применительно к их рыночной стоимости. Если же раскрывать структуру потенциала часов в самом общем виде, то встреча с указанной проблемой неизбежна и чтобы ее разрешить целесообразно уточнить определение потенциала в вершине ее структуры.

Исходя из тектологической функции потенциал поэмы может быть представлен, как произведение потенциалов ее формы и ее содержания. Можно ли сравнивать величину потенциала формы поэмы с потенциалом ее содержания? Нет! Эти величины имеют совершенно разную суть, разную размерность, они ортогональны. Можно сравнивать силу воздействия на сознание человека, которое оказывают потенциалы формы и содержания поэмы. Для этого надо рассматривать потенциал человека и обстоятельства его знакомства с поэмой. В связи с этим, оптимальное соотношение потенциалов формы и содержания поэмы для разных людей окажется разным.

Анализ структуры потенциала ценности произведения искусства в части формы и содержания позволяет сделать следующие тривиальные суждения. Предмет имеет место быть только тогда, когда имеет форму и содержание. То есть слияние формы и содержания предмета происходит вместе с рождением предмета и исчезает при его гибели. Поэтому определять это слияние эффективным или неэффективным, единственным по эффективности или еще как-то бессмысленно! Для любого предмета оно всегда есть и от соотношения потенциалов формы и содержания не зависит. Очевидно, что отношение величин потенциалов формы и содержания предмета может принимать значения в интервале от нуля до бесконечности, исключая нуль и бесконечность.

Объективное сравнение качеств однородных произведений искусств возможно путем сравнения величин их потенциалов, определенных с помощью выражения (2) тектологической функции. Субъективное сравнение качеств однородных произведений искусств происходит по силе их воздействия на разум и психику человека. Сила этого воздействия зависит как от качества

произведения, так и от интеллекта, эмоциональности, духовного состояния человека, от условий его ознакомления с произведением.

Потенциал системы управления можно представить, как произведение потенциалов сил управления и сил связи, а можно, как произведение потенциалов формы системы управления и ее содержания, а можно выбрать и другие варианты представления потенциала этого предмета. Для определения соотношения ресурсов, направляемых разработчикам сил управления и сил связи, видимо, необходимо, как минимум, раскрыть структуры и взаимоотношения этих сил.

Тектологическая функция с точки зрения конструктора предмета – инструмент оптимизации использования ресурсов, о которой будет рассказано ниже. При этом оптимизация стремится к все большей своей эффективности по мере движения раскрытия структуры предмета к своему завершению.

Тектологическая функция для философа, познающего синергетику, – инструмент анализа предмета. В процессе раскрытия структуры предмета он наблюдает изменения его от сложного к простому, от одних свойств элемента к другим, более простым.

Одним из особенно полезных следствий [9] из тектологической функции является правило оптимального использования ограниченных средств P , используемых на обеспечение создания, развития, функционирования и утилизации предмета. Эти средства распределяются между элементами первого уровня его структуры. Средства, доставшиеся элементу первого уровня, распределяются между определяющими его элементами второго уровня и так далее до элементов, завершающих раскрытие структуры потенциала предмета. Очевидно, что потенциал i -го элемента структуры потенциала предмета $U_i = k_i \cdot P_i$, где k_i – коэффициент пропорциональности между потенциалом i -го элемента и средствами (ресурсами) P_i , расходуемыми на его создание (приобретение), развитие, обеспечение функционирования и утилизацию.

Для определения оптимального размера ресурсов P_i рассмотрим предмет, у которого всего два элемента, отвечающих правилу I. Его потенциал

$U_0 = U_1 \cdot U_2 = k_1 \cdot P_1 \cdot k_2 \cdot P_2$, а средства, направляемые на обеспечение жизненного цикла этого предмета, ограничены величиной P . Потенциал рассматриваемого предмета принимает максимально возможную величину, когда $dU_0 / dP_i = 0$, а коэффициенты k_i не зависят от величины средств, выделяемых элементам предмета, когда эти средства близки к оптимальной величине. По-

следнее условие легко обеспечивается, когда проводится анализ предметов, потребность в элементах для которых не достигает величин, соизмеримых с величинами, предлагаемыми рынком. Учитывая, что

$$\sum_{i=1}^{n_{y,k.}} P_{k,i} = P, U_0 = k_1 \cdot P_1 \cdot k_2 \cdot (P - P_1) =$$

$$k_1 \cdot k_2 (PP_1 - P_1^2).$$

$$dU_0 / dP_1 = k_1 \cdot k_2 \cdot P - k_1 \cdot k_2 \cdot 2 \cdot P_1 = 0, k_1 \cdot k_2 \cdot P = k_1 \cdot k_2 \cdot 2 \cdot P_1.$$

Таким образом, $P_{1.опт.}$ и $P_{2.опт.} = P / 2$. Аналогичные результаты получаются и при большем количестве $n_{y,k.}$, то есть $P_{k,i} = P / n_{y,k.}$. С учетом этого и описанного выше порядка распределения средств (ресурсов) от элемента вышестоящего уровня к элементам нижестоящего уровня структуры потенциала предмета, отвечающей правилу I, условия оптимального распределения средств (ресурсов) состоят в следующем: Правило III: Если коэффициенты k_i не зависят от величины средств, выделяемых элементам предмета, когда эти средства близки к оптимальной величине, то оптимальная доля ресурсов (средств), выделяемых элементам, завершающим полное раскрытие всех ветвей структуры потенциала предмета, получается в результате равномерного распределения всех средств (ресурсов) P между ними. Оптимальная доля средств, выделяемых элементу промежуточного уровня упомянутой структуры, определяется как сумма оптимальных долей средств для всех элементов, вытекающих непосредственно из данного на следующем уровне развития структуры потенциала предмета.

При наличии отклонений от оптимального распределения средств (ресурсов) между элементами потенциала предмета, выявленными по правилу I, его относительный потенциал (отношение имеющего место в данном случае потенциала предмета к его потенциалу при оптимальном распределении средств между всеми его элементами)

$$U_{00,p.} = U_0 / U_{0,макс.} = \prod_{i=1}^{n_{y,k.}} (1 + \Delta_i), \quad (5)$$

где $\Delta_i = (U_i - U_{i,онм.}) / U_{i,онм.} = (P_i - P_{i,онм.}) / P_{i,онм.}$. При этом очевидно, что сумма всех отклонений Δ_i равна нулю.

Из выражения (5) следует, что относительный потенциал предмета, структура которого отвечает правилу I, не зависит от коэффициентов k_i и f_j и поэтому удобен для анализа влияния на него отклонений от оптимального распределения средств (ресурсов) между его элементами.

Относительный потенциал $U_{00,p.}$ подобен прочности физической цепи, состоящей из зве-

ньев с прочностью, эквивалентной $(1 + \Delta_i)$. Средства $P_{k,i}$ эквивалентны массе звена цепи. Чем больше разброс по массе (толщине) звеньев, тем ниже прочность всей цепи, определяемой самым слабым звеном, ниже эффективность использования ограниченных средств, обеспечивающих жизненный цикл предмета.

Учитывая, что в теории *исследования операций* одним из основных требований является «равнопрочность» по отношению к различным разрушающим факторам случайного или преднамеренного характера, использование приведенных в статье правил раскрытия структуры предмета позволяет избежать ошибок в обеспечении упомянутой равнопрочности – равнопрочности элементов структуры предмета, **завершающих, а не начинающих ее раскрытие.**

Представляется необходимым заметить, что в структурах потенциалов предмета, отличающихся несколькими уровнями их раскрытия, элементы, завершающие раскрытие структур, кроме собственных учитывают отклонения от оптимальных значений, имеющие место на всех промежуточных уровнях раскрытия структур. Как одно слабейшее звено цепи определяет ее прочность, так и один слабейший сомножитель в выражении тектологической функции определяет потенциал предмета!

Для оценки степени влияния отклонений от оптимального распределения средств на потенциал предмета были использованы данные структуры потенциала коттеджа и с помощью выражения (5) построена зависимость $U_{00,p.}$ от η – математического ожидания величины Δ_i при условии, что все Δ_i подчиняются нормальному закону распределения (рис. 6). На нем по оси ординат отложены значения относительного потенциала строения, по оси абсцисс – математическое ожидание величины отклонения от оптимальной доли средств, выделяемых каждому соответствующему элементу структуры потенциала строения. Из него следует, что величина потенциала коттеджа начинает стремительно падать, если математическое ожидание величины Δ_i превосходит 0,02, а **при 0,04 он снижается уже на три порядка!** Для предметов, отличающихся более крупными структурами потенциалов, падение потенциала начинается при меньшем Δ_i и более круто. **Стоит ли не обращать на это внимание?**

Таким образом, способ анализа предмета с помощью тектологической функции позволяет раскрыть нетрадиционную структуру его потенциала, все элементы которого и сам потенциал предмета связаны математической зависимостью. При этом правило I этой функции устанавливает неизвестную ранее количественную связь между

потенциалами предмета, его формы и содержания, как и некоторых других философских категорий, вносит вклад в выявление сути единства мира, в тектологию.

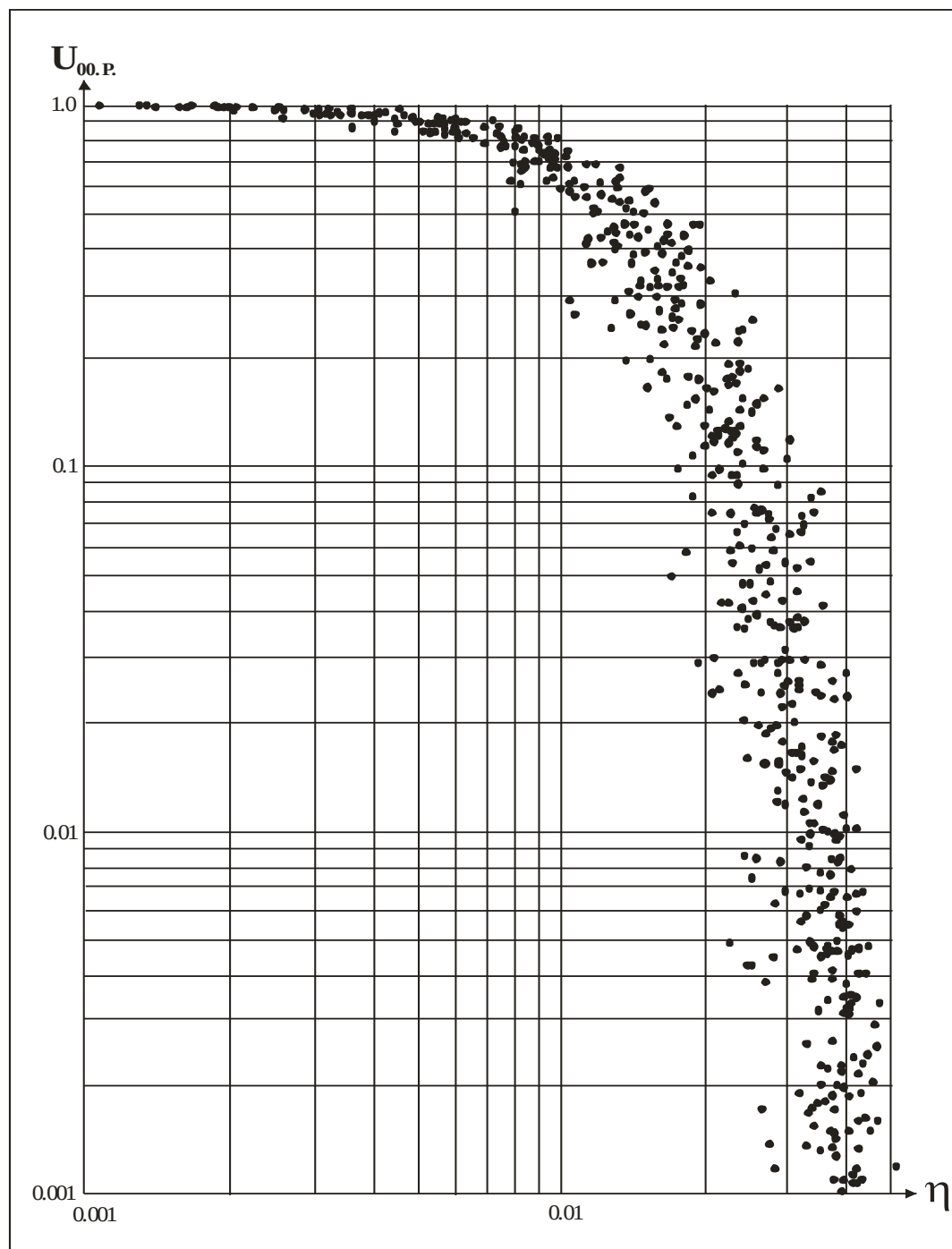


Рисунок 6. Зависимость относительного потенциала строения от математического ожидания величин отклонения от оптимальной доли средств, выделяемых каждому элементу структуры потенциала строения.

Тектологическая функция вносит свою лепту в решение проблемы структурного единства мира и общих механизмов самых различных явлений, в технике (в самом широком смысле этого слова), где ощущается необходимость в общей теории, преодолевающей границы специали-

зации и позволяющей создавать системы, охватывающие и людей, и вычислительную технику, и исполнительные механизмы.

Правила раскрытия нетрадиционной структуры потенциала предмета позволяют проведение расчетов его потенциала и оптимального распре-

деления ресурсов между его характерными элементами по критерию максимума отношения потенциала предмета к ресурсам, обеспечивающим его жизненный цикл.

Следствия из тектологической функции позволяют обеспечить наиболее эффективное использование ограниченных средств, обеспечивающих жизненный цикл самых разных продуктов, включая такие крупные и важные эргатические системы, как национальные системы управления, международные системы управления устойчивым развитием жизни на земле.

Исключительно сильная зависимость величин потенциалов сложных предметов от незначительных отклонений от оптимального распределения средств между характерными элементами их структур настоятельно требует проведения соответствующих расчетов при создании важных сложных систем и их математических моделей. Отклонения от оптимального распределения средств между характерными элементами структуры потенциала предмета случаются, когда его владелец или создатель предмета по тем или иным причинам не выявляет эти элементы, а потому и не контролирует величину получаемых каждым из них средств (ресурсов), когда за их потенциалы ответственны разные независимые органы (лица), когда имеет место коррупция, когда происходят задержки в проведении коррекции распределения средств (ресурсов) с целью учета изменившихся условий производства, существования и утилизации предмета, включая появление соответствующих новых достижений науки и техники. Ошибки распределения средств случаются и в результате запаздывания от своевременной коррекции этого распределения при изменениях стоимости жизненного цикла элементов продукта, различных составляющих производства (кадровой, энергетической, управления предприятием, материальных и программных средств производства, сопровождения, эксплуатации, утилизации произведенной продукции), логистических затрат, спроса и предложения на рынке упомянутых элементов и т.д. и т.п..

Структура потенциала предмета, раскрытая по правилам тектологической функции, и следствия из нее готовы выступить основой математической модели предмета.

Учитывая, что в теории *исследования операций* одним из основных требований является

«равнопрочность» по отношению к различным разрушающим факторам случайного или преднамеренного характера, использование приведенных в статье правил раскрытия структуры потенциала предмета помогают избежать ошибок в обеспечении упомянутой равнопрочности – равнопрочности элементов структуры предмета, **завершающих, а не начинающих ее раскрытие.**

В отличие от производственных функций, рассматриваемых экономической наукой, приведенные в статье правила позволяют при анализе эффективности производственной системы уйти от использования субъективно назначаемых величин относительной важности показателя, эластичности и др..

Список литературы:

1. А. Тахтаджян. «Тектология: истории и проблемы». Системные исследования. Ежегодник 1971. Издательство «Наука». -М. 1972. стр. 200 – 201.
2. М. Месаровича. Основания общей теории систем - «Общая теория систем». Издательство «Мир». -М., 1966. стр. 15-16.
3. И. Блауберг. «Целостность и системность». Системные исследования. Ежегодник 1977. Издательство «Наука». –М. 1977. стр. 5-16.
4. Щедровицкий Г.П. «Системы и структуры как проблема современной науки и техники». <http://www.fondgp.ru/gp/biblio/rus/12> Проблемы методологии системного исследования.
5. Вавилов С.И. «Физика Лукреция» (статья из книги: Лукреций "О природе вещей", Т.2, М.: АН СССР, 1947, стр. 9). <http://ritzbtr.narod.ru/lucreatsiy.html>.
6. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. VIII. Издание 2. стр.457.–М., 1957.
7. Тарле Е.В. «Талейран Наполеон Кутузов Исторические портреты». стр.312. ЗАО «Издательский дом Ридерз Дайджест», 2007.
8. Философия: Энциклопедический словарь. Под ред. А.А. Ивина. М.: Гардарики, 2004 г., 1072 с. ХАКЕН (HAKEN) ГЕРМАН. <http://www.term.ru/dictionary/187/word/xakeh-haken-german>.
9. Катульский А.А. «Оптимальное использование ресурсов с помощью тектологической функции». Издательство «LAP LAMBERT Academic Publishing». 2015.

Лебедев Виктор Михайлович¹, Кольцов Андрей Владимирович²

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

¹канд. техн. наук, доцент Финансового

университета при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, e-mail:

²Магистрант Института математики и информационных технологий, г. Омск

Master of the Institute of Mathematics and Information Technologies, omsk

ANALYSIS RASTERIZATION ALGORITHMS FOR GRAPHICS VISUALIZATION SYSTEMS

Victor Lebedev Victor M.

candidate of Science, assistant professor of Financial University under the Government of then Russian Federation, Moscow,

Andrey Koltsov

Master of the Institute of Mathematics and Information Technologies, omsk

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы исследования алгоритмов растеризации для использования в автоматизированных системах визуализации изображений при совмещении графических объектов разных форматов. Проводится сравнительный анализ скорости и качества растеризации стандартного и модифицированного алгоритмов Wu.

ABSTRACT

Questions of research and modification of Wu's algorithm for use in automated systems, imaging when combining graphical objects of different formats. Comparative analysis of the rasterization speed and quality of the standard and modified Wu's algorithms.

Ключевые слова: алгоритм Wu, растеризация, коэффициент искажения, векторный графический формат, растровые изображения

Keywords: Wu's algorithm, rasterization, distortion factor, vector-based format, raster image

Введение

Для многих крупных архитектурных и строительных компаний важной проблемой является автоматизированная визуализация расположения в окружающем ландшафте их будущих построек. Многие используемые системы автоматизированного проектирования, такие как AutoCAD и IntelliCAD, сохраняют результаты своей работы в виде документов векторного формата DWG или DXF. В этих форматах изображения хранятся не в виде пиксельной матрицы, а в виде геометрических примитивов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники. Большинство же доступных снимков или карт ландшафтов представлены в растровых форматах. Для совмещения графического изображения в векторном формате с графическим изображением в растровом формате, необходимо преобразовывать изображение из

векторного формата в растровый. Само преобразование изображений из векторного формата в растровый будем называть растеризацией. Данная проблема в настоящий момент решается с помощью следующих существующих алгоритмов преобразования векторного формата в растровый, алгоритмы Брезенхема, Wu. Эти методы работают хорошо, если местность сфотографирована нормально (под прямым углом к поверхности). Как показывает практика, такие изображения являются редкостью, так как большинство снимков сделаны не нормально, поэтому качество этих алгоритмов снижается (под качеством понимается совпадение изображения на фотографии и растеризованного). Особенно это касается фотоснимков, сделанных на разных широтах под разным углом к горизонту. Поэтому возникает необходимость разработки новых или модернизации существующих алгоритмов.

2. Существующие алгоритмы растеризации

2.1. Алгоритм Брезенхема генерации 4-х связной развертки отрезка

Алгоритм генерирует 4-х связную развертку отрезка, заданного координатами концов (x_1, y_1) , (x_2, y_2) [2]. Свойство 4-х связности представления, допускает изменения только одной координаты (вертикальной или горизонтальной) текущей точки, но не более чем на единицу.

Алгоритм Брезенхема работает следующим образом.

Известно, что на растровой поверхности можно закрашивать строки или столбцы пикселей. Таким образом, на растровой поверхности может быть изображены только вертикальные, и только горизонтальные линии. Стало быть, для того чтобы изобразить наклонную линию необходимо составить её из множества горизонтальных или вертикальных (в зависимости от угла наклона) линий.

Предположим, что линия идёт слева направо, сверху вниз под небольшим углом к горизонтали. В этом случае линия будет состоять из горизонтальных отрезков, каждый из которых будет идти всё ниже и ниже по оси Y.

здесь необходимо определить, когда должен произойти излом горизонтального отрезка, т.е. когда отрезок должен перейти на один пиксель вниз. Для этого введём такое понятие как фактор ошибки. Фактор ошибки - это число, показывающее, насколько точка горизонтального ряда пикселей (т.е. горизонтального отрезка) отстаёт от соответствующей ей точки настоящего (идеального отрезка). Горизонтальные ряды пикселей расположены на одинаковом расстоянии друг от друга по вертикали - на расстоянии в 1 пиксель. Таким образом, идеальная линия может быть либо ближе к верхнему ряду (фактор ошибки < 0.5), либо быть между рядами (фактор ошибки $= 0.5$), либо быть ближе к нижнему ряду (фактор ошибки > 0.5). Так, отслеживая изменения фактора ошибки, можно точно определить момент, когда линия должна уйти на один пиксель вниз. Это должно произойти, когда фактор ошибки дойдёт до 0.5.

. На рисунке 1 приведен результат растеризации разных отрезков с помощью этого алгоритма, в обычном и увеличенном размерах. Из этого рисунка видно, что в случае увеличенного размера (мелкий масштаб). Сразу заметно, что наклонные линии изображаются в виде ломаных линий.

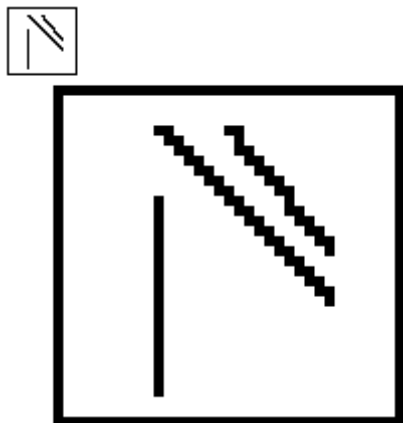


Рисунок. 1. Растеризация отрезка с помощью алгоритма Брезенхема 4-х связной развертки

2.2. Алгоритм Брезенхема генерации 8-ми связной развертки отрезка

Алгоритм генерирует 8-ми связную развертку отрезка, заданного координатами концов (x_1, y_1) , (x_2, y_2) [2]. Свойство 8-ми связности

представления, допускает изменения сразу обеих координат (и вертикальной, и горизонтальной) текущей точки, но не более чем на единицу.

Идея алгоритма полностью аналогична алгоритму Брезенхема с 4-х связной разверткой, описанному в разделе 2.1.

На рисунке 2 приведен результат растеризации разных отрезков с помощью этого алгоритма, в обычном и увеличенном размерах. Из этого рисунка видно, что в случае увеличенного размера (мелкий масштаб) наклонные линии изображаются в виде ломаных линий.

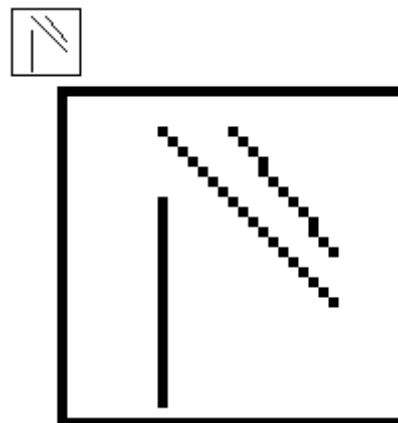


Рис. 2. Растеризация отрезка с помощью алгоритма Брезенхема 8-ми связной развертки

2.3. Алгоритм Ву для растеризации отрезка с антиалиасингом

Ранее были рассмотрены алгоритмы Брезенхема генерации 4-х связной и 8-ми связной разверток отрезка. Общим недостатком этих алгоритмов является то, что они рисуют отрезки с неровными, резкими краями. Для преодоления этого недостатка Wu Xiaolin создал алгоритм, рисующий "сглаженный" отрезок[1]. Алгоритм Ву является одним из методов антиалиасинга или анти-алиасинга.

Это достигается тем что, предыдущие алгоритмы рисовали отрезки одним цветом, а этот алгоритм закрашивает разные участки отрезка в разные цвета, и за счет этого "сглаживает" неровности.

При изменении координат отрезков, нарисованный алгоритмом Брезенхема, перемещается резко, скачками. Отрезок по алгоритму Ву будет перемещаться непрерывно. За счет этого можно обеспечивать плавную анимацию при рисовании движущихся изображений.

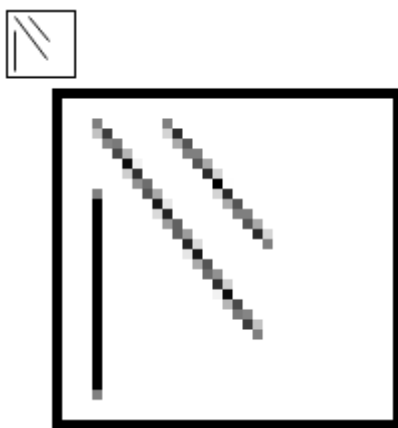


Рисунок 3. Растеризация отрезка с помощью алгоритма Ву

Основная идея алгоритма - работа с парами пикселей, между центрами которых проходит отрезок. Здесь пиксели - это квадраты со стороной 1 и центрами, расположенными в узлах целочисленной решетки. Говоря "пиксель с координатами (x,y)", имеют в виду, что его центр расположен в этой точке.

На рисунках 4 и 5 показано, как выбираются закрашиваемые пары из множества пикселей. В данном случае прямая лежит ближе к оси ОХ, чем к ОУ, поэтому пары состоят из соседних по вертикали элементов. Если бы прямая была ближе к оси ОУ, то пары бы выбирались из соседей по горизонтали.

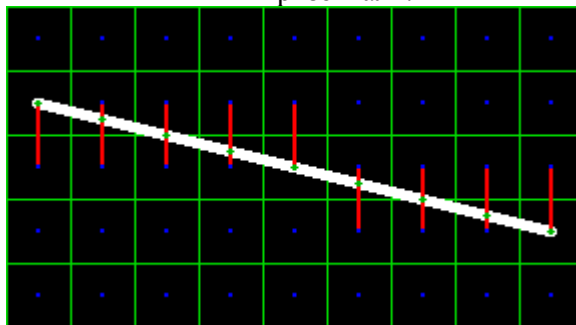


Рисунок 4. Пиксели, выбираемые алгоритмом Ву для закрашивания

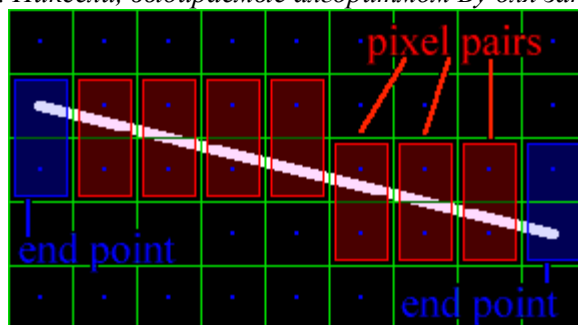


рисунок 5. Пиксели, закрашиваемые алгоритмом Ву

Суммарная яркость пары пикселей, соединенных красными линиями (рисунок 4), равна единице. Пропорция, в которой эта яркость распределяется внутри пары, зависит от близости отрезка к центру пикселя.

При всей своей простоте такой метод быстр и позволяет строить очень качественно сглаженные отрезки.

2.4. Сравнительный анализ алгоритмов

Сравнение рассмотренных выше алгоритмов проведем для нормальных изображений по

двум критериям (показателям): скорость и качество растеризации.

2.4.1. Сравнение по показателю «скорость»

Все рассмотренные ранее алгоритмы линейные, т.е. скорость зависит от количества растеризируемых точек.

Заметим, что самым «сложным» для растеризации является рисование отрезка под углом 45 градусов. Поэтому сравнение алгоритмов по скорости будем осуществлять при рисовании отрезка с координатами $(\{0;0\};\{n;n\})$. Результаты этого

сравнения приведены в таблице 1, из которой следует, что самым быстрыми алгоритмами являются алгоритмы Брезенхема 8-ми связный и Ву.

Таблица 1

Скорость и трудоемкость алгоритмов растеризации

Название алгоритма	Количество итераций	Сложность итерации
Брезенхем 4х связный	$2n-1$	1
Брезенхем 8ми связный	n	1
Ву (Wu)	n	$2 + o(2)$

В таблице 1, под сложностью итерации понимается как количество операций на закрашивание одного пикселя, так и расчет яркости на один пиксель.

2.4.2. Сравнение по показателю «качество»

Для оценки качества алгоритма введем понятие коэффициента искажения, который показывает, насколько полученное изображение не соответствует ожидаемому. Он вычисляется как отношение несовпадающих пикселей к общему количеству пикселей и измеряется в процентах (0% -

полное совпадение, 100% - полное не совпадение).

Приведем пример вычисления коэффициента искажения.

Случай 1. Пусть ожидается изображение, приведенное на рисунке 6, а получается изображение, приведенное на рисунке 7. Коэффициент искажения в данном случае равен 30% (3 пикселя из 10 имеют полное несовпадение).

Случай 2. Пусть ожидается изображение, приведенное на рисунке 6, а получается изображение, приведенное на рисунке 8. В данном случае коэффициент искажения равен 10% (2 пикселя из 10 имеют частичное несовпадение)

Рисунок 6. Ожидаемое растеризованное изображение



Рисунок 7. Растеризованное изображение (случай 1)



Рисунок 8. Растеризованное изображение (случай 2)

Введем понятие ошибок первого и второго рода. Под ошибкой первого рода будем понимать: линия должна быть, а ее нет. Под ошибкой второго рода понимается, линия есть, а ее быть не должно.

Рассмотрим сравнение алгоритмов по качеству растеризации, заметим, что наихудшее каче-

ство достигается при рисовании отрезков под углом 45 градусов, на рисунках 10-12 приведены растеризованные изображения, полученные с помощью алгоритмов соответственно Брезенхем 4-х связной развертки, Брезенхема 8-ми связной развертки и Ву, а на рисунке 9 ожидаемое идеальное растеризованное изображение.

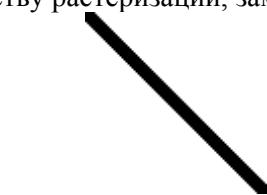


Рисунок 9. Идеальное растеризованное изображение

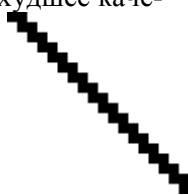


Рисунок 10. Растеризованное изображение, полученное алгоритмом Брезенхема с 4-х связной разверткой



Рисунок 11. Растеризованное изображение, полученное алгоритмом Брезенхема с 8-ми связной разверткой



Рисунок 12. Растеризованное изображение, полученное алгоритмом Ву

В результате работы 4-х связного алгоритма Брезенхема (рисунок 10) коэффициент искажения стремится к 50%, линия получается толще, чем ожидалось, и смещенной на полпикселя (в данном случае вверх, это зависит от реализации алгоритма). Присутствуют ошибки и первого и второго рода.

В результате работы 8-ми связного алгоритма Брезенхема (рисунок 11) коэффициент искажения стремится к 50%, линия получается тоньше, чем ожидалось. Присутствуют только ошибки первого рода.

В результате работы алгоритма Ву получается отрезок со сглаженными краями (рисунок

12), коэффициент искажения не превосходит 25%. Присутствуют ошибки первого и второго рода.

К сожалению, качество каждого из представленных алгоритмов не дает удовлетворительного качества при наложении растеризованных изображений на электронные карты. В подавляющем большинстве случаев результат будет еще хуже. Это происходит потому, что большинство фотографий сделано не вертикально, а под углом. Поэтому рекомендуется алгоритмы Брезенхема 8-ми связной развертки и Ву использовать для растеризации изображений в случае большого и среднего масштабов.

3. Модифицированный алгоритм Ву

3.1. Описание модифицированного алгоритма Ву

Как показали исследования, приведенные в разделе 2.4 алгоритмы, Брезенхема 8-ми связной

развертки и Ву дают плохое качество растеризованных изображений для карт мелкого и очень мелкого масштаба, поэтому возникает необходимость в разработке нового алгоритма или модификации существующего.

За основу нового алгоритма был взят алгоритм Ву, который работает на первом этапе растеризации. На втором этапе производится его искажение с учетом угла фотографирования. Это «искажение» достигается с помощью алгоритма перспективной трансформации, который можно формализовать следующим образом:

Пусть:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & x \\ 0 & 1 & 0 & y \\ 0 & 1 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

O = - матрица описывающая исходный объект;

$$R_{Ox} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{матрица вращения вокруг оси OX;}$$

$$R_{Oy} = \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{матрица вращения вокруг оси OY;}$$

$$R_{Oz} = \begin{pmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{матрица вращения вокруг оси OZ;}$$

Тогда $O_t = O * R_o$ – матрица преобразования исходного объекта, где $R_o = R_{Ox} * R_{Oy} * R_{Oz}$.
где:

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -x \\ 0 & 1 & 0 & -y \\ 0 & 0 & 1 & -z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{-- матрица положения камеры;}$$

$$R_{cx} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = - \text{ матрица вращения вокруг оси OX;}$$

$$R_{cy} \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = - \text{ матрица вращения вокруг оси OY;}$$

$$R_{cz} \begin{pmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma & 0 & 0 \\ -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = - \text{ матрица вращения вокруг оси OZ;}$$

Тогда $C_t = C * R_c$ – матрица преобразования камеры, где $R_c = R_{cx} * R_{cy} * R_{cz}$.

Пусть $P = -$ $\begin{pmatrix} \frac{1}{\tan\mu} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\tan\nu} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{B+F}{B-F} & \frac{-2BF}{B-F} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ матрица перспективного преобразования,

где

μ угол между линией, указывающей из камеры в направлении оси z и плоскости, проходящей через камеру, и правым краем экрана;

ν угол между той же линией и плоскости, проходящей через камеру и верхним краем экрана;

F является положительным числом, представляющим расстояние от наблюдателя до передней плоскости отсечения;

величина B является положительным числом, представляющим расстояние до задней плоскости отсечения, при этом величина B может быть бесконечным. Тогда выполняются следующие условия

$$(B + F) / (B - F) = 1;$$

$$-2BF / (B - F) = -2F.$$

Тогда итоговое преобразование координат пикселя можно записать в следующем виде:

$$Q' = P * C_t * O_t * Q,$$

где $Q = -$ $\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$

вектор столбец исходных координат пикселя,

$$Q' = - \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ \omega' \end{pmatrix}$$

вектор столбец преобразованных координат пикселя.

3.2. Сравнение качества модифицированного и стандартного алгоритмов Ву

Модифицированный алгоритм Ву является линейным, т.е. скорость зависит от количества растеризуемых точек.

Заметим, что самым «сложным» является рисование отрезка под углом 45 градусов, поэтому оценку скорости алгоритма будем осуществлять при рисовании отрезка с координатами $(\{0;0\};\{n;n\})$.

Таблица 2

Скорость и трудоемкость алгоритма модифицированного алгоритма Ву

Название алгоритма	Количество итераций	Сложность итерации
модифицированный алгоритм Ву	$2n$	$2+o(2)$

Из таблиц 1 и 2 видно, что модернизированный алгоритм Ву проигрывает оригиналу в скорости.

Но модифицированный алгоритм Ву превосходит оригинал по качеству. Особенно это касается фотографий карт, сделанных под большим углом отклонения от нормали, что видно из диаграммы, приведенной на рисунке 13.

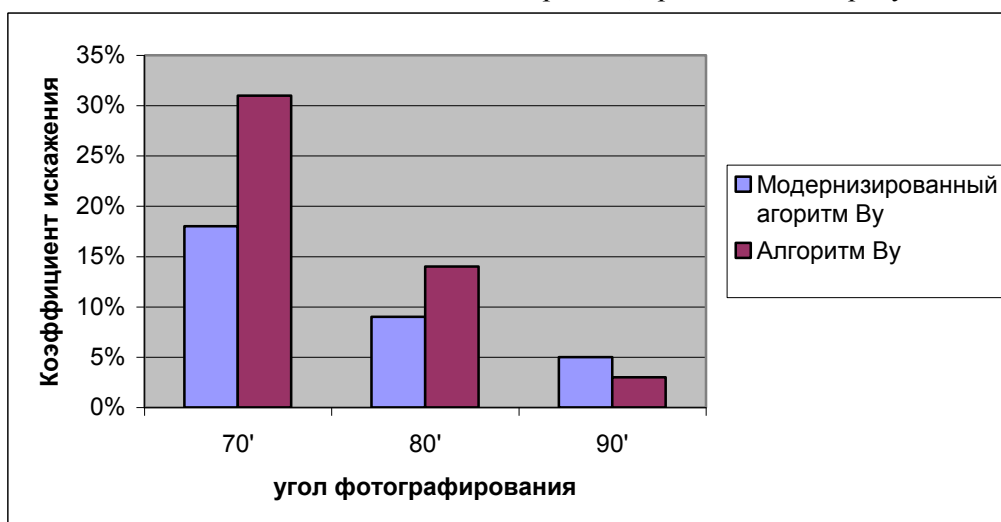


Рисунок 13. Диаграмма сравнения качества модернизированного и стандартного алгоритмов Ву

Список литературы

1. Y. Wu, "Raster, Vector, and Automated Raster-to-Vector Conversion", in Moving Theory into Practice: Digital Imaging for Libraries and Archives,

Book Eds. by A.R. Kenney and O.Y. Rieger, 2000, Research Libraries Group

2. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. — М.: Мир, 1989. — 512 с.

**Левченко Евгений Анатольевич¹, Кузнецов Игорь Николаевич²,
Илюшин Василий Викторович³, Самохин Александр Владимирович⁴,**

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ.

¹Эксперт, начальник центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

²Эксперт, главный специалист центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

³Главный специалист центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

⁴Ведущий специалист

ООО «СИБЭО», г. Прокопьевск

APPLICATION GUIDELINES AND RECOMMENDATIONS DURING THE EXAMINATION OF INDUSTRIAL SAFETY OF TECHNICAL DEVICES OPERATING AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES.

Levchenko Evgeniy

Expert, the head of the technical diagnostics centre, "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Kuznetsov Igor

Expert, the main specialist of the technical diagnostics centre "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Ilyushin Vasily

The main specialist of the technical diagnostics centre, "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Samokhin Aleksandr

main specialist "SIBEO" Co Ltd, Prokopyevsk

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является описание проблемы применения методических указаний и методических рекомендаций экспертными организациями при проведении экспертизы промышленной безопасности технических устройств, эксплуатируемых на опасных производственных объектах.

ABSTRACT

The aim of this paper is to describe the problem of the use of guidelines and methodological recommendations of expert organizations during the examination of industrial safety of technical devices used at a hazardous production facilities.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, приказ, методические указания, оценка соответствия.

Keywords: examination of industrial safety, order, methodical pointing, estimation of accordance.

Экспертиза промышленной безопасности (далее ЭПБ) - оценка соответствия объекта экспертизы требованиям и нормам безопасной эксплуатации, прописанным в федеральных нормах и правилах промышленной безопасности, а так же иных документах РФ по промбезопасности.

Экспертиза промышленной безопасности обязательная процедура, которая проводится в соответствии с ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. и федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности. Порядок проведения экспертизы промышленной безопасности, требования к оформлению заключения экспертизы и требования к экспертам в области промышленной безопасности устанавливают федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» приказ № 538 от 14 ноября 2013.

Чтобы определить совокупность и последовательность действий эксплуатирующей и экспертной организаций при проведении экспертизы промышленной безопасности технических устройств, необходимо применять методические указания. Например, при проведении экспертизы всех моделей одноковшовых гусеничных и шагающих экскаваторов отечественного и иностранного производства, необходимо применять РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов», а при проведении экспертизы ленточных конвейерных установок отечественного и иностранного производства, эксплуатируемых на предприятиях по добыче и переработке (обогащению) полезных ископаемых, необходимо применять РД-15-04-2006 «Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок». Методические указания являются обязательными для экспертных организаций, имеющих лицензию на право проведения экспертизы, и организаций, эксплуатирующих ЛКУ, в угольной и горнорудной промышленности.

Вышеперечисленные методические указания разрабатывались в соответствии с «Правилами проведения экспертизы промышленной безопасности» ПБ 03-246-98 утратившими свою силу с 1 января 2014 года в связи изданием приказа Ростехнадзора от 14.11.2013 № 538. Таким образом, в документах содержится часть не актуальных требований, не обязательных для исполнения, а так же имеется информация, противоречащая современным нормам и правилам:

1. Раздел III «Программа проведения экспертизы» РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов». Утратил свою актуальность;

2. Раздел IV «Оформления заключения экспертизы» РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов». Часть пунктов раздела утратили свою актуальность и не соответствуют требованиям раздела IV «Оформление заключения экспертизы» Приказа №538 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»;

3. Приложения №5, Приложение №6 «Критерии предельного состояния составных частей экскаваторов ЭКГ, ЭШ» РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов» отражают не полный перечень критериев и мест оценки узлов и механизмов экскаваторов;

4. Раздел III РД-15-04-2006 «Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок» Утратил свою актуальность;

5. Раздел V РД-15-04-2006 «Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок». Часть пунктов раздела утратили свою актуальность и не соответствуют требованиям раздела IV «Оформление заключения экспертизы» Приказа №538 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»;

6. Пункт 30 РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых

экскаваторов» противоречит Приложению 8 Приказа №261 «Об утверждении инструкции по применению испытанию средств защиты, используемых в электроустановках».

И это не полный перечень пунктов и разделов. Следовательно, методические указания не являются исчерпывающим документом при экспертизе и должны быть применены с учетом требований актуальных нормативных документов в области промышленной безопасности. В противном случае заключение экспертизы может быть признано заведомо ложным.

Выводы:

1. Имеется острая необходимость в разработке новых методических указаний и рекомендаций с учётом всех изменений, в соответствии с требованиями актуальных федеральных законов, правил и руководящих документов.

2. Необходимо разработка методик, учитывающих узкоспециальные аспекты отдельных видов модификаций оборудования.

Список литературы:

1. Приказ №538 «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» от 14 ноября 2013;

2. РД-15-04-2006 «Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок»;

3. РД-15-14-2008 «Методические рекомендации о проведении экспертизы промышленной безопасности карьерных одноковшовых экскаваторов».

**Левченко Евгений Анатольевич¹, Кузнецов Игорь Николаевич², Илюшин Василий Викторович³, Антипов Сергей Михайлович⁴,
НАДЁЖНОСТЬ И БЕЗАВАРИЙНОСТЬ РАБОТЫ КОНВЕЙЕРОВ БОЛЬШОЙ ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ, КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. НА ПРИМЕРЕ КОНВЕЙЕРА ЛЕНТОЧНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КЛМ-4500.**

¹Эксперт, начальник центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

²Эксперт, главный специалист центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

³Главный специалист центра технической диагностики

ООО «Назаровское Горно-Монтажное Наладочное Управление, г.Красноярск

⁴Дефектоскопист

Общество с ограниченной ответственностью

«Сибирская экспертная организация», г. Прокопьевск

RELIABILITY AND TROUBLE-FREE OPERATION CONVEYOR HIGH UNIT CAPACITY AS AN ELEMENT OF INDUSTRIAL SAFETY. THE EXAMPLE OF THE MAIN BAND CONVEYOR KLM - 4500.

Levchenko Evgeniy

Expert, the head of the technical diagnostics centre, "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Kuznetsov Igor

Expert, the main specialist of the technical diagnostics centre "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Ilyushin Vasily

The main specialist of the technical diagnostics centre, "Nazarovo Mining and installation and commissioning management" Co Ltd, Krasnoyarsk

Antipov Sergey

Specialist non-destructive testing

Limited liability Company «Siberian expert organization», Prokopyevsk

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является описание проблемы обеспечения безаварийной работы и повышения надежности конвейеров большой единичной мощности, на примере конвейера ленточного магистрального КЛМ-4500. Для этого проведен анализ состояния оборудования после длительной его эксплуатации. Определены элементы конструкции, требующие повышенного к себе внимания. Выявлены недостатки организационных и технических мероприятий проводимых на конвейере. В заключении составлен перечень мер, необходимых для обеспечения безаварийной работы и повышения надежности конвейера.

ABSTRACT

The aim of this work is a description of the problem to ensure trouble-free operation and reliability of pipelines of high unit power, the example of the conveyor belt of the main KLM-4500. To do this, an analysis of the state of the equipment after prolonged its operation. Defined design elements requiring increased attention. Disadvantages of organizational and technical actions carried out on a conveyor belt. In conclusion, it compiled a list of the measures necessary to ensure trouble-free operation and enhance reliability of the conveyor.

Ключевые слова: Конвейер, надёжность, безаварийность, эксплуатация, конвейерная лента, роlikоопоры.

Keywords: Conveyor, reliable, trouble-free operation, the conveyor belt, roller.

Транспортный комплекс, эксплуатируемый в Красноярском крае, представлен уникальным конвейерным оборудованием, как по его конструкции, протяженности и параметрам, так и по режиму эксплуатации и климатическим условиям.

Расстояние от места добычи угля на разрезе до потребителя составляет около 15 км. Транспортировка осуществляется по двум магистральным линиям, одна из которых - основная, другая - резервная (включается в работу в случае выхода из строя конвейера основной линии). При необходимости конвейеры обеих линий могут работать одновременно. Магистральные линии состоят из пяти участков:

- КЛМ- 4500 1, 1 А – длина участка 2952 метров;
- КЛМ- 4500 2, 2 А - длина участка 3747 метров;
- КЛМ- 4500 3, 3 А- длина участка 3408 метров;
- КЛМ- 4500 4, 4 А - длина участка 3405 метров;
- КЛМ- 4500 5, 5 А - длина участка 1369 метров.



Рисунок 1. Конвейер ленточный магистральный КЛМ-4500

Ввод в эксплуатацию состоялся в 1989 году. В сумме на конвейере установлено 72 000 метров резиноватросовой ленты и 97 000 роликов. Масса 1 метра ленты - 102 кг.

Учитывая количество и размер элементов, используемых на конвейере, нужно понимать, что ролики и лента являются самой затратной частью в эксплуатации конвейера и требует повышенного к себе внимания. Ведь от надёжной и безаварийной работы конвейера зависит не только безопасность персонала, обслуживающего этот конвейер, но и энергобезопасность города и региона в целом.

Эксплуатация конвейера ведётся уже более 25 лет. В трудные времена 90-х годов ремонтные программы финансировались в недостаточной степени. Заводы, производящие материалы, закрывались. Так долгое время на территории России отсутствовали поставщики конвейерной ленты, за исключением Курского завода РТИ, прочность которой в два раза ниже проектной. На сегодняшний день участки с данной лентой являются одними из самых слабых. 20 % роликов, установленных на конвейере с момента монтажа (что составляет ≈ 19500 штук), выработали свой нормативный срок службы 8 раз. На этом фоне необходимо рассмотреть достаточность технических решений и организационных мероприятий, применяемых эксплуатирующей организацией.

На данный момент времени на конвейере установлены четыре разных типа ленты, отличающиеся друг от друга прочностными характеристиками и сроком эксплуатации. При этом оценка состояния ленты по стандартным критериям регламентирующих документов является недостаточной. Так например, в следствии изменения физико-механических свойств резины, появились обширные участки с трещинами обкладки ленты до тросового каркаса, через которые происходит контакт тросов с влагой и кислородом, что вызывает тяжело контролируемые процессы коррозии. А на участках с лентой, имеющей низкие прочностные характеристики, возникла трещиноватость и происходит отслоение обкладки в пределах технологических стыков.

В свою очередь состояние роликоопор очень важно, так как непосредственно они контактируют с лентой и в случае выхода из строя могут нанести ей дополнительные повреждения и привести к ее возгоранию. Основными причинами выхода из строя роликоопор является:

1. Выход из строя отдельных роликов, вследствие разрушения подшипников, с последующим обрывом креплений самой роликоопоры;
2. Обрыв роликоопоры из-за раскручивания элементов болтовых соединений;



Рисунок 2. Выход из строя отдельных роликов, вследствие разрушения подшипников



Рисунок 3. Обрыв роликоопоры из-за раскручивания элементов болтовых соединений

В инструкции по эксплуатации критическим дефектом считается выход из строя двух и более роликоопор подряд. При выходе из строя одной роликоопоры, машинист, осуществляющий осмотр, производит пометку с координатами дефекта, который устраняется на плановом техническом обслуживании (далее ТО), а до этого момента, конвейер эксплуатируется в обычном режиме, при этом вся нагрузка перераспределяется на соседние роликоопоры, что приводит к повышению вероятности уже их отказа. При сменном обходе машинист, как правило, выявляет только наглядные ярковыраженные дефекты. Так чтобы, например, провести тщательный осмотр только роликов конвейера КЛМ-4500-2 в объеме регламентируемом инструкцией «РЕГЛАМЕНТ по осмотру линейной части магистральных конвейеров КЛМ-4500», ему понадобится около 17 часов. Соответственно профилактика и прогнозирование выхода из строя роликоопор отсутствует, и при данном подходе к работе неосуществимо. За год на конвейере меняют около 6000 роликов, что примерно составляет 6% от общего количества, то есть установка новых роликоопор производится только в аварийных местах. Поэтому повреждение ленты элементами роликов, вышедших из строя, имеет распространенное явление, а в ред-

ких случаях происходит возгорание обрешеченных элементов заклинивших роликов холостой ветви конвейера, что иногда приводит к пожарам.

Таким образом, чтобы добиться повышения надёжности и безаварийности работы конвейера, необходимо увеличить размер финансирования ремонтных программ. Так только для замены ленты, в местах с вероятным развитием дефектов, потребуется выделить около 1 000 000 000 руб., что практически невозможно осуществить при нынешней экономической ситуации.

Поэтому необходимо принимать меры профилактики и инновационности в подходах решения задач:

1. Обратить повышенное внимание на фиксацию болтовых соединений крепления роликоопор, что уменьшить количество их обрывов.
2. Увеличить количество комиссионных обходов, с целью тщательного обследования технического состояния элементов конструкции конвейера.
3. Сократить периодичность между проводимыми ТО и, по возможности, максимально оперативно устранять единичные дефекты роликоопор.
4. При замене роликоопор, демонтированные ролики проверять на стенде, выявляя техни-

чески исправные ролики для дальнейшей эксплуатации. Что повысит объем обменного фонда роликов.

5. При ежесменном обходе машинисту проводить инструментальный контроль ленты для мониторинга контроля состояния ленты.

6. Внедрить неразрушающие методы контроля состояния ленты современными диагностическими приборами.

7. Расширить систему видеонаблюдения по всей длине конвейера.

Список литературы:

1. РД-15-04-2006 Методические указания по проведению экспертизы промышленной безопасности ленточных конвейерных установок;

2. РД-15-16-2008 Методические рекомендации о порядке проведения экспертизы промышленной безопасности резиновых конвейерных лент, применяемых на опасном производственном объекте.

Мифтиев Дамир Зиннурович

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ И СВЕРХВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЛЭП

*Соискатель, кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург*

FEATURES OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF HIGH VOLTAGE AND EXTRA HIGH VOLTAGE OHTL

Damir Mifchief

*Applicant, Department "Safety"
The Ministry of education and science of the Russian Federation
FGOU VPO "Ural Federal University named after the first
President Of Russia B. N. Yeltsin" , Ekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

В статье исследуются общая проблематика воздействия воздушных линий электропередач на среду обитания крупных городов и мегаполисов, здоровье людей.

ABSTRACT

The article explores General issues of the impact of overhead transmission lines on the environment of towns and cities, the health of people.

Ключевые слова: электроэнергия, воздействие, среда, здоровье, человек.

Keywords: electric power, influence, environment, health, man

Электрические воздушные линии (ВЛЭП) предназначены для передачи и распределения электрической энергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным к различным опорным конструкциям.

Воздушные линии состоят из следующих основных конструктивных элементов: опор различного типа для подвески проводов и грозозащитных тросов; проводов различных конструкций и сечений для передачи по ним электриче-

ского тока; грозозащитных тросов для защиты линий от грозовых разрядов; изоляторов, собранных в гирлянды, для изоляции проводов от заземленных частей опоры; линейной арматуры для крепления проводов и тросов к изоляторам и опорам, а также для соединения проводов и тросов; заземляющих устройств для отвода токов грозовых разрядов или короткого замыкания в землю [2, с.198].

В электросетевом строительстве при сооружении ВЛЭП используются стальные опоры или опоры из центрифугированного железобетона.

Использование железобетонных опор для этих классов напряжения реально только для районов с простыми условиями строительства, т.к. железобетонные опоры имеют ряд недостатков:

большая длина стоек – 22 м, затрудняющая их транспортировку;

невозможность заглубления опор ниже 3 м, что недостаточно для надежного закрепления опор в пучинистых грунтах;

большой вес стоек – около 5 т;

слабая устойчивость железобетона к повреждениям при транспортировке, погрузо-разгрузочных и строительно-монтажных работах [2, с. 201].

Этих недостатков лишены стальные опоры. Подавляющая часть стальных опор для указанных классов напряжения представляет собой конструкции башенного типа, собранные из пространственных ферм, которые, в свою очередь, собираются на болтах из прокатных уголков. Достоинством таких опор является относительно небольшой расход стали. Недостатки: большое число деталей, трудоемкость сборки на монтаже, высокочрезвычайные перевозки после укрупнительной сборки, большие затраты на фундаменты.

Ограниченное применение в России нашли также стальные опоры, собираемые из сварных секций в виде конических или цилиндрических труб многогранного или круглого поперечного сечения.

Подобные опоры обладают рядом достоинств:

- сокращаются расходы на фундаменты, так как стойки опор из труб занимают небольшую площадь и могут устанавливаться на один цилиндрический фундамент;

- резко сокращается объем и номенклатура собираемых на монтаже элементов и болтовых соединений, за счет чего снижается трудоемкость сборки;

- эстетичность конструкций [9, с.98].

Наибольшее внедрение в России опоры из труб многогранного сечения получили в районах с низкими температурами, где применение железобетонных стоек не допускается, а также в труднодоступных районах, куда транспортировка тяжелых и длинномерных железобетонных стоек затруднительна.

Опоры из труб сплошного поперечного сечения по расходу стали уступают решетчатым конструкциям, так как при работе на изгиб материал, расположенный в районе нейтральной оси полностью не используется. Кроме того, замкнутое пространство внутри труб способствует коррозии. По указанным причинам опоры из труб сплошного сечения нашли ограниченное применение [4, с. 148].

Таким образом, можно сделать вывод, что недостатки железобетонных опор вытекают из материала, используемого для изготовления опор, а недостатки наиболее распространенных стальных опор башенного типа – из их конструкции. Попытка создать стальной аналог железобетонной опоры в виде конических или цилиндрических труб не нашла широкого распространения из-за высокой стоимости таких опор.

В наше время разработаны новые конструкции опор для воздушных линий электропередачи. При этом новые конструкции опор ВЛ можно разделить на два типа: опоры с оттяжками и свободностоящие опоры [1, с.15].

Опоры с оттяжками получили обозначение ПО110П. Главные преимущества опор этого типа состоят в следующем:

- малый вес опоры – 800 кг, при этом вес секций не превышает 100 кг;

- установка опоры на поверхностном фундаменте;

- возможность подъема опоры в рабочее положение ручной лебедкой.

Указанные преимущества делают опоры ВЛ этого типа незаменимыми при ликвидации аварий, связанных с падением опор. Ряд энергосистем России в начале 90-х годов приобрел опоры этого типа в качестве опор аварийного резерва.

Свободностоящие опоры получили обозначение ПС35П и ПС110П и выполнены на основе одной базовой стойки. Стойка опоры представляет собой доработку стойки конической многогранной опоры типа ПМО. Существо доработки сводится к тому, что стойка выполнена не в виде сплошного многогранника, а в виде 4-х несущих поясов, представляющих собой полуразогнутые швеллеры переменного по высоте опоры сечения, а поверхности стойки в области нейтральных осей сечения выполнены решетчатыми. В результате такой доработки получена конструкция стойки, обеспечивающая оптимальное использование механических свойств стали, что привело к уменьшению веса опоры без снижения ее несущей способности. Применение решетчатых граней делает объем стойки разомкнутым, что снимает проблему внутренней коррозии замкнутых полостей [7, с.150].

Разница в физических показателях объемов работ определяет значительное сокращение потребления материальных ресурсов при строительстве ВЛ 35-110 кВ. Сниженное потребление ресурсов при строительстве ВЛ приводит к сокращению объемов перевозок и строительно-монтажных работ, что в свою очередь влечет за собой снижение объемов перевозок материалов, трудоемкости, потребности в работе машин и механизмов, меньший экологический ущерб, наносимый строительными работами.

По опыту проектирования и строительства ВЛ 35-110 кВ, построенных на опорах ПС110П и ПО110П, стоимость строительства ВЛ 35 – 110 кВ в зависимости от региона строительства ниже стоимости ВЛ на типовых стальных опорах ЛЭП от 20 до 40 % [13, с.102].

Для сверхвысоковольтных ВЛЭП актуальным является модернизация не только самих опор, но так же и применение новых технологий в производстве изоляторов и кабеля.

Классикой технологии в данной отрасли считается высоковольтный опорный изолятор, состоящий из изоляционного (фарфорового) ребристого тела и металлических фланцев, установленных по его концам для крепления изолятора к высоковольтному электроду и к опорной конструкции [10, с.101].

Недостатком такого изолятора является то, что при грозовом перенапряжении происходит перекрытие воздушного промежутка между металлическими фланцами, а затем это перекрытие под действием напряжения промышленной частоты, приложенного к высоковольтному электроду, переходит в силовую дугу промышленной частоты, которая может повредить изолятор.

Одним из наиболее совершенных технической сущности является изолятор с цилиндрическим изоляционным телом и спиральными (спиралевидными) ребрами. По концам изоляционного тела укреплены первый и второй металлические электроды, а внутри изоляционного тела установлен направляющий электрод. У этого электрода в средней части цилиндрического тела имеется металлический выступ, выходящий на поверхность изоляционного тела и выполняющий функцию промежуточного электрода [6, с.214].

Так же специалистами отрасли были разработаны и освоены в серийном производстве почти идеальные полимерные изоляторы – это изделия, отличающиеся цельнолитой кремнийорганической оболочкой и наличием специальной защиты от проникновения влаги наиболее слабого узла – входа стержня в оконцеватель. Данные изоляторы отличаются:

высокой надежностью. Срок эксплуатации – 40 лет, гарантия – 5 лет;

небольшой габаритной и строительной высотой (уменьшение на 10-20 процентов). При этом электрические характеристики изоляторов не ухудшились.

В таком изоляторе при грозовом перенапряжении разряд развивается по поверхности цилиндрического изоляционного тела по спиральной траектории от первого основного электрода через промежуточный электрод ко второму основному электроду. Благодаря увеличенной длине перекрытия дуга от напряжения промышленной частоты не образуется, и электроустановка, в состав которой входит изолятор, может продолжать работу без отключения. Таким образом, данный изолятор, в дополнение к своей основной функции, выполняет также функцию грозозащиты, т.е. служит грозовым разрядником.

Однако известный изолятор в качестве устройства грозозащиты имеет ограниченную эффективность, поскольку в случае сильного загряз-

нения и увлажнения, а также при больших перенапряжениях (свыше 200 кВ) разряд развивается не по длинной спиральной, а по короткой траектории, пробивая воздушные промежутки между ребрами. При этом изолятор теряет свои свойства грозового разрядника, поскольку, как и в обычном изоляторе, после перекрытия в нем образуется силовая дуга [3, с.371].

В качестве решения, позволяющим максимально защитить ВЛЭП от грозы – автоматизированные системы повторного включения. Автоматическое повторное включение (АПВ) может удерживать линию в работе, так как случаи повреждения изоляции на опорах дугой достаточно редки. В этом случае грозовое поражение не будет сопровождаться перерывом в электроснабжении [8, с.105].

Так же на сегодняшний день имеются более продвинутые разработки и самих изоляторов – из специального высокопрочного стекла – данный тип изоляторов более защищен от налипания на него пыли и грязи, выдерживает более высокие температуры, а срок службы таких изоляторов в разы больше.

Еще один немаловажный технический момент в развитии ВЛЭП – это выбор между сетями постоянного и переменного тока. Высоковольтные линии постоянного тока более сложны в их построении, и более дорогие соответственно. Но в последствии имеют ряд преимуществ перед сетями переменного тока. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Работы в области высоковольтной преобразовательной техники, силовой электроники и линий электропередачи постоянного тока (ЛЭП ПТ) в Советском Союзе проводились еще в 30-х годах прошлого века и были продолжены после Великой Отечественной войны – практически одновременно сразу в нескольких научно-исследовательских институтах: Научно-исследовательском институте постоянного тока в Ленинграде (НИИПТ), Всесоюзном электротехническом институте имени В.И.Ленина (ВЭИ) и в Энергетическом институте АН СССР (ЭНИН) [15, с.158].

Интерес к ЛЭП ПТ во всем мире объяснялся тем, что во многих случаях они обладают значительными техническими и экономическими преимуществами перед эквивалентными по мощности электропередачами переменного тока.

Подстанции ЛЭП ПТ сложнее и дороже подстанций ЛЭП переменного тока, поскольку они содержат много дополнительного оборудования (мощные преобразовательные установки со своими системами регулирования, защиты, сигнализации, охлаждения и т.д.; синхронные компенсаторы и мощные батареи конденсаторов для компенсации реактивной мощности, потребляемой

преобразователями; фильтры высших гармоник на сторонах переменного и постоянного тока; сглаживающие реакторы и другое оборудование). С другой стороны, воздушные и кабельные линии постоянного тока проще и дешевле линий переменного тока: в отличие от трёх фаз переменного тока линии постоянного тока имеют обычно два полюса, поэтому проводов или кабелей для ЛЭП ПТ требуется значительно меньше, их опоры значительно проще и легче, расход материалов значительно меньше, трасса линии уже, стоимость строительства меньше, а значит, и стоимость линии постоянного тока в целом значительно ниже. При сравнении эквивалентных электропередач переменного и постоянного тока оказывается, что при определённой (критической) длине линии их полные стоимости (подстанции плюс линия) сравниваются, а при длине линии больше критической ЛЭП ПТ становится экономически более выгодной. В настоящее время критическая длина воздушной линии составляет 600-800 км, а кабельной линии – 30-50 км.

Однако даже при длине линии, равной нулю, так называемые вставки постоянного тока – ВПТ (выпрямительная и инверторная подстанции установлены в одном здании) – позволяют решить проблемы, которые в принципе нельзя решить применением ЛЭП переменного тока, например, соединить две системы переменного тока, работающие асинхронно или вообще имеющие разные частоты (системы 50 и 60 Гц, как например, в Японии)[16, с.229].

Мощность и длина ЛЭП ПТ ограничиваются только параметрами преобразовательного и трансформаторного оборудования, в то время как мощность и длина линии переменного тока ограничиваются проблемами статической и динамической устойчивости. Мощность, передаваемая по ЛЭП ПТ, может регулироваться очень быстро и практически от нуля до максимума, в то время как регулировать мощность, передаваемую по линии переменного тока, гораздо трудней. ЛЭП ПТ надёжнее, чем ЛЭП переменного тока – при повреждении провода одной фазы целиком отключается вся ЛЭП переменного тока, в то время как при повреждении провода одного из полюсов ЛЭП ПТ по проводу оставшегося полюса можно передавать 50%-ную мощность.

Применение классических ЛЭП ПТ (с высоковольтными ртутными или тиристорными преобразователями с линейной коммутацией) позволяет решить проблемы электроэнергетических систем, которые нельзя или весьма трудно и дорого решить традиционными средствами:

1. Обеспечивается надёжная, экономичная и полностью управляемая передача больших мощностей (тысячи МВт) на дальние расстояния

(тысячи км) от удалённых мощных ГЭС или мощных ТЭС, расположенных непосредственно у угольных шахт, нефтяных разработок и т.д., к центрам нагрузки или на экспорт.

2. Обеспечивается надёжная, экономичная и полностью управляемая передача электроэнергии по кабельным линиям на расстояние более 30 км (подводные кабельные линии – до 500 км) – глубокие вводы в крупные города; там, где строительство воздушных ЛЭП нерационально.

3. Обеспечивается объединение энергосистем, работающих асинхронно или с разными частотами (50 и 60 Гц). При этом уровни токов короткого замыкания в них не увеличиваются, не требуется замена оборудования (выключателей, разъединителей и т.д.), как это происходит при объединении энергосистем при помощи ЛЭП переменного тока. Повышаются статическая и динамическая устойчивость энергосистем, надёжность электроснабжения. Исключаются системные аварии, развалы электроэнергетических систем, число которых в развитых странах быстро растёт с увеличением мощности энергосистем, и которые наносят громадный экономический ущерб.

В 2006-2007 гг. в России активно обсуждалась и в 2008г. была одобрена Правительством Российской Федерации Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2020 г., которая предусматривала сооружение в 2011-2015 гг. на Урале и в Сибири трёх ЛЭП постоянного тока ± 500 кВ и пяти ЛЭП постоянного тока ± 750 кВ, а также 6 вставок постоянного тока по 500 МВт[7, с.235].

Однако, в 2010 году по результатам мониторинга реализации Генеральной схемы до 2020 г. было принято решение начать ее корректировку, приняв во внимание такие факторы как снижение ожидаемого роста энергопотребления за счёт повышения энергоэффективности экономики, финансовые трудности частных энергетических компаний, реальное снижение темпов ввода генерирующих мощностей и т.д. Разработан проект Генеральной схемы размещения энергетических объектов до 2030 года, в котором сокращены объёмы строительства электростанций (в том числе исключена из плана самая мощная Эвенкийская ГЭС) и ЛЭП. Проект Генеральной схемы до 2030 года рассматривается, но пока не утвержден. В период 1991-2012 гг. в России не было построено ни одной новой электропередачи или вставки постоянного тока.

В 2010-2011 гг. рассматривались планы строительства вставки постоянного тока на полностью управляемых приборах (IGBT, IGCT) мощностью 200 МВт на подстанции Могоча, в

Читинской энергосистеме Сибири. Велись предпроектные работы по сооружению в 2010-2015 гг. ППТ напряжением ± 600 кВ для передачи электроэнергии в Китай (подписано межправительственное соглашение о передаче в Китай до 16,5 ГВтч/год), а также кабельной ППТ напряжением ± 400 кВ для передачи электроэнергии в Японию. Обсуждались планы дальнейшей реконструкции Выборгской ВПТ и строительства электропередачи постоянного тока 1000 МВт, ± 300 кВ Ленинградская АЭС-Выборгская ВПТ [3, с.449].

В настоящее время ведётся строительство вставки постоянного тока мощностью 200 МВт на подстанции Могоча в Читинской энергосистеме Сибири на стадии поставки и монтажа электрооборудования, разработанного и изготовленного в России. ВПТ расположена между двумя несвязанными энергосистемами Дальнего Востока и Восточной Сибири и состоит из двух параллельных, не связанных между собой цепей, каждая из которых способна передавать активную мощность 100 МВт в обоих направлениях. Всего в ВПТ четыре преобразователя напряжения (ПН) по трехуровневой схеме с установленной мощностью по 102 МВт, $U_d = 68$ кВ, $I_d = 1500$ А, которые подключаются к сети переменного тока через трансформаторы 220/35 кВ. На стороне переменного тока каждого преобразователя напряжения предусмотрено регулирование реактивной мощности в пределах ± 66 МВар. По графику пуск ВПТ Могоча в эксплуатацию должен быть в 2012 году. Так же принято решение о строительстве ППТ 1000 МВт, ± 300 кВ Ленинградская АЭС-Выборгская ВПТ (подводная кабельная + воздушная двухполюсная ЛЭП) с возможным увеличением мощности Выборгской ВПТ.

Подводя итог – можно сказать следующее: технологическое развитие как общей структуры, так и непосредственно конструкций ВЛЭП в частности, неуклонно движется в сторону применения новых технических решений, в сторону применения новых разработок, которые на начальном этапе являются очень затратными, что существенно тормозит их реальное внедрение, но в перспективе будут иметь экономичный результат. Помимо экономии, применение новых технологий является гарантией более совершенного функционирования ВЛЭП, которые станут менее подвержены авариям, вмешательствам погодных условий, а так же будет более долговечны в эксплуатации. Так же стоит отметить, что сама эксплуатация новых технологичных решений в сфере электроэнергетики является менее трудоемкой.

Список использованных источников и литературы.

1. Александрова Н. Маркетинг в энергосбытовой деятельности на розничном рынке/ Н. Александрова // ЭнергоРынок. - 2006. - № 10. - С.15-16.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник. - М.: Гардарики, 2012. - 602 с.
3. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: Учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 512 с.
4. Выбор основных элементов электрической сети и анализ режимов ее работы. Учеб. пособие / Г.А. Черепанова, А.В. Вычегжанин. – Киров: изд. ВятГУ, 2012. - 411 с.
5. Герасименко А.А., Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие/ А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск, 2009. – 720 с.
6. Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Борисов Р.К., Кужекин И.П., Жуков А.В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике./ Под ред. А.Ф. Дьякова. - М.: Энергоатомиздат, 2003. - 768 с.
7. Лыков А.В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 248 с.
8. Максимов Б.К. Развитие конкуренции на рынках электроэнергии России/ Б.К. Максимов, В.В. Молодюк - М.: Изд-во МЭИ, 2010. – 139с.
9. Проектирование механической части воздушных ЛЭП: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / А.П. Вихарев, А.В. Вычегжанин, Н.Г. Репкина. - Киров: Изд. ВятГУ, 2009 - 140 с.
10. Техника высоких напряжений / Под ред. Д.В.Разевига - М.: Энергия, 1976. - 178 с.
11. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: Пер. с нем./ И.П. Кужекин; Под ред. Б.К. Максимова. - М.: Энергоатомиздат, 1995. - 304 с.
12. Черепанова Г.А. Расчеты режимов электрических сетей [Текст] / Г.А. Черепанова, А.В. Вычегжанин. - Киров : ВятГТУ, 2002. - 78 с.
13. Шваб А. Электромагнитная совместимость. Пер. с нем. В.Д. Мазина и С.А. Спектора 2-е изд., перераб и доп./ Под ред. Кужекина. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 480 с.
14. Шилин, А. Н. Проблемы повышения надежности работы воздушных электрических сетей / А. Н. Шилин, А. А. Шилин, О. И. Доронина // Моделирование и создание объектов энергоре-

сурсосберегающих технологий: сб. матер. межрегион. науч.-практич. конф. (г. Волжский, 20-23 сент. 2011 г.) / Филиал МЭИ (ТУ) в г. Волжском. – Волжский, 2011. – С. 227–229.

15. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для электроэнерг. спец. / В.В. Ежов, Г.К. Зарудский; Под ред. В.А. Строева. - М.: Высш. шк., 1999. - 352 с.

Патраль Альберт Владимирович

АЛФАВИТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

ст. научн. сопр. (1969-1993) Всесоюзного научно-исследовательского института методики и техники георазведки, Санкт-Петербург,

ALPHABETS TO TEST VISUAL ACUITY

Patral' Albert

Church. scientific. comp. (1969-1993) All-Union Scientific Research Institute of techniques and technology geoprospecting, St. Petersburg

Аннотация

В статье рассмотрены матричные форматы индикаторов с наилучшим восприятием знаков. Предложен 32-элементный цифровой формат, обладающий не только наилучшим восприятием знаков и наименьшим габаритным размером, но и увеличенной помехозащищенностью. Лучшие качества цифровых форматов рассмотрены на примерах их применения в таблицах для проверки остроты зрения.

Abstract

In the article the matrix format indicators with the best perception of characters. Proposed 32-element digital format, with not only the best perception of the signs and the smallest overall size, but also the increased noise immunity. The best quality digital formats considered on the examples of their use in tables to test visual acuity.

Ключевые слова: матрица, элемент отображения, восприятие знаков, таблица, острота зрения, оптоотипы

Keywords: the matrix, display element, perceptions of characters, table, visual acuity, optotipy

В современном мире наиболее перспективными направлениями развития науки в области отображения цифровых знаков можно считать

следующими: уменьшение потребления мощности полупроводниковых индикаторов их стоимости [1, с.68], наглядность отображаемой информации, и ее количество (число знакомест, строк, столбцов) и габаритные размеры [1, с.79], надежность восприятия информации [1, с.80].

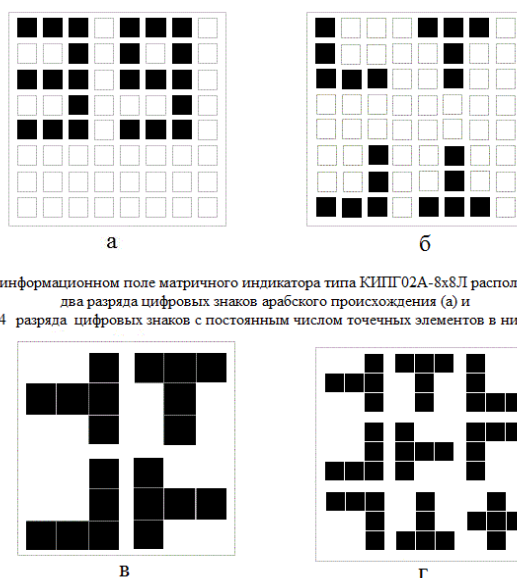
Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Задача первая: уменьшение габаритных размеров матричного формата индикатора с улучшением восприятия цифровых знаков.

2. Задача вторая: увеличение надежности восприятия информации.

3. Задача третья: применение новых цифровых знаков на практике.

Известен наименьший цифровой формат индикатора с видом матрицы 3x5 для отображения цифровых знаков арабского происхождения с невысоким качеством отображения [2, с.113]. Невысокое качество отображения объясняется начертанием знаков арабского происхождения, имеющие незначительную разрешающую способность и большое число точечных элементов на знак. Расположим цифровой формат с видом матрицы 3x5 на информационном поле матричного индикатора КИПГО2А-8х8Л [3, с. 353] с видом матрицы 8x8 (рис.1а)



На информационном поле матричного индикатора типа КИПГО2А-8х8Л расположены два разряда цифровых знаков арабского происхождения (а) и 4 разряда цифровых знаков с постоянным числом точечных элементов в них (б)

Информационное поле на лицевой стороне корпуса матричного индикатора типа КИПГО2А на 4 разряда (в) и на 9 разрядов (г) при формировании цифровых знаков с постоянным числом точечных элементов в них.

Рис.1

Изменив начертания цифровых знаков можно не только уменьшить габаритный размер их, но и улучшить восприятие знаков за счет увеличения разрешающей способности их [4], в

начертании которых нет параллельных линий из точечных элементов, ухудшающих восприятие знаков (рис.2).

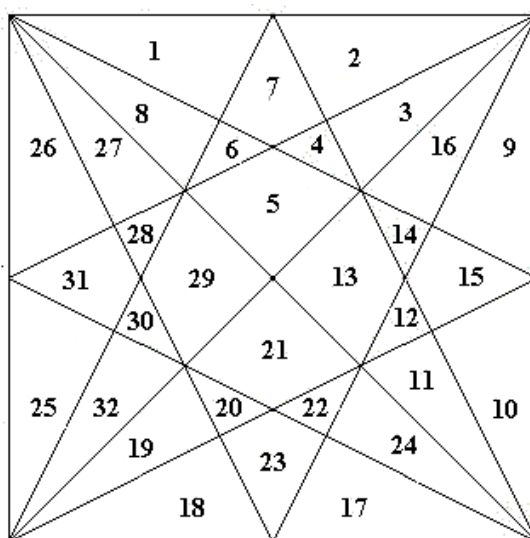


Рис.2

Цифровые знаки с наименьшим и постоянным числом (равным 5) элементов отображения увеличивают информационную емкость [5] матричного индикатора КИПГО2А-8х8Л в два раза (рис.2б). Улучшить восприятие матричного индикатора можно уменьшением промежутков между точечными элементами в формате матрицы, приблизив матричное начертание к сегментному начертанию (рис.2в, г), увеличив информационную емкость матричного индикатора КИПГО2А-8х8Л в 4.5 раза (рис.1г). В этом случае, оператор будет воспринимать информацию, соответствующей фигурой знака без различия промежутков между элементами его. Наилучшим восприятием знаков на стадии идентификации обладает цифро-

вой алфавит, все знаки которого при равной площади контура их, идентифицируются фигурой, визуально представляемой одним элементом отображения [6]. В этом случае, величина площади из высветившихся элементов отображения (Св.э.о.) контура знака равна величине площади его «окна» ($S_{ок}$) и равна половине величины площади ($S_{ф}$) цифрового формата ($S_{в.э.о.} = S_{ок} = 0.5 S_{ф}$).

Такой цифровой формат индикатора можно (рис.3) легко сформировать на основе квадрата (прямоугольника) в результате пересечения линий, проведенных из углов квадрата к серединам смежных, противоположных этим углам, сторонам его, с линиями квадрата.



32-элементный формат, на основе которого формируются цифровые знаки.

Рис.3

Из 32-х элементов квадрата легко сформировать 10 цифровых знаков (рис.4), величина площади из высветившихся элементов которой будет равна площади из невысветившихся элементов.

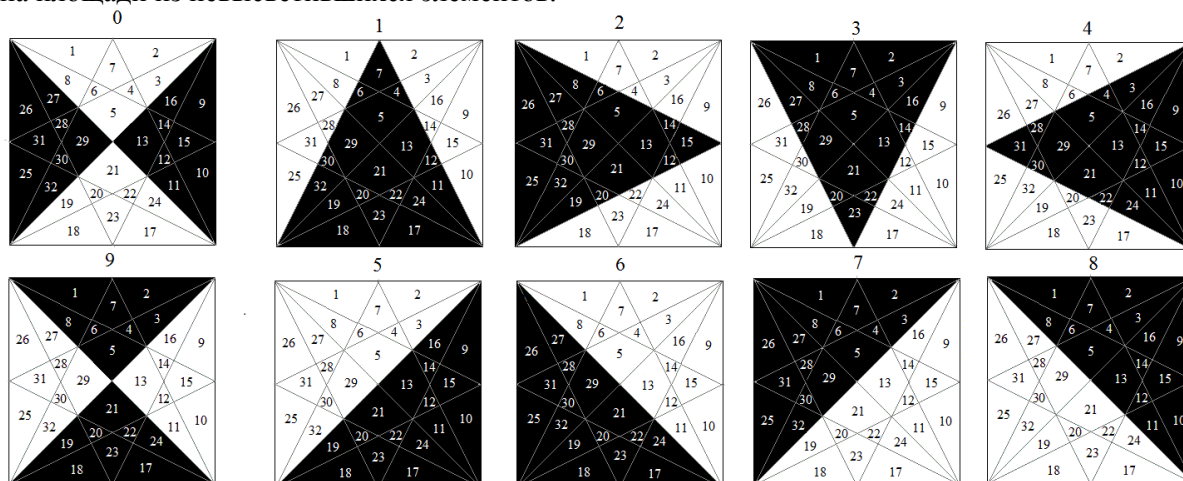


Рис.4 Цифровые знаки на основе 32-х элементного цифрового формата

По визуально ориентированным фигурам точно определяется их величина в ряду разрядов многозначного числа, облегчается задача идентификации их и повышается скорость восприятия знаков. Информационная емкость цифрового формата не ограничивается формированием 10

знаков. Можно сформировать еще 6 цифровых знаков, величина площади, из высветившихся элементов которых, будет равна площади из невысветившихся элементов (рис.5 – 16 цифровых знаков).

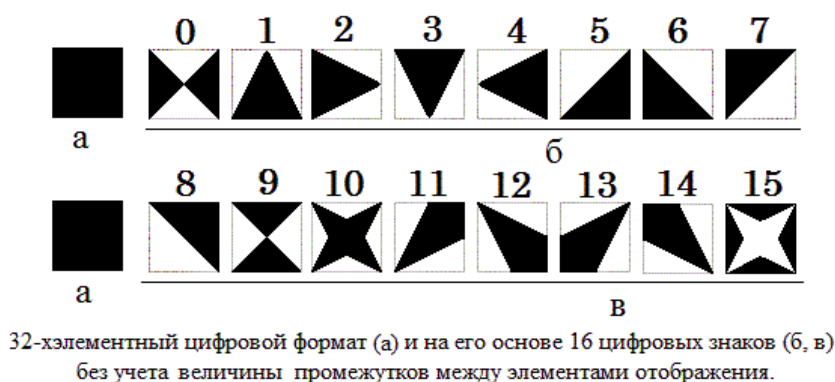


Рис.5

Цифровой знак следует считать помехозащищенным, когда вызванная помехой одиночная ошибка в формировании фигуры, представленной тем или иным знаком, не превращает формируемый знак в другой знак цифрового алфавита. Фигура, представленная тем или иным знаком цифрового алфавита на основании 32-элементного ц

формата, визуально воспринимается оператором на стадии идентификации единственным по начертанию замкнутым контуром, который не вызывает у него сомнений в идентификации ее:

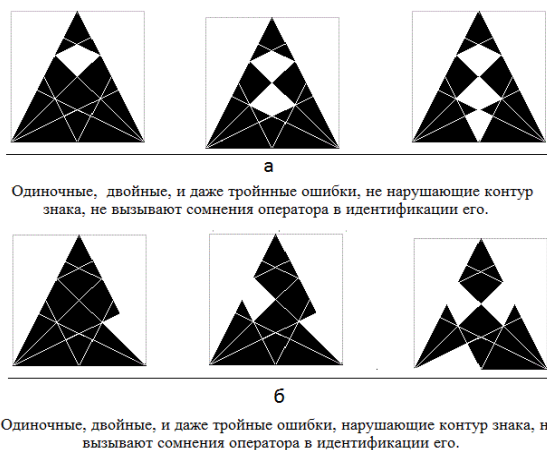
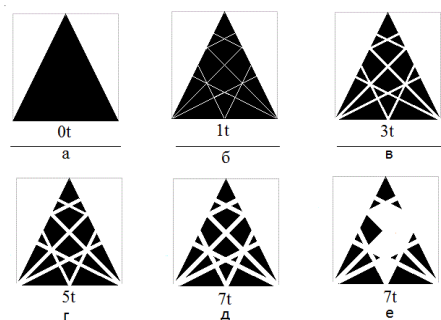


Рис.6

1. при возникновении ошибок внутри контура фигуры (рис.6а);
2. при возникновении ошибок по контуру фигуры (рис.6б).

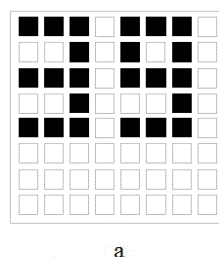
Столь большое различие между замкнутым контуром фигуры, представленной тем или иным

знаком при его формировании и всеми другими замкнутыми контурами фигур данного цифрового алфавита, обеспечивается избыточностью элементов цифрового формата.

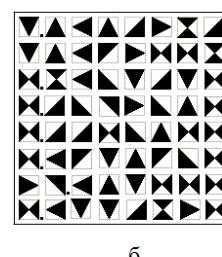


Визуальное восприятие знака при увеличении толщины линии промежутка между элементами отображения (б, в, г, д) изменилось в 7 раз (0,26мм, 0,78 мм, 1,3 мм, 1,82 мм, соответственно) и при одновременном возникновении 4-х ошибок вызвавших погашение элементов отображения 5, 13, 21, 23 (е), расположенных, как по контуру знака, так и внутри его.

Рис.7



а



б

Лицевая сторона корпуса К13-1 матричного индикатора КИПГ 02А-8х8Л.

Индикатор многоэкранный с наилучшей идентификацией цифровых знаков.

Рис.8

На рис.7 рассмотрена устойчивость фигуры при ее идентификации, представленной, например, цифровым знаком 1, при увеличении промежутков между элементами отображения. При увеличении промежутка в 7 раз (рис.7 б, в, г, д, е) с дополнительным не высвечиванием 3 элементов внутри контура фигуры и одного элемента по контуру ее (рис.7е) фигура идентифицируется только с одним знаком (1) цифрового алфавита. Причем, несмотря на четкое визуальное восприятие элементов отображения, фигура идентифицируется не элементами отображения, а только контуром, образованным ими. При нарушении непрерывности образующей линии контура его (рис.7е), замкнутый контур фигуры оператор мысленно достраивает его до замкнутого контура, отождествляя его с эталоном, хранящимся в памяти.

На лицевой стороне корпуса матричного индикатора типа КИПГО2А-8х8Л [3, с. 353] можно разместить два разряда цифровых форматов с видом матрицы 3х5 (рис.8а) с не высоким

качеством восприятия цифровых знаков арабского происхождения. Начертания, например, цифровых знаков 3 и 9 при их формировании отличаются всего одним точечным элементом, и идентифицировать такие знаки затруднительно, если не различается контур знака до каждого элемента отображения. На той же по габаритным размерам лицевой стороне корпуса матричного индикатора КИПГО2А-8х8Л (рис.8б) можно разместить восемь 8-разрядных цифровых разрядов или 64 32-элементных формата цифровых знаков. И при формировании цифровых знаков, фигура, представленная тем или иным знаком, хорошо идентифицируется.

Количество формируемых фигур на основе 32-х элементов отображения формата индикатора (рис.3) в виде квадрата (прямоугольника) может быть получено сколь угодно много, если не придерживаться правила равенства площадей из высветившихся и не высветившихся элементов формата.

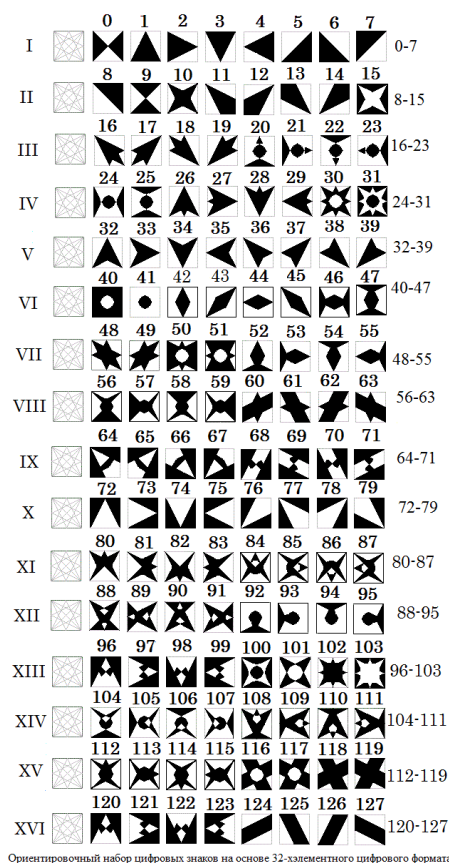


Рис.9

Так, например, на рис. 9 представлено 128 фигур, распределенных на 16 групп, по 8 фигур в каждой группе. При равенстве площадей из высветившихся и не высветившихся элементов формата, при котором восприятие всех знаков (0-9) алфавита однозначно можно, использовать для эталона качества восприятия знаков. Ни один

сформированный знак нельзя принять за другой знак цифрового алфавита. Следовательно, такой алфавит можно с успехом применить в качестве таблицы для определения остроты зрения. Известна таблица для проверки остроты зрения (рис.10) Головина – Сивцева, которая содержит

стандартный набор знаков в виде букв алфавита различных сочетаниях.

D=50.0	Ш Б	V=0.1
D=25.0	М Н К	V=0.2
D=16.7	Ы М Б Ш	V=0.3
D=12.5	Б Ы Н К М	V=0.4
D=10.0	И Н Ш М К	V=0.5
D=8.33	Н Ш Ы И К Б	V=0.6
D=7.14	Ш И Н Б К Ы	V=0.7
D=6.25	К Н Ш М Ы Б И	V=0.8
D=5.55	Б К Ш М И Ы Н	V=0.9
D=5.00	Н К И Б М Ш Ы Б	V=1.0

Оптотипы с одним и тем же угловым размером по каждому ряду, но имеющие различное восприятие их на стадиях различения и идентификации.

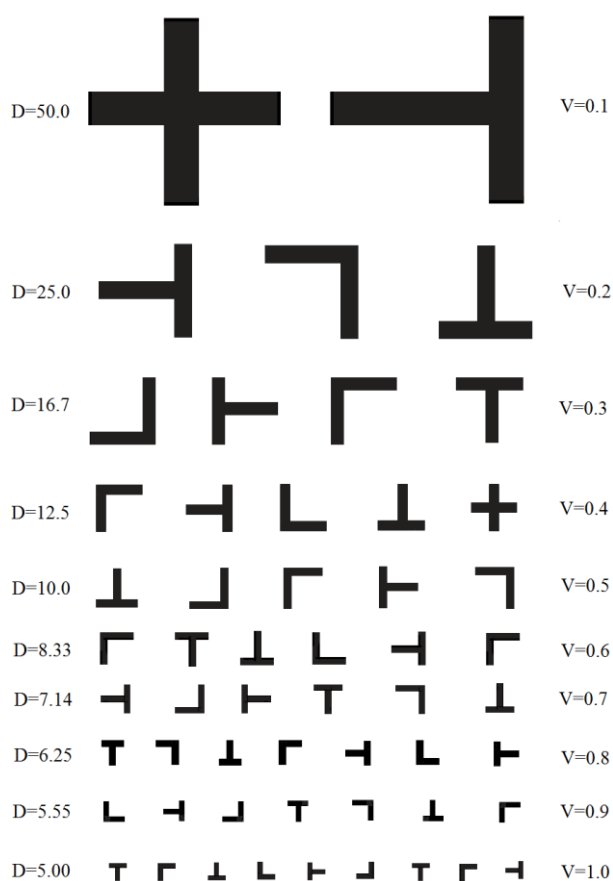
Рис.10

Используются чаще всего семь букв: «Ш», «Б», «М», «Н», «К», «Ы», «И». Данные знаки, называемые «оптотипами», в каждом ряду таблицы равны по своей ширине и высоте, уменьшаясь в размерах сверху вниз. Недостатки оптотипов Головина-Сивцева при проверке остроты зрения заключаются в том, что оптотипы применяемые для остроты зрения при равных размерах по строке отличаются по восприятию вследствие их

начертания. В одном и том же ряду таблицы глаз опознает одни оптотипы и не опознает другие оптотипы. В правилах определения остроты зрения это различие учтено. Поэтому при проверке остроты зрения с четвертой по шестую строку допускается делать 1 ошибку, с седьмой по десятую строку, допускается делать 2 ошибки. Переход от одной строки к другой строке однозначно должен определять остроту зрения для всех оптотипов в

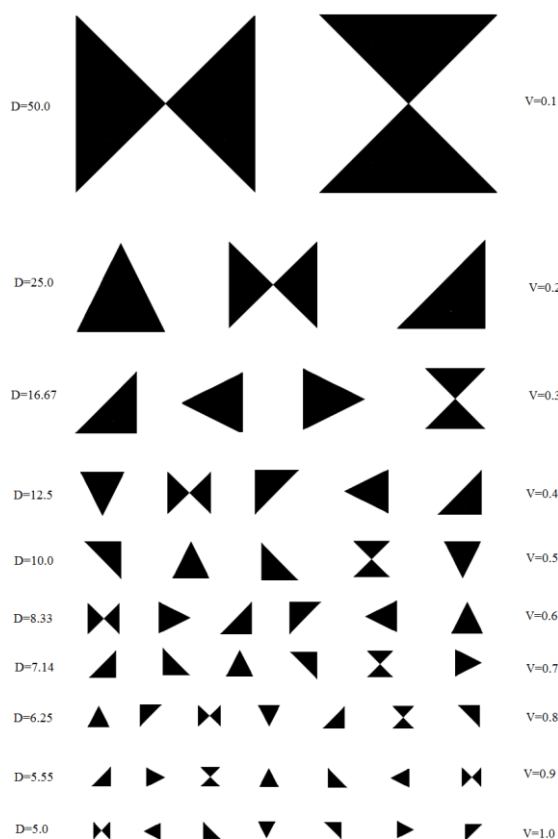
строке. Доказать возможность начертания опто-типов, восприятие которых в рассматриваемом ряду будет одним и тем же, можно с помощью других знаков, используемых в качестве опто-типов. Знаки, применяемые в качестве опто-типов должны опознаваться в одной и той же строке безошибочно. При одинаковой по ширине и высоте опто-типов (например, буква Н и буква Ш), видим: промежуток между двумя вертикальными линиями буквы Н имеет большую величину, а промежуток между двумя вертикальными линиями буквы Ш имеет меньшую величину. Букву Н мы опознаем лучше, чем букву Ш. А если сравнить начертания буквы Н и буквы Б, то при равной высоте этих знаков, буква Б будет труднее опознаваться из-за малых **промежутков** между горизонтальными линиями, которых совсем нет у буквы Н. Поэтому при проверке остроты зрения по таблице представленных опто-типов следует

ориентироваться не на угловые размеры промежутков между элементами нечертанных знаков, а на угловые размеры самих знаков по ширине и высоте их. Естественно, угловые размеры знаков по ширине должны быть равны угловым размерам знаков по высоте. Промежутки между элементами отображения опто-типа должны быть исключены. В этом случае все опто-типы, расположенные в одной строке воспринимаются, независимо от их начертания однозначно. Чтобы исключить различие в опознании опто-типов по строке таблицы они должны обладать одинаковыми параметрами по их восприятию по строке независимо от начертания примененных в таблице знаков. Любой опто-тип в строке, указанный для определения, пациентом опознается либо не опознается. Время восприятия опто-типа сокращается, т.к. три стадии его: время обнаружения знака, время различения знака и время идентификации знака сливаются в одну стадию [6].



Опто-типы с одним и тем же угловым размером знаков по каждому ряду, а также одинаковому восприятию знаков на стадиях различения и идентификации.

Рис.11



Опто-типы с одним и тем же угловым размером знаков по каждому ряду, а также одинаковому восприятию знаков на стадиях различения и идентификации.

Рис.12

Удобство таблиц для проверки остроты зрения с помощью цифровых знаков можно объяснить еще тем, что перенеся цифровые знаки на экран монитора, врач может показывать их знаки выборочно по одному. Чтобы отобразить на мониторе цифровые знаки, покажем, преобразование 32-хэлементного цифрового формата в цифровые знаки десятичного алфавита.

В качестве примера приведем простейшее формирование цифровых знаков (рис.4) на основе 32-хэлементного формата (рис.3), которое будет понятно даже школьнику. Преобразование 10 позиций двоично-десятичного кода, в отображение 10 цифровых знаков (рис.4) 32-хэлементного формата (рис.3) необходимы две таблицы истинности: таблица истинности двоично-десятичного 4-

хразрядного кода [8, с. 681] и таблица истинности 32-х разрядного кода. Таблицу истинности дво-

ично-десятичного кода (рис.13а) запишем эквивалентной таблицей истинности [6] цифрами десятичного кода (рис.13б).

Код 10-й	ДВОИЧНО-ДЕСЯТИЧНЫЙ КОД 8-4-2-1							
	Аргументы X				Инверсии аргументов X			
	X4	X3	X2	X1	X4	X3	X2	X1
0	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	0	0
4	0	1	0	0	1	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	1	0	0	1
7	0	1	1	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	0	1	1	1
9	1	0	0	1	0	1	1	0

Значения аргументов X, представленные цифрами 10-го кода	
уровень логической "1"	уровень логического "0"
X1 - 13579	X1 - 02468
X2 - 2367	X2 - 014589
X3 - 4567	X3 - 012389
X4 - 89	X4 - 01234567
Значения инверсий аргументов X, представленные цифрами 10-ного кода	
уровень логического "0"	уровень логической "1"
X1 - 13579	X1 - 02468
X2 - 2367	X2 - 014589
X3 - 4567	X3 - 012389
X4 - 89	X4 - 01234567

а
Таблица истинности двоично-десятичного кода, записанная двоичным кодом (а)
и записанная эквивалентным десятичным кодом (б)

Рис.13

Цифровые знаки, отображения которых необходимо сформировать задаются в двоичном 32-хпозиционном коде (рис.14).

1 - 012456	5 - 056	9 - 123679	13 - 679
2 - 012456	6 - 0456	10 - 123679	14 - 1679
3 - 01256	7 - 02456	11 - 23679	15 - 13679
4 - 0256	8 - 01456	12 - 3679	16 - 12679
17 - 023478	21 - 078	25 - 134589	29 - 589
18 - 023478	22 - 0278	26 - 134589	30 - 3589
19 - 03478	23 - 02478	27 - 14589	31 - 13589
20 - 0478	24 - 02378	28 - 1589	32 - 34589

Построчная цифровая запись сигналов 32-хпозиционного кода с уровнем логической "1".
а

1 - 3789	5 - 1234789	9 - 0458	13 - 0123458
2 - 3789	6 - 123789	10 - 0458	14 - 023458
3 - 34789	7 - 13789	11 - 01458	15 - 02458
4 - 134789	8 - 23789	12 - 012458	16 - 03458
17 - 1569	21 - 1234569	25 - 0267	29 - 0123467
18 - 1569	22 - 134569	26 - 0267	30 - 012467
19 - 12569	23 - 13569	27 - 02367	31 - 02467
20 - 123569	24 - 14569	28 - 023467	32 - 01267

Построчная цифровая запись сигналов 32-хпозиционного кода с уровнем логического "0".
б

	ТРИДЦАТИДВУХПОЗИЦИОННЫЙ КОД УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАМИ ИНДИКАТОРА																															
Код 10-й	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0																																
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																

— высеченные элементы отображения

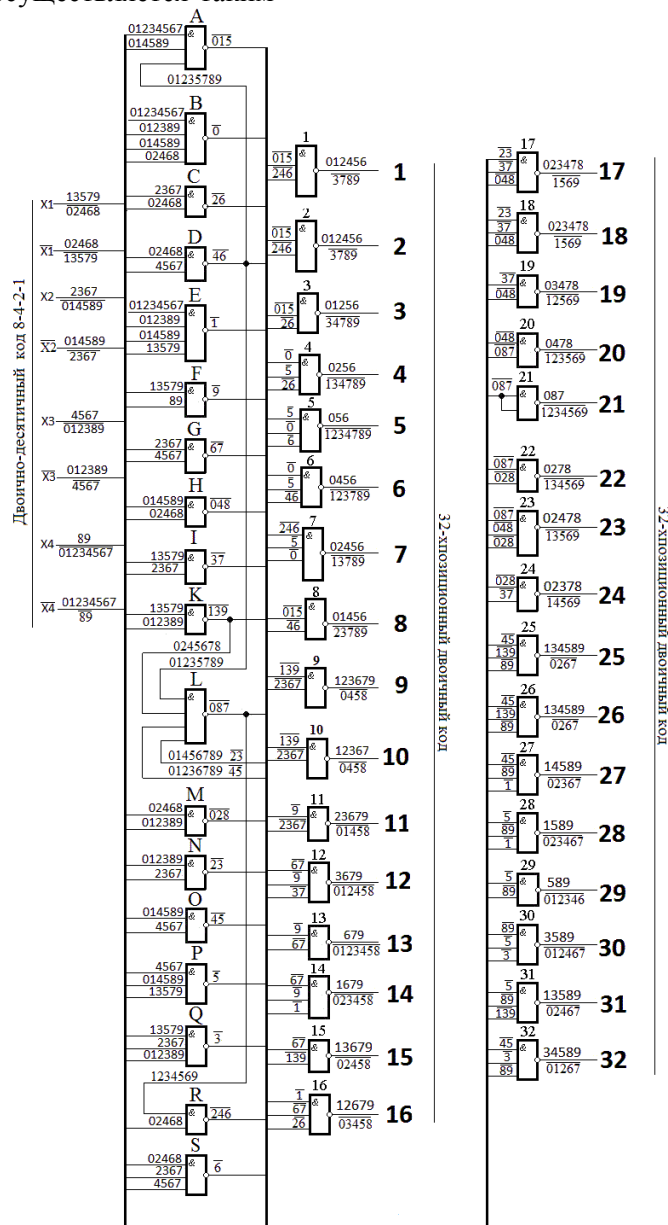
— погашенные элементы отображения

Таблица истинности 32-хпозиционного кода управления 32-я элементами цифрового формата.
в

Рис.14

При этом возникает задача формирования логических переменных Y1-Y32 для управления отдельными элементами формата индикатора. При построении таблицы истинности 32-хпозиционного кода (рис.14) были приняты следующие условия: управление элементами 32-хэлементного формата индикатора осуществляется таким

образом, что каждый цифровой элемент отображения формата индикатора (рис.3) может светиться либо не светиться, в зависимости от значения функции Y, управляющей его свечением.

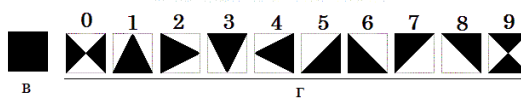


а
Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 32-хпозиционный код управления 32-хэлементного формата индикатора.

X1 - 13579	X2 - 2367	X3 - 4567	X4 - 89
X1 - 02468	X2 - 014589	X3 - 012389	X4 - 01234567

б

Таблица истинности двоично-десятичного кода 8-4-2-1, записанная цифрами десятичного кода



в
32-хэлементный цифровой формат (в) и на его основе цифровые знаки (г) без учета величины промежутков между элементами отображения.

Рис.15

Высокий уровень, уровень логической единицы «1» (Y=1), на некотором входе формата

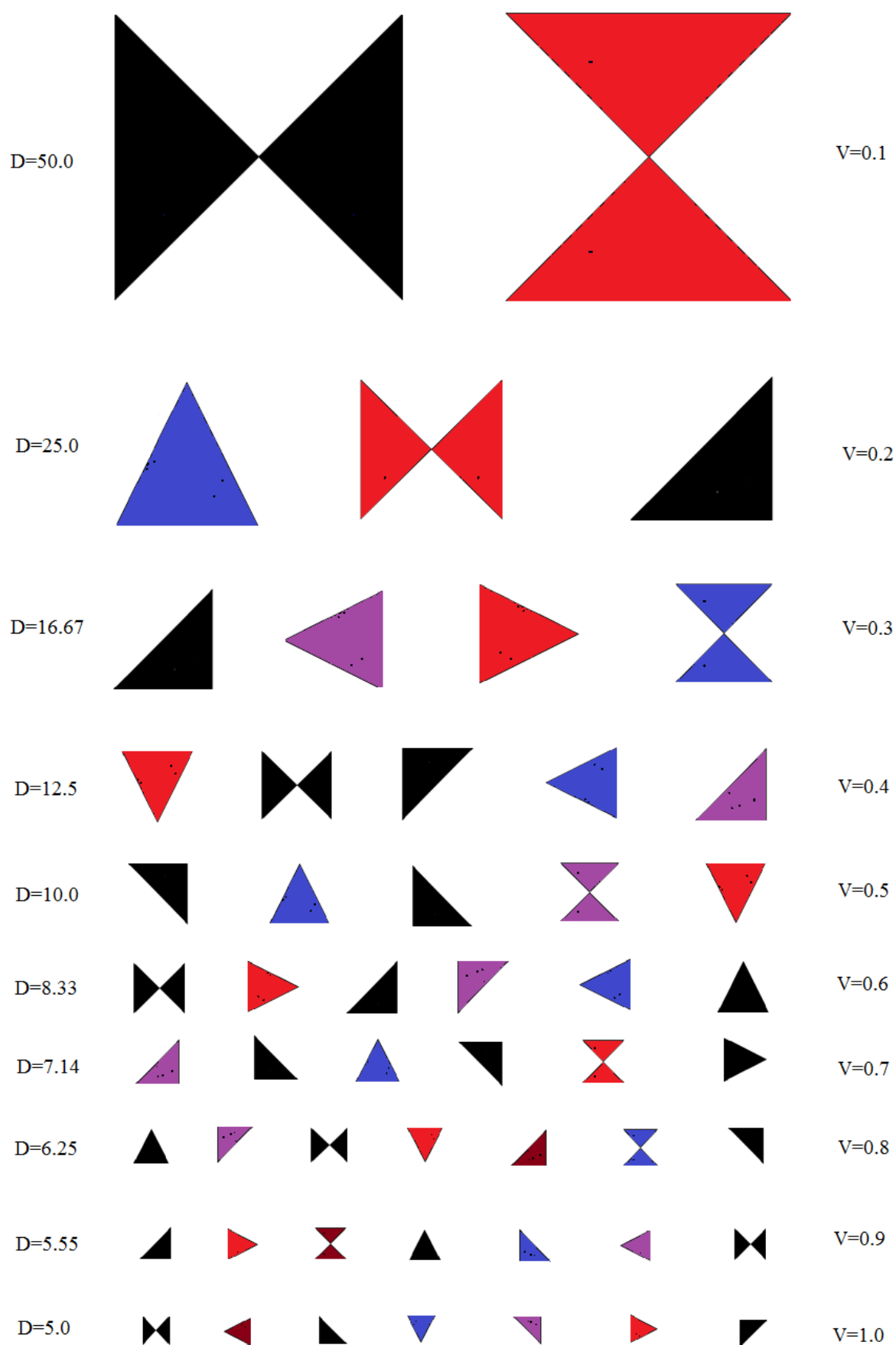
индикатора вызывает **гашение** соответствующего элемента его. **Низкий уровень**, уровень логического нуля «0» (Y=0), на некотором входе

формата индикатора вызывает **свечение** соответствующего элемента его. Вызывая свечение элементов отображения формата индикатора в определенных комбинациях, можно получить десять цифровых знаков (рис.4). Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода легко построена (рис.15). По цифровым записям сигналов на входных и выходных выводах преобразователя кода легко проследить процесс преобразования кода. Сигналы на выходных выводах структурной схемы преобразователя кода показывают **погашение** соответствующего элемента (1-32) формата индикатора, при формировании того цифрового знака (0-9), который указан цифрой десятичного кода без черточки сверху над ней (уровень логической единицы «1»).

Сигналы на выходных выводах структурной схемы преобразователя кода показывают **высвечивание** соответствующего элемента (1-32) формата индикатора, при формировании того цифрового знака (0-9), который указан цифрой де-

сятичного кода с черточкой сверху над ней (уровень логического нуля «0»). Любой студент, не владеющий методами Квайна или Вейча построения логических устройств, может, пользуясь **цифровым методом** [7], построения структурных схем преобразователей двоичного кода, проверить на качество построения вышеуказанную структурную схему (рис.15) по минимальному числу информационных входных цепей и числу логических элементов И-НЕ.

Если использовать для отображения цифровых знаков монитор, изменяя при этом цвет индицируемых знаков по желанию оператора, то можно таблицу (рис.16) для проверки остроты зрения применять для людей с пониженной остротой зрения к цвету. В таблице для проверки остроты зрения могут быть использованы 10 цифровых знаков (рис.4) 16 цифровых знаков (рис.5), и выборочно цифровые знаки из рис. 9 (под номерами, например, 16-19, 32-35, 54-55, 72-79, 92-95 и др.).



Оптотипы с одним и тем же угловым размером знаков по каждому ряду, а также одинаковому восприятию знаков на стадиях различения и идентификации.

Рис.16

Выводы

Все, представленные в статье цифровые алфавиты, при одном и том же габаритном размере цифрового формата обладают наилучшими параметрами знаков по их восприятию в сравнении с цифровыми знаками арабского происхождения, при наименьших габаритных размерах.

Список литературы

1. Вуколов Н.И., Михайлов А.Н. Знакосинтезирующие индикаторы. Справочник. Москва. «Радиоисвязь». 1987. 576с. :ил 2. Алиев Т.М., Вигдоров Д.И., Кривошеев В.П. Системы отображения информации. Москва. «Высшая школа». 1988. 233 с. :ил.
3. Лисицын Б.Л. «Отечественные приборы индикации и их зарубежные аналоги». Изд-во «Радио и связь». Москва. 1993 г. 432 с. :ил

4. Патент № 2338270 на изобретение «Индикатор матричный с наилучшим восприятием цифровых знаков». Выдан 19 ноября 2008 г. Автор Патраль А.В.

5. Патент № 2417455 на изобретение «Индикатор девятипозиционный». Выдан 27 апреля 2011 года. Автор Патраль А.В.

6. Патент №2460151 на изобретение «Устройство для индикации с наилучшей идентификацией знаков». Выдан 27 августа 2012 года. Автор Патраль А.В.

7. «Энциклопедически Фонд России»: www.russika.ru – П – Преобразователь кода . Автор Патраль А.В.

8. Справочник по интегральным микросхемам под ред. Б.В. Тарабрина. Москва. Энергия. 1980. 816с. :ил

УДК 621.311

Шпиганович Александр Николаевич¹, Рычков Антон Владимирович²

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

¹доктор технических наук, профессор

Липецкий Государственный Технический Университет

Магистрант

Липецкого Государственного Технического Университета

ANALYSIS OF THE BASIC PAYMENT METHODS REACTIVE POWER

Spiganovic Aleksandr Nikolaevich

doctor of technical sciences, Professor

Lipetsk State Technical University

Rychkov Anton Vladimirovich

Undergraduate

The Lipetsk State Technical University

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены и проанализированы основные способы компенсации реактивной мощности.

ABSTRACT

The article describes and analyzes the main methods of reactive power compensation.

Ключевые слова: реактивная мощность, компенсация реактивной мощности, батарея конденсаторов, оптимизация, технико-экономический расчет, экономическая эффективность.

Keywords: reactive power, reactive power compensation capacitor bank, optimization, technical and economic calculation, economic efficiency.

Организационные мероприятия по компенсации реактивной мощности связаны с естественным уменьшением реактивной мощности, потребляемой электроприемниками, и не требуют применения специальных компенсирующих устройств. Поэтому при решении вопроса компенсации реактивной мощности, эти мероприятия должны рассматриваться в первую очередь, т. к. для их осуществления, как правило, не требуется значительных капитальных затрат. Поскольку основными потребителями реактивной мощности в промышленности являются асинхронные двигатели, силовые трансформаторы и преобразовательные установки, то наиболее важным является снижение реактивной мощности, потребляемой данными электроприемниками.

На достижение этой цели может быть направлен целый комплекс мероприятий, к числу которых относятся:

- правильный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу;
- замена малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности;
- понижение напряжения в обмотках асинхронных двигателей, систематически работающих с малой нагрузкой;
- ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей;
- повышение качества ремонта электродвигателей;
- замена или отключение в период малых нагрузок силовых трансформаторов;
- применение наиболее целесообразной силовой схемы и системы управления вентиляционных преобразователей.

Технические мероприятия по компенсации реактивной мощности заключаются в установке компенсирующих устройств в соответствующих точках системы электроснабжения. Основными техническими средствами, с помощью которых может осуществляться компенсация реактивной мощности, являются: батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, синхронные двигатели, статические тиристорные компенсаторы и др.

Батареи конденсаторов (БК) как средство компенсации реактивной мощности получили

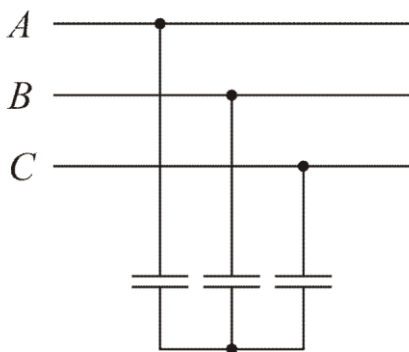


Рисунок 1. Схема соединения фаз БК

Батарея конденсаторов, оборудованная коммутационной аппаратурой, средствами защиты и управления, называется конденсаторной установкой. В настоящее время выпускаются комплектные конденсаторные установки на различные номинальные напряжения для внутренней и наружной установки. Диапазон номинальных мощностей таких установок достаточно широк, причем большинство типов современных комплектных конденсаторных установок оборудовано устройствами для одноступенчатого или многоступенчатого регулирования мощности.

наибольшее распространение на промышленных предприятиях. БК могут работать лишь как источники реактивной мощности. Они представляют собой отдельные конденсаторы, соединенные вместе путем последовательно-параллельного соединения. Конденсаторы, из которых комплектуются БК, изготавливаются на различные номинальные напряжения и мощности в одно- и трехфазном исполнении.

В трехфазных сетях БК могут включаться по схеме звезды или треугольника (рисунок 1).

При соединении фаз БК в звезду мощность БК:

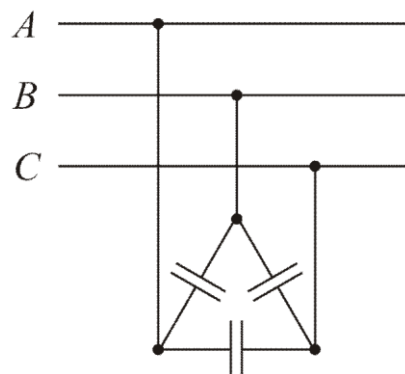
$$Q_{БК} = 3 \cdot \left(\frac{U}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot \omega \cdot C = U^2 \cdot \omega \cdot C. \quad (1)$$

А при соединении в треугольник:

$$Q_{БК} = 3 \cdot U^2 \cdot \omega \cdot C; \quad (2)$$

где U - линейное напряжение сети, ω - угловая частота, C - емкость фаз БК.

Таким образом, при соединении фаз БК в треугольник мощность БК оказывается в 3 раза больше, чем при соединении в звезду. Поэтому низковольтные БК обычно включаются в сеть по схеме треугольника.



К основным достоинствам БК относятся:

- малые удельные потери активной мощности;
- простота производства монтажных работ (малые габариты, масса, отсутствие фундаментов);
- простота эксплуатации (ввиду отсутствия вращающихся и трущихся частей);
- возможность установки БК в любой точке сети, что позволяет размещать их непосредственно у мест потребления реактивной мощности и даже внутри некоторых электроприемников

(например, светильники для газоразрядных ламп);

- возможность использования для установки БК любого сухого помещения;
- возможность увеличения установленной мощности БК.

Недостатками БК являются:

- зависимость генерируемой реактивной мощности от напряжения;
- отрицательный регулирующий эффект, т. е. при снижении напряжения в сети БК снижают выдаваемую реактивную мощность, что приводит к еще большему уменьшению напряжения;
- недостаточная прочность, особенно при коротких замыканиях и перенапряжениях;
- чувствительность к искажениям формы кривой питающего напряжения;
- ступенчатое регулирование реактивной мощности.

Синхронные двигатели (СД), установленные на промышленных предприятиях, могут быть использованы как источники реактивной мощности. СД, в основном, изготавливаются с номинальным опережающим $\cos\varphi = 0,9$ и могут являться достаточно эффективным средством компенсации реактивной мощности.

Характер и значение реактивной мощности СД, также, как и СК, определяются величиной тока возбуждения в обмотке ротора. На рисунке 3 приведена так называемая U-образная характеристика СД, представляющая собой зависимость тока статора I от тока возбуждения I_v при $P = \text{const}$.

Левая ветвь характеристики соответствует режиму недовозбуждения СД. В этом режиме СД, как и асинхронный двигатель, потребляет из сети реактивную мощность. Правая ветвь характеристики соответствует режиму перевозбуждения СД. В этом режиме СД работает не только как двигатель, но и как источник реактивной мощности, т. е. выдает реактивную мощность в сеть. Минимальное значение тока статора имеет место при $\cos\varphi = 1$. Наибольший верхний предел возбуждения СД определяется допустимой температурой обмотки ротора с выдержкой, достаточной для форсировки возбуждения при кратковременном снижении напряжения.

Величина генерируемой СД реактивной мощности зависит от загрузки двигателя активной мощностью, напряжения на его зажимах и технических данных двигателя.

Синхронные компенсаторы (СК) представляют собой синхронные двигатели, работающие в режиме холостого хода, т. е. без нагрузки на валу. Они предназначены только для генерации или потребления реактивной мощности. Поэтому по сравнению с обычными синхронными двигателями СК изготавливаются с облегченным валом, имеют меньшие габариты и массу. СК могут работать как в режиме генерации реактивной мощности, так и в режиме ее потребления. Режим работы СК определяется величиной подаваемого в обмотку ротора тока возбуждения. При перевозбуждении СК работает как источник реактивной мощности и выдает ее в сеть. При недовозбуждении СК потребляет реактивную мощность из сети.

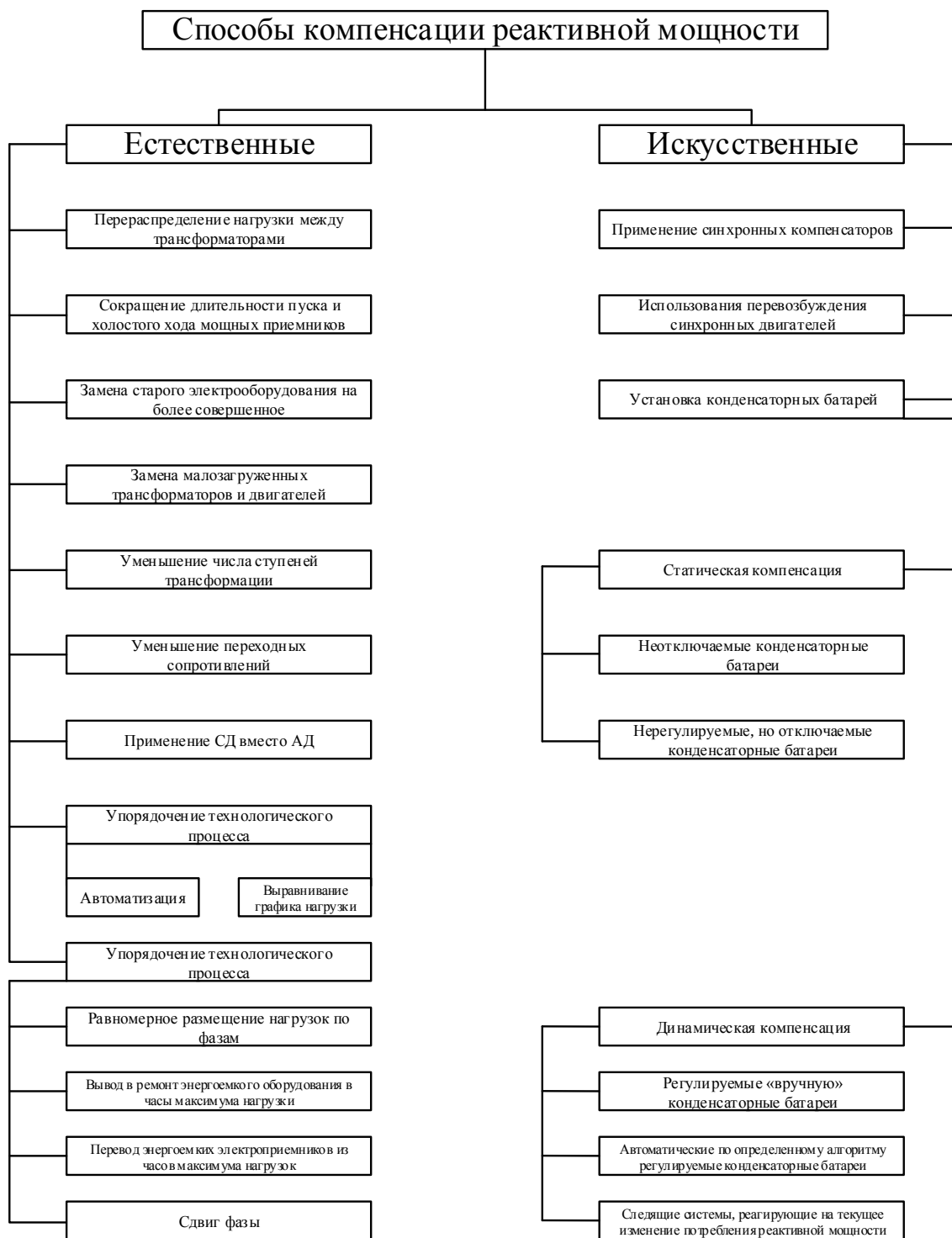


Рисунок 2. Способы компенсации реактивной мощности

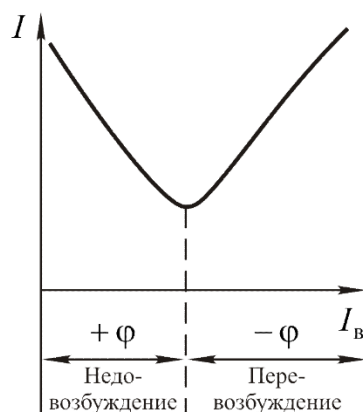


Рисунок 3. U - образная характеристика СД

Достоинствами СК являются:

- положительный регулирующий эффект, который заключается в том, что при уменьшении напряжения в сети генерируемая мощность компенсатора увеличивается;
- возможность плавного и автоматического регулирования реактивной мощности;
- широкий диапазон регулирования;
- достаточная термическая и электродинамическая стойкость обмоток СК при коротких замыканиях;
- возможность восстановления поврежденных СК путем проведения ремонтных работ.

К недостаткам СК относятся:

- высокая стоимость;
- усложнение эксплуатации (по сравнению с БК);
- высокие эксплуатационные расходы;
- значительные потери активной мощности (10-30 Вт/кВАр);
- значительный шум во время работы.

В качестве источников реактивной мощности все более широкое применение находят статические тиристорные компенсаторы (СТК).

Основные требования, предъявляемые к СТК, следующие:

- высокое быстродействие при изменении реактивной мощности;
- достаточный диапазон регулирования реактивной мощности;
- возможность производства и потребления реактивной мощности;
- минимальные искажения питающего напряжения.

Основными элементами СТК являются конденсаторы и дроссели - накопители электромагнитной энергии, а также тиристоры, обеспечивающие ее быстрое преобразование. Схемы СТК весьма разнообразны и позволяют генерировать или потреблять реактивную мощность в зависимости от вида схемы и режима работы. СТК могут работать по принципу прямой или косвенной компенсации реактивной мощности.

Прямая компенсация предусматривает генерирование реактивной мощности статическим компенсатором. Различают ступенчатое и плавное регулирование реактивной мощности. В первом случае различное количество секций БК подключается с помощью тиристорных ключей. Во втором случае используются преобразователи частоты, а также преобразователи с искусственной коммутацией тиристоров.

При ступенчатом регулировании по мере увеличения потребления электроприемниками реактивной мощности необходимое количество секций БК подключается тиристорными ключами (рисунок 4). С увеличением числа ступеней БК регулирование реактивной мощности становится более плавным. В связи с тем, что включение БК осуществляется в строго определенные моменты времени, быстродействие рассматриваемого компенсатора невелико. Максимальное запаздывание при частоте сети 50 Гц может достигать 10 мс. Для плавного регулирования реактивной мощности применяются непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Такой компенсатор представляет собой нерегулируемый генератор высокой частоты, включенный через НПЧ (рисунок 5).

В зависимости от соотношения напряжения сети и напряжения на выходе НПЧ компенсатор может генерировать или потреблять реактивную мощность. При этом от генератора высокой частоты реактивная мощность потребляется в любом случае. Учитывая это обстоятельство, в качестве генератора может быть использовано статическое устройство, содержащее LC-контуры. В качестве источников реактивной мощности для прямой компенсации также используются СТК с искусственной коммутацией тиристоров. Такой компенсатор представляет собой параллельное соединение двух трехфазных вентильных преобразователей. Изменение знака угла управления тиристоров достигается искусственной коммутацией тока в вентильных контурах напряжением коммутирующих конденсаторов, а не напряжением сети.

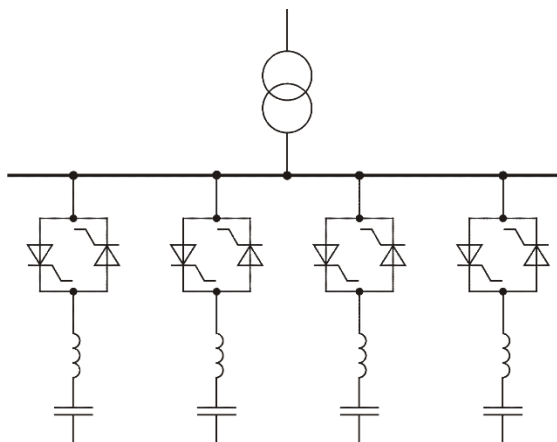


Рисунок 4. Установка прямой компенсации реактивной мощности со ступенчатым регулированием

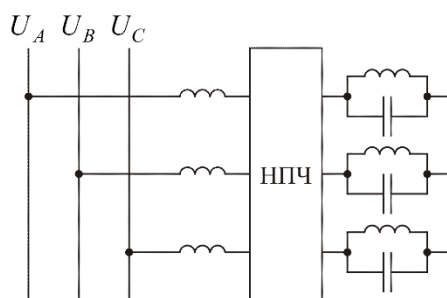


Рисунок 5. Установка прямой компенсации реактивной мощности с непосредственным преобразователем частоты и LC-контурами

К основным достоинствам СТК относятся:

- высокое быстродействие;
- высокая надежность работы;
- малый уровень помех вследствие отсутствия бросков тока при коммутации и малый износ конденсаторов по той же причине;
- малые потери активной мощности вследствие отсутствия разрядных резисторов.

Недостатком является необходимость установки дополнительного регулируемого дросселя.

На практике компенсация реактивной мощности так или иначе требуется для любой создаваемой, модернизируемой или восстанавливаемой сети в связи с чем вопрос выбора способа компенсации является крайне важным.

Библиографический список

1. Шпиганович А.Н. Внутривзаводское электроснабжение и режимы: учебник [Текст] / А.Н. Шпиганович, К.Д. Захаров. – Липецк: ЛГТУ, 2007. – 742 с.

2. Погребняк Н.Н. Оптимизация компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения промышленного предприятия [Электронный ресурс] // ИнтерЭнерго портал URL: http://ieport.ru/tech_biblio/11476-optimizaciya-kompensacii-reaktivnoj-moshhnosti-v.html. – 11.05.10

3. Беляевский Р. В. Вопросы компенсации реактивной мощности: учебник [Текст] / Р. В. Беляевский. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – 132 с.

4. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебник [Текст] / А.В. Кабышев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 234 с.

5. Тимофеев А.С. Компенсация реактивной мощности: учебник [Текст] / А.С. Тимофеев. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010, - 67 с.

Николаев Андрей Борисович ¹, Сапего Юлия Владимировна ²

НЕЧЕТКИЙ СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ИНЦИДЕНТОВ

¹*Российская Федерация, Лауреат премии правительства РФ, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета «Управление». ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,*

²*Российская Федерация, аспирант кафедры «Автоматизированные системы управления». ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,*

A FUZZY APPROACH TO TRAFFIC ACCIDENT CONTROL SYSTEM

Andrey Borisovich Nikolaev

Russian Federation, Honoris Causa, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty «Control Systems». State Technical University – MADI,

Yuliya Sergeevna Sapego

Russian Federation, Postgraduate Student, Department of «Automated Control Systems». State Technical University – MADI,

АННОТАЦИЯ

Применение нечеткой логики в системе обнаружения инцидентов позволяет принимать решения в условиях неопределенности. Обнаружение дорожных инцидентов представляет собой процесс поиска затруднений в дорожном движении, которые происходят на проезжей части. Затруднение в транспортном потоке является главным признаком того, что произошел дорожный инцидент и для его устранения требуется соответствующая реакция. Данный вывод приводит к ведению входных данных, которые будут иметь отношение к дороге и транспортным средствам, при этом эти данные должны рассматриваться в совокупности, а также должны быть сопоставлены с соответствующими значениями для дальнейшего анализа. Необходимые для анализа данные поступают от датчиков. После этого, нечеткие правила принимают эти данные, как факты, и в зависимости от них и введенных правил будут приняты действия, которые позволяют улучшить ситуацию в дорожном движении или, по крайней мере, не допустят его ухудшения.

В данной работе был предложен алгоритм обнаружения дорожных инцидентов на основе нечеткого ситуационного управления, определены лингвистические переменные для описания закономерности изменения дорожного движения, а также определена функция принадлежности и нечеткие правила для определения текущего состояния движения, выведена закономерность для определения управляющего решения для многомерных систем.

ABSTRACT

The application of fuzzy logic in the system of traffic incident control allows to make decisions

under conditions of uncertainty. Detection of road accidents is a process of finding disturbance in traffic, which occur on the roadway. The disturbance in traffic is the main sign that there was a road accident. Additionally those inputs must be mapped to appropriate values since they will not be treated as precise inputs but rather estimated due to the nature of road, so a membership function will assign the inputs to the appropriate values.. Necessary to analyze the data received from the sensors. After that, the fuzzy rules take these data as evidence, and depending on them and imposed rules will be taken action that will improve the situation in traffic or at least not allow it worse.

In this paper, it was proposed detection algorithm of road accidents on the basis of fuzzy situational management, defined linguistic variables to describe the patterns of change in traffic, defined membership function and fuzzy rules to determine the current state of motion, derived pattern to determine control solutions for multidimensional systems.

Ключевые слова: нечеткая логика, система управления дорожными инцидентами, нечеткое ситуационное управление, обнаружение дорожных инцидентов, алгоритмы обнаружения инцидентов

Keywords: fuzzy logic, traffic accidents management system, fuzzy situational management, incident detection algorithms

Система управления дорожными инцидентами имеет дело с большим количеством неуправляемых и неконтролируемых факторов, которые сложно учесть и предсказать при планировании решений, такие как, погодные условия, состояние автомобильных дорог, физическое и моральное

состояние операторов т.п. Эти факторы приводят к ещё большей неопределенности и необходимости учета возможных последствий от принимаемых решений.

Для системы управления дорожными инцидентами необходимо разработать систему поддержки принятия решений, основанную на математическом аппарате оценки ситуаций и выбора на их основе требуемого управляющего воздействия. Такая система может быть реализована на основе нечеткого ситуационного управления, то

есть на основе нечеткого логики. Система на основе нечеткой логики состоит из следующих элементов:

- Четкие входные данные
- Лингвистические переменные и термины
- Нечеткие правила
- Функция принадлежности
- Четкие выходные данные

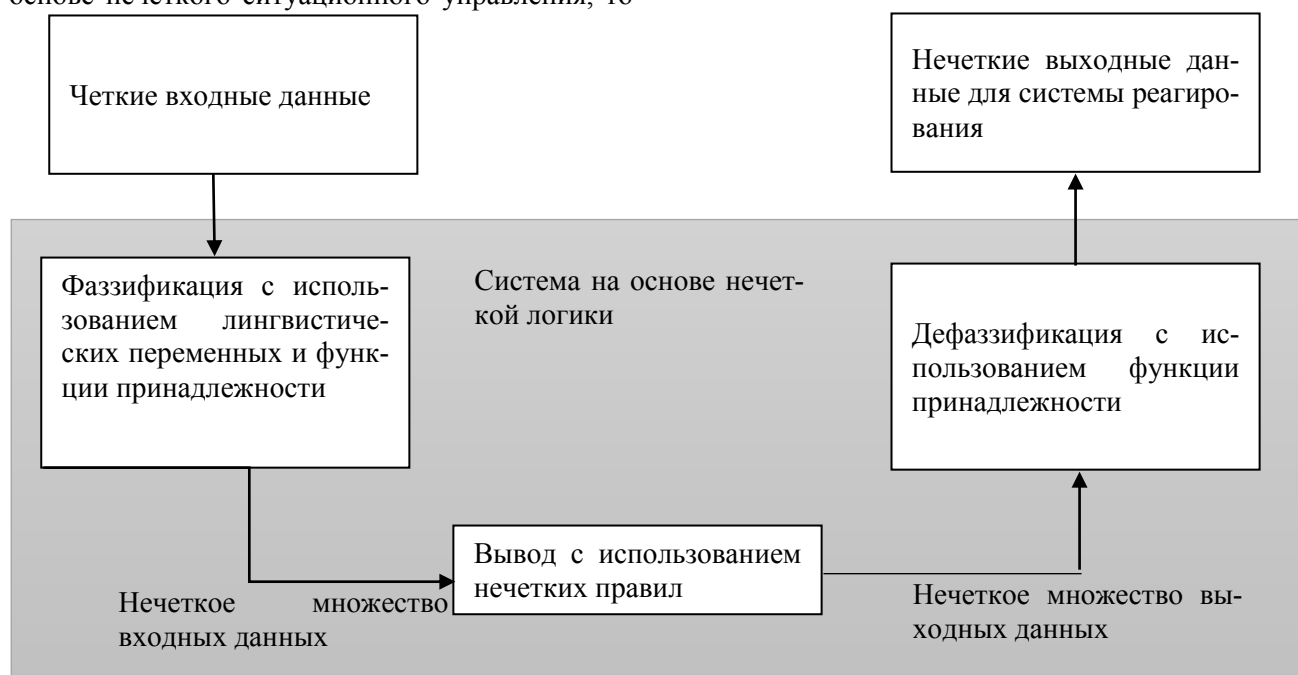


Рисунок 14 Процессы, протекающие в системе на основе нечеткой логики

Система должна опираться на исторические данные, на основе которых можно судить о том произошел на дороге инцидент или нет. После сбора данных, нечеткая система начинает сравнивать параметры текущего состояния дорожного движения и предопределенным определением параметрами возникновения инцидента.

Фаззификация представляет собой установление соответствия между четкими значениями (как правило, численными) входных переменных системы нечеткого вывода и значениями функции принадлежности соответствующей ей терма лингвистической переменной, то есть это перевод реальных значений в значение логико-лингвистических переменных.

Лингвистические переменные являются входными и выходными переменными системы. Лингвистические переменные, как следует из названия, состоят из слов или предложений от естественного языка, которые позволяют выражать определенные условия и понимать их без необходимости измерения или множества расчетов, чтобы прийти к определенному выводу,

например, «на участок дороги был заполнен» вместо «на участке дороги было 100 автомобилей».

Характеристикой нечеткого множества выступает функция принадлежности (Membership Function), которая отвечает за процесс фаззификации, необходимые для компенсации отсутствия неточных входных данных, поступающих от датчиков, так как оборудование может не обеспечивать надежные показания по различным причинам (таких как, поведение водителей, внешние помехи для датчиков, неточная настройка датчиков), которые могут влиять на правильность входных данных.

Дефаззификация представляет собой переход от функции принадлежности выходной лингвистической переменной к её четкому (числовому) значению. Цель дефаззификации состоит в том, чтобы, используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить количественные значения для каждой выходной переменной, которое используется внешними по отношению к системе нечеткого вывода устройствами.

Постановка задачи

Ситуация - набор значений признаков, описывающих состояние объекта управления в некоторый момент времени. В ситуационном управлении все возможные состояния объекта управления описываются набором эталонных ситуаций $S = \{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_n\}$, каждая из которых представляет совокупность лингвистических значений признаков, т.е.

$$\tilde{s}_i = \{ \langle \mu_i(y_i)/y_i \rangle, y_i \in Y \} \quad (1)$$

где $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ - множество факторов, значениями которых описываются состояние объекта управления. Каждый признак описывается соответствующей лингвистической переменной y_i, T_i, D_i , где $T_i = \{T_1^i, T_2^i, \dots, T_m^i\}$ - терм-множество лингвистической переменной y_i (набор лингвистических значений признака, m_i - число значений признака); D_i - базовое множество признака y_i .

$\mu_i(y_i) = \{\mu_{\mu(y_i)} T_j^i / T_j^i\}$ - функция принадлежности лингвистической переменной (фактора) y_i , характеризующую ситуацию $\tilde{s}_i$, которая может принимать значение $[0,1]$. 0 означает отсутствие принадлежности, 1 - полную принадлежность.

Нечеткая ситуация представляет собой совокупность нечетких значений факторов, характеризующих состояния объекта управления. Стоит отметить, что ограниченный набор нечетких ситуаций может описывать практически бесконечное число состояний объекта управления.

Основная задача нечеткого ситуационного управления заключается в распознавании входной нечеткой ситуации $\tilde{s}_0$, которая характеризует текущее состояние системы, и выбору соответствующей ей управляющего решения R_i из множества $\{R_1^i, R_2^i, \dots, R_N^i\}$.

Текущее состояние системы представляет собой нечеткую ситуацию, которая сравнивается со всеми типовыми ранее определенными нечеткими ситуациями. Определяется типовая ситуация близкая к входной. После осуществляется принятие решения на основе определения управляющего воздействия.

Определение признаков и нечетких правил

Пусть транспортный поток будет описан нечеткими признаками:

- Скорость движения. Для данного признака определены следующие терм-множества {маленькая, средняя, большая}:

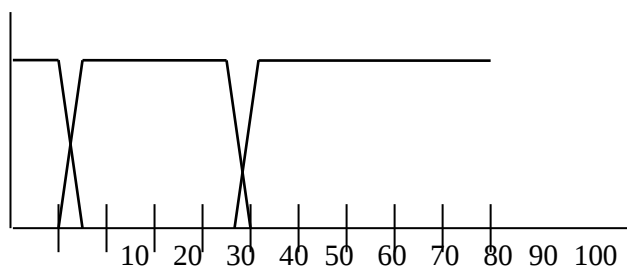


Рисунок 1 Функция принадлежности для признака скорость, где 1 – маленькая, 2 – средняя, 3 – большая

- Изменение скорости. Терм множества будут следующие {маленькое, среднее, большое}:

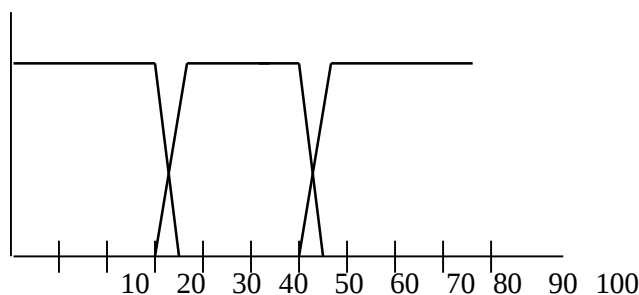


Рисунок 2 Функция принадлежности для признака изменение скорости, где 1 – маленькое, 2 – среднее, 3 – большое

- Признак «плотность» - {маленькая, средняя, большая}:

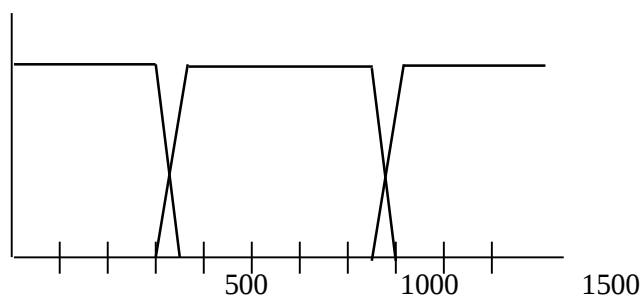


Рисунок 3 Функция принадлежности для плотности потока, где 1 – маленькая, 2 – средняя, 3 – большая

- Признак «изменение плотности потока» – {маленькое, среднее, большое}:

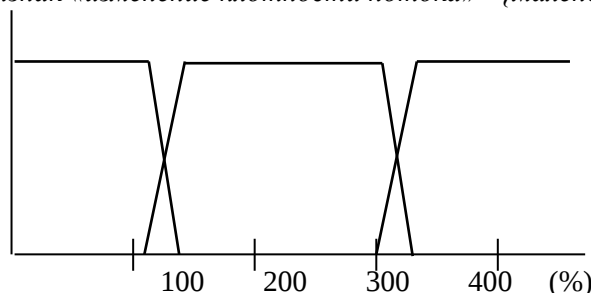


Рисунок 4 Функция принадлежности для изменения плотности потока, где 1 – маленькая, 2 – средняя, 3 – большая, 4 – очень большая

Когда возникает инцидент, то на дороге образуется затор. Как только инцидент считается устраненным, то пропускная способность дороги увеличивается и затор рассеивается. Алгоритм определяет состояние дорожного движения по изменению плотности и скорости движения потока.

Определим нечеткие правила, которые используются для описания отношения между входными и выходными данными, так как посредством нечетких правил можно определить текущее состояние дорожного движения. В итоге получилось 81 правило:

Таблица 2

Некоторые нечеткие правила для определения текущего состояния дороги

№	Скорость	Изменение скорости	Плотность	Изменение плотности	На выходе
1	Маленькая	Маленькое	Маленькая	Маленькое	Инцидент
22		Большое	Средняя	Маленькое	Инцидент
31	Средняя	Маленькое	Средняя	Маленькое	Норм
38		Среднее	Маленькая	Среднее	Норм
58	Большая	Маленькое	Средняя	Маленькое	Норм
81		Большое	Большая	Большое	Инцидент

Алгоритм обнаружения дорожных инцидентов будет выдавать один из следующих результатов:

- 1 – движение нормальное
- 2 – есть вероятность возникновения инцидента
- 3 – инцидент обнаружен

В течение определенного периода времени будет анализироваться состояние дорожного движения на предмет возникновения инцидента. Если анализ показал, что движение не является

нормальным, то считается, что вероятно произошел инцидент (ситуация 2), иначе – ситуация 1. Если на протяжении 3х интервалов измеряемого времени движение не нормализовалось, то считается, что дорожный инцидент произошел, тогда на выходе будет ситуация 3. Если поток нормализовался, значит, инцидент был устранен, и на выходе будет снова 1.

Построение алгоритма на основе нечеткой логики

Лотфи Заде разработал идею формализации алгоритма нечеткого управления с помощью ло-

гических правил, то есть логические правила с неопределенными предикатами могут быть использованы для получения выводов из неопределенно сформулированных данных (Мамдани, 1976г.). Санчез (1979г.) и Гупта (1986г.) предложили нечеткий алгоритм управления для многомерных систем.

Анализ многофакторной структуры является важной проблемой в нечетких системах

IF (X^1 is A_1^1) and (X^2 is A_2^1) and (X^3 is A_3^1) and (X^4 is A_4^1) THEN (Y^1 is B_1^1)

...

IF (X^1 is A_1^i) and (X^2 is A_2^i) and (X^3 is A_3^i) and (X^4 is A_4^i) THEN (Y^1 is B_1^i) (2)

...

IF (X^1 is A_1^{81}) and (X^2 is A_2^{81}) and (X^3 is A_3^{81}) and (X^4 is A_4^{81}) THEN (Y^1 is B_1^{81})

где

X^1, X^2, X^3 и X^4 – входные переменные, которые означают скорость потока, изменение скорости, плотность потока и изменение плотности соответственно.

Y_1 – выходная переменная, которая означает текущее состояние дороги.

A_1^i, A_2^i, A_3^i и A_4^i – ранее определенные нечеткие признаки для каждой нечеткой переменной.

B_1^i – выходной нечеткий терм, который принимает значение «Норм» или «Инцидент».

i – обозначает номер нечеткого правила $i = (1..81)$.

Эти термы являются лингвистическими значениями, представленными в виде нечетких подмножеств пространств X_1, X_2, X_3, X_4 и Y_1 . Для нечетких правил с одним входом и одним выходом (**IF (X is A_i) THEN (Y is B_i)**) нечеткое отношение R_i определяется как нечеткое пересечение нечетких множеств A_i и B_i :

$$R_i = A_i \cap B_i \quad (3)$$

R_i определяется как декартовым произведением пространств $(X \times Y)$ и характеризуется функцией принадлежности μ_R :

$$R_i(x, y) = A_i(x) \wedge B_i(y), \mu_R \times Y \rightarrow [0, 1] \quad (4)$$

Функция принадлежности нечеткого отношения представляет собой:

$$\mu_B(y) = \max \min\{\mu_{A1}(x_1) \times \mu_{A2}(x_2) \times \mu_{A3}(x_3) \times \mu_{A4}(x_4), \mu_R(x_1, x_2, x_3, x_4, y)\} \quad (9)$$

где $x_1 \in A_1, x_2 \in A_2, x_3 \in A_3, x_4 \in A_4$

$$\mu_R = \max\{\mu_{B1}(x_1, x_2, x_3, x_4, y), \dots, \mu_{B81}(x_1, x_2, x_3, x_4, y)\} \quad (10)$$

Заключение

В данной работе был предложен алгоритм обнаружения дорожных инцидентов на основе нечеткого ситуационного управления. Были определены лингвистические переменные для описания закономерности изменения дорожного движения, а также определена функция принадлежности и

управления. Система с множеством входных данных и одним выходным может быть задана условным правилом «IF - THEN». Исследуемая система управления обнаружения инцидентами имеет 4 типа входных данных (скорость потока, изменение скорости потока, плотность, изменение плотности потока) и одно выходное (текущее состояние системы), поэтому построение нечеткой системы будет выглядеть следующим образом:

$$\mu_R(x, y) = \vee_i R_i(x, y) = \vee (A_i(x) \wedge B_i(y))$$

(5)

Таким образом, для заданного нечеткого отношения R от X к Y и для заданных нечетких значений входного A , нечеткий вывод B определяется максиминной композицией (произведением):

$$B = \cup (A \circ R) \quad (6)$$

$$\mu_B(y) = \max \{\min(\mu_A(x), \mu_R(x, y))\}$$

Может быть выведена закономерность для нечетких систем с несколькими входными данными и одним выходным:

$$R_i^j = A_{ij} \cap B_i^k \quad (7)$$

где i – номер нечеткого правила, $i=1..81$.

j – обозначает входные переменные, $j=1..4$.

k – обозначает выходную переменную, $k=1$.

Применяя определение (5) для подсистемы с несколькими входами и одним выходом для выхода B получаем следующую закономерность:

$$B^1 = \cup (A_1, A_2, A_3, A_4) \circ R_i^j \quad (8)$$

где R является четырех мерной нечеткой матрицей, $B1$ одномерным нечетким выводом. Таким образом, функцию принадлежности для многомерных систем в соответствии с (5) можно определить следующим образом:

Функция принадлежности для R будет определяться следующим образом для исследуемой системы:

нечеткие правила для определения текущего состояния движения. Была выведена закономерность для определения управляющего решения для многомерных систем.

Недостатком предложенного алгоритма можно выделить следующее: в данном исследовании использовались только четыре типа входных данных (скорость потока, изменение скорости,

потока, плотность движения, изменение плотности движения), но при этом во внимание не берутся такие данные как, время суток (день/ночь), день недели, погодные условия, состояние дороги, которые могут быть важны в системе управления дорожными инцидентами. Тем не менее структура нечеткой системы построена таким образом, что дает в дальнейшем возможность изменить структуру системы, то есть определить иные нечеткие переменные и сформировать новые нечеткие правила управления.

Список литературы

- [1] Abdulrahman Alkandari, Imad Fakhri Al-Shaikhli. Accident Detection and Action System Using Fuzzy Logic Theory/ Proceedings of 2013 International Conference on Fuzzy Theory and Its Application. National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan, Dec. 6-8, 2013. 385 – 390 с.
- [2] Manstetten D., Maichle J. Determination of traffic characteristics using fuzzy logic/Vehicle Navigation and Information Systems Conference. VNIS'96 (Volume 7). 1996 – 43 – 53с.
- [3] Kong Yaguang, Xue Anke «Urban Traffic Incident Detection Based On Fuzzy Logic/ IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on – 2006г - 772 – 775с.
- [4] Yaser E. Hawas. A fuzzy-based system for incident detection in urban street networks/Transportation Research Part C 15 – 2007г. - 69–95с.
- [5] Карелин В.П. Модели и методы представления знаний и выработки решений в интеллектуальных информационных системах с нечеткой логикой. Вестник ТИУЭ. – 2012. – №2. – С. 75-83.
- [6] Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990.
- [7] Сапего Ю.С., Николаев А.Н. Разработка системы управления дорожными инцидентами/ Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции 27 февраля 2015 года. Под ред. М.Г. Петровой. – Белгород: ИП Петров М.Г., 2015 – Часть III – 156с
- [8] Руководство “Highway Capacity Manual 2000” URL: <http://www.arteryline.ru/rukovodstvo-highway-capacity-manual-2000-soderzhanie/>
- [9] Штовба С. Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>

Талыпов Кубатбек Кемелович

ОБ ОДНОЙ ПРОГРАММЕ РАСЧЕТА ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ НА ОСНОВЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

*кандидат технических наук, заведующий лабораторией Института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР,
г.Бишкек, Кыргызстан*

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся некоторые результаты разработки программного обеспечения для расчета вегетационных индексов на основе спутниковых снимков и их место в системе «Цифровой Кыргызстан» развиваемого в Центре наблюдения Земли и Цифровая Земля Института физико-технических проблем и материаловедения НАН КР для решения задач мониторинга сельскохозяйственных угодий с использованием данных ДЗЗ.

ABSTRACT

The article presents some results of development of software for calculation of vegetation indexes derived from satellite images and their place in the "Digital Kyrgyzstan" developed at the Center for Earth observation and Digital Earth of the Institute of physico-technical problems and material science of national Academy of Sciences to solve problems in

agricultural land monitoring using remote sensing data.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, вегетационные индексы, программное обеспечение

Keywords: remote sensing, vegetation index, software

Большинство современных технологий анализа растительности и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур на основе данных дистанционного зондирования используют такие физические свойства растений, как спектральная отражательная способность. Информация о состоянии растительности с ее спектральной отражательной способностью позволяют использовать аэрокосмические снимки для идентификации типов растительности и ее состояние. Для расчетов спектральной информации применяют так

называемые индексные изображения. Спектральные индексы, используемые для изучения и оценки состояния растительности, получили название «вегетационных индексов».

В настоящее время известны около 160 вариантов вегетационных индексов, которые подбираются эмпирически с использованием особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв.

Сейчас имеется ряд программных комплексов, которые позволяют каким-либо образом рассчитывать вегетационные индексы. Это, например, такие программы как ERDAS imagine, ER Mapper, PCI(EASI/PACE), TNTmips, ENVI Research systems со встроенным языком IDL, VISTA, IDRISI, Ракурс, LESSA и др. Каждая из этих систем ориентирована либо на общие задачи обработки изображений, такие как улучшение качества, наложение растровой и векторной график, добавление базы данных. Более универсальным является ENVI Research systems.

В целом ГИС является результатом объединения различных технологий обработки данных. Обычно для работы ГИС необходимо специализированное программное обеспечение для обработки пространственно-распределенных данных, состоящих из нескольких слоев – спектральных составляющих. Необходимы также средства анализа, сегментации и интерпретации вычисляемых характеристик для конкретных целей интерпретации.

В ИФТПиМ НАН КР [1,2] проводятся исследования, направленные на создание и поддержку географической информационной системы «Цифровой Кыргызстан» на основе аэрокосмических изображений, а также развитие оптических, голографических, оптико-электронных и цифровых методов обработки визуальной информации в целях межотраслевого изучения природных ресурсов.

Программный комплекс, разрабатываемый в Центре наблюдения Земли и цифровая Земля ИФТПиМ НАН КР соответствует основным требованиям, необходимым при обработке изображений:

- визуализация данных ДЗЗ;
- анализ мультиспектральных и гиперспектральных изображений;
- интерактивное дешифрирование и классификация объектов;
- анализ растительности с использованием вегетационных индексов (NDVI);
- улучшение качества изображений;
- поддержка широкого диапазона растровых и векторных форматов;
- обеспечение поддержки данных ДЗЗ, полученных с различных спутников

Важное место в ГИС занимают алгоритмы и программы выделения спектральных составляющих изображения, которые (как показано ниже) используются в различных задачах интерпретации полученных снимков для конкретных задач экологии, геологии и сельского хозяйства [2].

Следующей после выборки изображений и выделения нужной спектральной составляющей важной составной частью программного обеспечения является улучшение качества и препарирование изображений. Базовые программы для этой системы были описаны в [1]. Пример выполнения таких модулей для выделения контурных элементов изображения приведен в [2].

Индексы, рассчитываемые с помощью данного программного обеспечения

Программное обеспечение позволяет в автоматическом режиме рассчитывать и интерпретировать карты различных индексов для целей сельскохозяйственного мониторинга, экологического анализа или геологического дешифрирования. В названных выше программных системах такой расчет не полностью автоматизирован и вероятность внесения ошибок выделения и расчета большая.

Отражение растительного покрова в красной и ближней инфракрасной областях электромагнитного спектра тесно связано с его зеленой фитомассой. Первый вегетационный индекс является отношением яркостей, который вычисляется по формуле:

$$RVI = NIR / Red$$

Для того чтобы количественно оценить состояние растительности, широко применяется нормализованный разностный вегетационный индекс **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**. NDVI характеризует плотность растительности, позволяет растениеводам оценить всхожесть и рост растений, продуктивность угодий. Индекс рассчитывается как разность значений отражения в ближней инфракрасной (NIR) и красной (Red) областях спектра, деленная на их сумму (Рис.1).

Этот индекс рассчитывается по формуле

$$NDVI = \frac{\rho(NIR) - \rho(R)}{\rho(NIR) + \rho(R)}$$

где $\rho(R)$ – коэффициент отражения в красном спектре, $\rho(NIR)$ – коэффициент отражения в ближней инфракрасной спектральной зоне.

Для растительности индекс принимает положительные значения, и чем больше зеленая фитомасса, тем значения индекса выше. Для зеленой растительности индекс принимает значения от 0,2

до 0,8. На значения индекса влияет видовой состав растительности, цвет почвы под растительностью, состояние и экспозиция.

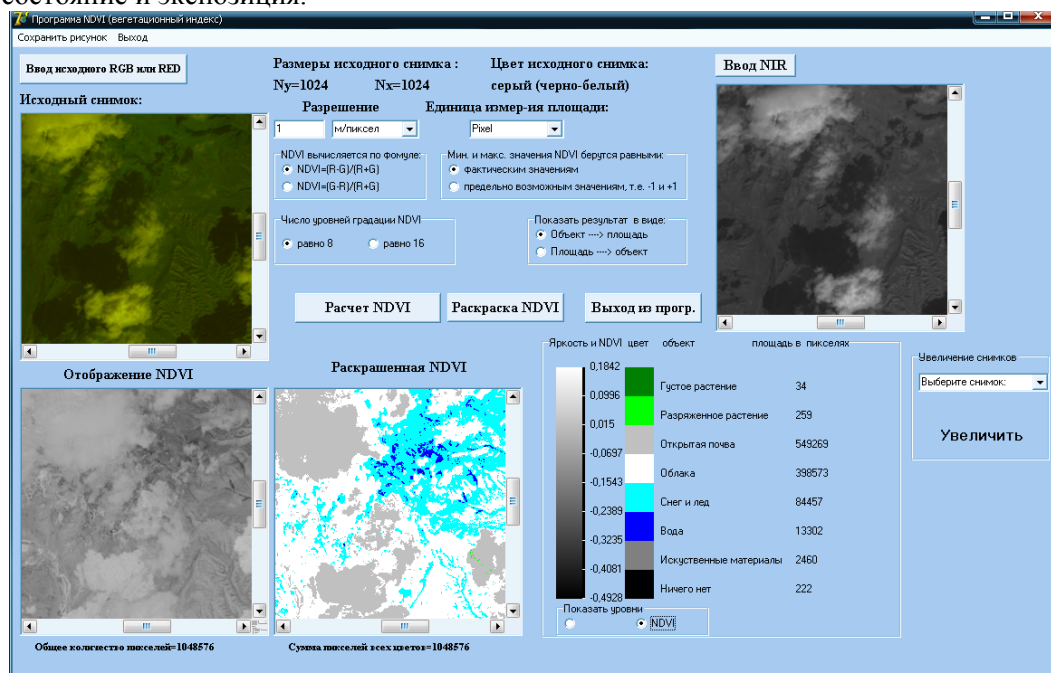


Рис.1. Пример расчета вегетационного индекса NDVI для вычисления площадей культур

Индекс VCI вычисляется следующим образом:

$$VCI_j = (NDVI_j - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \times 100\%,$$

где VCI_j – значение индекса условий роста растительности для даты j ; $NDVI_j$ – индекс NDVI значений для даты j ; $NDVI_{max}$ – максимальное значение NDVI внутри всего набора данных; $NDVI_{min}$ – минимальное значение NDVI внутри всего набора данных.

Использование индекса условий вегетации VCI позволяет учесть естественное изменение спектральных характеристик растительности в течение вегетационного периода, уменьшает влияние природных факторов (погодных условий, экосистемных изменений, почвенных, топографических условий), позволяет сравнивать между собой отсчеты NDVI в разных природных зонах, разных ландшафтах и при разных погодных условиях.

В целом вегетационные индексы дают только относительные оценки свойств растительного покрова, которые могут быть интерпретиро-

ваны с привлечением полевых данных, так называемой «калибровкой», могут быть пересчитаны в абсолютные.

Литература

1. К. К. Талыпов, А. Дж. Аккозов, Г. Самудинов кызы. Программный комплекс обработки цифровых аэрокосмических снимков для ГИС. // Научный и информационный журнал «Материаловедение». Труды I Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых "Инновационные технологии и передовые решения". -г. Бишкек, 2013 г. –с. 219-222.
2. К. К. Талыпов, А. Дж. Аккозов, Н. С. Тилебаева. О специальном программном обеспечении обработки данных дистанционного зондирования Земли для ГИС «Цифровой Кыргызстан». // Научный и информационный журнал «Материаловедение» № 2/2014(5). Труды II Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения». -г. Бишкек 2014г. –с. 178-182.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bazarov Erkin¹ Olimov Kasim², Yuldashev Bekhzod³

THE FORMATION OF DEUTERONS IN ^{16}O COLLISIONS AT 3.25 A GeV/c

¹doctor of sciences in physics and mathematics
of Physical - Technical Institute

²doctor of sciences in physics and mathematics
of Physical - Technical Institute

of Academy of Sciences of Republic Uzbekistan

³ Institute of Nuclear Physics of Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan
doctor of sciences in physics and mathematics,
professor, academician

Аннотация. Проведен обзор экспериментальных работ по образованию дейтронов в ^{16}O -соударениях при 3.25 А ГэВ/с. Показано, что средняя множественность дейтронов зависит от степени возбуждения фрагментирующего ядра. Она наибольшая при максимальном возбуждении ядра кислорода и убывает с ее уменьшением. Средние значения полного, продольного и поперечного импульсов дейтронов не зависят от степени возбуждения фрагментирующего ядра. Образование дейтронов и других легких фрагментов, а также заряженных пионов происходит независимо друг от друга.

Ключевые слова: дейтрон, ядро, соударение, возбуждение, фрагмент, множественность;

Key words: deuteron, nucleus, collision, excitation, fragment, multiplicity.

Abstract. The results of a brief review of experimental studies on the formation of deuterons in ^{16}O collisions at 3.25 A GeV/c are presented. It is shown that the average multiplicity of deuterons depends on the degree of excitation of the fragmenting nucleus. It is the largest at the maximum excitation of the oxygen nucleus and decreases with its decrease. The mean value of the total, longitudinal and transverse moments of deuterons do not depend on the degree of excitation of the fragmenting nucleus. Formation of deuterons and other light fragments and pions occurs independently.

Study of the production of light fragments – p , d , t and ^3He in the fragmentation of relativistic nuclei is of particular interest, as these fragments, with the inclusive cross section, commensurate with the inelastic cross section of the reaction can be witnessed almost all stages of hadron-nucleus collisions – quasielastic knockout of their primary

particle from the nucleus, the Fermi-collapse of the excited residual nucleus and evaporation intermediate weakly excited residual nucleus.

This paper deals with some analysis of studies on the formation of deuterons in the interactions of oxygen nuclei with protons at 3.25 A GeV/c. As is well known [1,p.1388], deuterons can be formed by the Fermi-collapse of the excited residual nucleus oxygen from the decay of the intermediate excited nuclei such as $^6\text{Li}^*(\alpha + d)$, $^{10}\text{B}^*(2\alpha + d)$, $^{16}\text{O}(^{14}\text{N} + d)$ (in brackets are the decay channels of excited nuclei), the merger of cascade nucleons – protons and neutrons, as well as the destruction of α -cluster ($2d$) under the influence of the proton target associated with the α -cluster structure of the oxygen nucleus. The experimental data were obtained by the 1 m hydrogen bubble chamber LHE JINR, irradiated by oxygen nuclei with momentum 3.25 A GeV/c in the Dubna synchrophasotron, and are based on a fully measured 8712 inelastic ^{16}O events. Methodical features of the experiment associated with the separation of fragments by mass, and the determination of their kinematic characteristics are given in [2,p.497,3,p.336]. The experimental results are compared with the predictions of the cascade-fragmentation evaporation model (CFEM) [4,15p.,5,p.649]. As part CFEM for interactions of light nuclei and nucleons main mechanism of fragments (except nucleons) is the collapse of the excited residual nucleus thermalized after the intranuclear cascade. For light nuclei, such as ^{16}O evaporative mechanism of formation of fragments in the model is ignored, even including the nucleons. Table 1 shows the experimental and calculated on CFEM average multiplicities and inclusive cross sections for light fragments with mass numbers $A \leq 3$.

Table 1

The average multiplicity $\langle n_i \rangle$ and inclusive cross sections the yield of light fragments ^1H , ^2H , ^3H and ^3He in the experiment and CFEM

Type of fragment	^1H	^2H	^3H	^3He
$\langle n_t \rangle$ (exp)	1.78 ± 0.02	0.331 ± 0.007	0.141 ± 0.005	0.142 ± 0.005
$\langle n_t \rangle$ (CFEM)	1.75 ± 0.01	0.249 ± 0.003	0.108 ± 0.001	0.152 ± 0.002
$\sigma_{\text{in}}(\text{exp}), \text{mbn}$	594.5 ± 5.5	110.6 ± 2.3	45.0 ± 1.6	45.4 ± 1.6
$\sigma_{\text{in}}(\text{CFEM}), \text{mbn}$	584.5 ± 2.2	83.2 ± 1.2	34.5 ± 0.7	48.6 ± 0.8

As can be seen from Table 1 average multiplicity (inclusive cross sections) deuterons in the experiment is 1.33 times higher than the estimated average multiplicity (inclusive cross sections) for CFEM. In good agreement with experiment are predicting CFEM nuclei ^1H and ^3He . Inclusive cross section for deuteron in the experiment is about 19% cross section of protons and ≈ 2.4 times the cross sections of the mirror nuclei ^3H and ^3He . Experimental data for the mirror nuclei ^3H and ^3He within statistical errors very well coincide with each other. The big difference with the predictions KFIM and experiment is observed also in the formation of nuclei ^3H . It also shows that in the model of the ^3He isotope has a ≈ 1.4 times more born than neutron-rich nucleus ^3H . This apparently indicates that the model charge proton participates in the formation of the target fragments nucleon, and is not involved in the experiment. Thus, the mechanisms of formation of few-nucleon fragments embedded in axiomatic CFEM are clearly insufficient for a quantitative description of experimental data on the formation of nuclei with mass numbers $A \leq 3$.

It is interesting to consider the dependence of the average multiplicity of deuterons on the degree of excitation of the oxygen nucleus. This dependence has been studied in [6,p.51]. As a measure of the degree of excitation of the fragmenting nucleus of oxygen in [6,p.51] was adopted by the total charge (Q) fragments with $z \geq 2$ (see. Fig. 1).

Fig. 1 shows that in the model and quantity $\langle n_d \rangle$ monotonically decreases with increasing Q, that

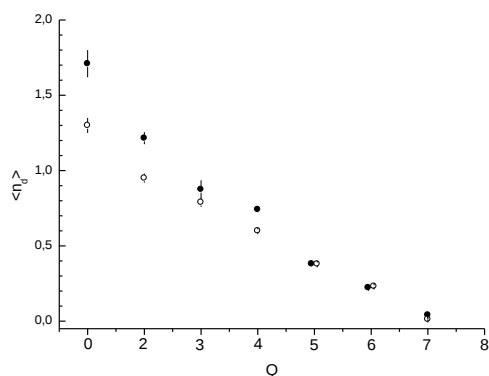


Fig. 1. The dependence of the average multiplicity of deuterons on the total charge of fragments with $z \geq 2$ in the experiment (●) and CFEM (○).

with a decrease of the degree of excitation of the oxygen nucleus. Thus, for values of $Q \geq 5$ (in peripheral collisions) the experimental values and the predictions CFEM within statistical errors are the same. Such a coincidence, apparently due primarily to the law of conservation of electric and baryon charges, leading to a decrease of the number of particles that accompany the formation of multiply charged fragments. Along with a decrease in the absolute value of the contribution of the Fermi-collapse occurs also reduce the contribution of other possible mechanisms for the formation of deuterons in the experiment, unrecorded in CFEM. In the $Q \leq 4$ experimental values of $\langle n_d \rangle$ systematically higher than in CFEM. The biggest difference of mean multiplicities of deuterons in the experiment and CFEM observed at the highest levels of excitation fragmenting nucleus oxygen ($Q \leq 2$). In such excitations fragmenting nucleus is natural to expect, along with an increase in the contribution of the Fermi-collapse and increasing contributions unrecorded in CFEM fracture mechanisms α -cluster decay of the excited compound nucleus ^6Li , as well as the growth contribution of formation of deuterons by fusion of protons and neutrons.

In [6,p.51] also investigated the dependence of the mean value of the total momentum of deuterons $\langle p \rangle$ on the value of Q in the rest frame of the oxygen nucleus (see Fig. 2). Fig. 2 shows that the experimental values of $\langle p \rangle$, making within the statistical errors on average 345 MeV/c, almost independent of the value of Q.

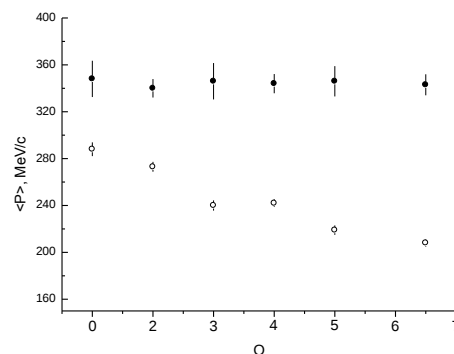


Fig. 2. Dependence of the mean value of the total momentum of deuterons on the total charge of fragments with $z \geq 2$ in the rest frame of the nucleus of oxygen in the experiment (●) and CFEM (○).

To determine the cause of the independence of the average of the total momentum of deuterons on the degree of excitation of the fragmenting nucleus was analyzed momentum spectra of deuterons Group with different values of Q . The momentum spectrum of deuterons was conditionally divided [7,p.1451] into three parts, corresponding to the appearance, mainly the collapse of the Fermi mechanism ($0 < p < 275$ MeV/c) coalescence ($p > 535$ MeV/c) and $275 < p < 535$ MeV/c – a superposition of the mechanisms of formation of deuterons from the destruction of α -cluster and the collapse of the excited nucleon systems with the structure ($\alpha + {}^2\text{H}$, $2\alpha + {}^2\text{H}$ and $3\alpha + {}^2\text{H}$). Calculated under these assumptions the share of deuterons in three areas momentum is shown in Fig.

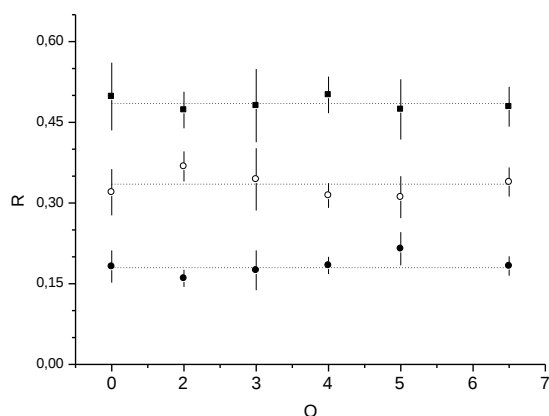


Fig. 3. The experimental dependence of the relative contributions of different mechanisms of formation of deuterons on the total charge of fragments with $z \geq 2$ in the collapse of a Fermi (■), in the intermediate region with $0.275 \leq p \leq 0.535$ MeV / c (○) and in the coalescence of the proton and neutron (●).

depending on the presence or absence of the deuteron in the event [7,p.1451]. Table 2 shows the average multiplicities of light fragments (${}^1\text{H}$, ${}^3\text{H}$, ${}^3\text{He}$

and ${}^4\text{He}$) in events with and without deuteron. Also given and calculated data on CFEM.

Table 2
Average multiplicity of light fragments in the events with the formation of the deuteron ($n_d \geq 1$) and without the deuteron ($n_d = 0$)

		The fragment type			
		${}^1\text{H}$	${}^3\text{H}$	${}^3\text{He}$	${}^4\text{He}$
$n_d=0$	Exp	1.28 ± 0.02	0.087 ± 0.004	0.088 ± 0.004	0.476 ± 0.011
	CFEM	1.52 ± 0.01	0.096 ± 0.002	0.137 ± 0.003	0.359 ± 0.005
$n_d \geq 1$	Exp	2.24 ± 0.04	0.232 ± 0.011	0.253 ± 0.012	0.806 ± 0.020
	CFEM	2.64 ± 0.03	0.156 ± 0.006	0.211 ± 0.007	0.356 ± 0.010

As can be seen from Table 2, the average multiplicities of light fragments correlated with the presence in the event of the deuteron. In events with the formation of the deuteron multiplicity all considered light fragments larger than in its absence. This fact indicates that the formation of deuterons occurs mainly in the processes with a strong destruction of the original nucleus and of his fragmentation to light few-nucleon fragments. The process looks as if there is an interaction with the α -proton nucleus cluster of oxygen, which then decays into two deuterons, or one of the mirror nuclei (${}^3\text{He}$

or ${}^3\text{H}$) and the corresponding nucleon. In the second case the deuteron is formed due to the pick-up missing the nucleon. This is supported by the table 3 and fact that in the events with formation of the deuteron, the ${}^4\text{He}$ nucleus appears almost 2 times more likely. Comparison with CFEM shows that in the experiment the average multiplicity of fragments ${}^1\text{H}$ and ${}^4\text{He}$ in the events of the birth of the deuteron in ≈ 1.75 times more than in the events without the deuteron. To mirror nuclei ${}^3\text{H}$, ${}^3\text{He}$ is the difference exceeds 2.7 times. It should be noted that the average of the plurality of nuclei within the statistical error,

regardless of the birth event deuteron coincide with each other. In CFEM positive correlation between the average multiplicity of fragments and the presence of the deuteron in the event there are only fragments with mass number $A \leq 3$, whereas for ^4He within statistical error correlations are absent. We also note that in the model, in contrast to the experiment, matching the average multiplicities for mirror nuclei is observed; the average multiplicity of ^3He is ≈ 1.4 times more than the average multiplicity isotope ^3H .

CFEM regardless of the deuteron in the event of the birth of overestimates and underestimates the formation of proton nuclei ^4He that, apparently, due to the neglect of a model α -cluster structure of the nucleus ^{16}O . Table 3 shows the average multiplicity of fragments with charges $1 \leq z_f < 7$ is not separated by mass, depending on the availability of the deuteron in the event [7,p.1451].

Table 3
The average multiplicity of fragments in events with and without deuteron

n_d	The charge of fragment						
	1	2	3	4	5	6	7
0	1.37 ± 0.03	0.56 ± 0.01	0.063 ± 0.003	0.035 ± 0.002	0.076 ± 0.003	0.216 ± 0.005	0.247 ± 0.006
≥ 1	2.47 ± 0.04	1.06 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.054 ± 0.005	0.067 ± 0.006	0.126 ± 0.008	0.022 ± 0.003

Note that the average multiplicity of singly charged fragments is presented without taking into account the multiplicity of deuterons (as trigger particle) deuteron in the event [7,p.1451]. Note that the average multiplicity of singly charged fragments is presented without taking into account the multiplicity deuterons (as trigger particle).

Here, just as in the Table 2, the correlation between the average multiplicity of fragments and the presence of the deuteron in the event: for fragments with $z_f \leq 4$ are positively correlated, and for fragments with $5 \leq z_f \leq 7$ – negative that seems to be due to

conservation of baryon charge and the manifestation of the above-mentioned model α -cluster structure of the nucleus ^{16}O .

To determine the presence or absence of correlation between the mechanisms of formation of deuterons and other light fragments – protons, tritium and helium-3, consider the average multiplicity of fragments depending on the angle of emission of deuterons [7,p.1451]. Table 4 shows the average multiplicity of light fragments (^1H , ^3H , ^3He and ^4He) depending on the angle of departure of the deuteron in the rest of the oxygen nucleus.

Table 4
Average multiplicity of light fragments in events with emission of deuteron back and forward in the rest frame of the nucleus of oxygen

ϑ_d	Type of fragment			
	^1H	^3H	^3He	^4He
$\leq 90^\circ$	2.31 ± 0.04	0.215 ± 0.011	0.235 ± 0.012	0.746 ± 0.021
$> 90^\circ$	2.35 ± 0.05	0.242 ± 0.019	0.251 ± 0.019	0.753 ± 0.029

The data in Table 4 show that, within the statistic error, the mean multiplicity of the considered fragments do not depend on the angle of emission of the deuteron. That means (given the significant difference in the mechanisms of formation "deuteron-back" and "forward-deuteron") that the formation of associated light fragments is not related to the manner in which they are born deuterons. In other words, it can be argued that the mechanisms of light fragments independent. A similar result was obtained recently in the analysis of momentum features of light fragments – protons, deuterons, tritium and helium-3 in the events of production and no production α -particles in $^{16}\text{O}p$ collisions at 3.25 A GeV/c. It has been shown that the average values and widths of the spectra of light fragments on the full and transverse momenta

were independent of the presence or absence in the event of α -particles. The dependence of the average multiplicity and kinematic characteristics of the deuteron in the event on the presence of the charged pion [6,p.51]. To avoid the influence of the charge of the proton target on the studied correlations, consider pions from the projectile, ie will deal with the fast ($P > 0.5 \text{ GeV}/c$) π^+ - and π^- -mesons produced mainly as a result of inelastic charge of one or more nucleons in the nucleus of oxygen during the intranuclear cascade ($n \rightarrow p + \pi^-$, $p \rightarrow n + \pi^+$ Table 5 shows the average multiplicity and average values of the total and the transverse momentum of the deuteron and subject to availability in the event of fast π^+ or π^- -meson.

Table 5

The average multiplicity and average values of the total and the transverse momentum of the deuteron in the rest frame of the nucleus of oxygen depending on availability in the event of a charged pion

Value	The presence of charged pions in the event			
	$n\pi^+ = 0$	$n\pi^+ \geq 1$	$n\pi^- = 0$	$n\pi^- \geq 1$
$\langle n \rangle$	0.287 ± 0.008	0.412 ± 0.018	0.292 ± 0.007	0.441 ± 0.023
$\langle P \rangle$, MeV/c	343 ± 6	345 ± 9	340 ± 5	358 ± 11
$\langle P_{\perp} \rangle$, MeV/c	252 ± 5	253 ± 8	250 ± 5	263 ± 9

From Table 5 shows that the average multiplicity of deuterons in the event of production of charged pions in ≈ 1.45 times more than in the events without their education. It still does not indicate a possible link mechanisms of formation of deuterons and charged pions. This is apparently due to the fact that the events with pion implemented on average a higher level of excitation of the nucleus fragmenting oxygen than their formation without event. Proof of the lack of communication between the mechanisms of formation of deuterons and charged pions are independent of mean values of full and transverse momentum of deuterons from the presence or absence of the charged pion in the event.

It is also seen that the average multiplicity and average impulse responses deuteron within the statistical error does not depend on the sign of the charge of fast pions. Thus, the comparison of the experimental and calculated data on the formation of deuterons in ^{16}O p collisions at 3.25 GeV/c can be concluded that:

- as in the experiment and in CFEM highest average multiplicity deuterons observed at the maximum excitation of the oxygen nucleus and decreases with its decrease. The average multiplicity of deuterons do not depend on the type of mirror nuclei ^3H and ^3He accompanying the birth of the deuteron, which is a consequence of the deuteron isoscalar nucleus;

- there are positive correlations between the multiplicities of charged pions, and deuterons associated with a high level of nuclear excitation of oxygen in the formation of pions;- Experimental values of the mean total and transverse momenta of deuterons, and their emission angles are independent of the degree of excitation of the fragmenting nucleus

of oxygen, which is associated with persistence share of contributions of different mechanisms of their formation; - CFEM qualitatively describing the dependence of the degree of excitation, predicts significantly less than the average total momentum, transverse momentum and emission angle of deuterons. This fact indicates that CFEM, apparently, there is a higher dissipation of excitation energy between nucleons fragments. This leads to the fact that the in model the other fragments, including deuterons, have less kinetic energy, which is observed in the experiment;

- mechanisms of formation of deuterons and other light fragments and charged pions are independent.

The literature

1. V. V. Glagolev, K.G. Gulamov, V.D. Lipin *et al.*//Phys. Atom. Nucl. v. 62. number 6. 1999. P. 1388 – 1392.
2. V. V. Glagolev, K.G. Gulamov, M. Yu. Kratenko *et al.*//JETP Letters, v.58. number 7. 1993. P. 497 – 499.
3. V. V. Glagolev, K.G. Gulamov, M. Yu. Kratenko *et al.*//JETP Letters. v. 59. number 6. 1994. P. 336 – 338.
4. A.S. Botvina, A.S. Lanin *et al.*// Statistical modeling of disorder of easy nucleuses in адрон-nuclear reactions. Preprint. Institute of Nuclear Physics. Moscow. 1990-II0657.15p.
5. A.S. Botvina, A.S. Iljnov, I.N. Mishustin//Nucl. Phys. A507. 1990. P. 649 – 662.
6. K.Olimov, V. V. Glagolev, K.G. Gulamov *et al.*//Nucl. Phys. V. 72. n.1. 2012., P. 51 – 56.
7. E.H. Bazarov, V. V. Glagolev *et al.*//Nucl. Phys. V. 68. n. 8. 2005. P. 1451 – 1455.

Э. М. Годжаев¹, А. Ш. Кахраманов², Ш. В. Алиева³, Т. П. Мусаев⁴,

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРУКТУР ПРИ ДИССИПАТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ

¹ профессор, зав. кафедра Физика, Азербайджанский технический университет, проспект Гусейн Джавид 25, г. Баку, Азербайджан, AZ1073² к.ф.м.н. доцент кафедра прикладное математика Бакинский Государственный Университет, г. Баку, Азербайджан, AZ1073³ докторант, кафедра Физика Азербайджанский технический университет, проспект Гусейн Джавид 25, г. Баку, Азербайджан, AZ1073⁴ к.т.н., доцент, кафедра Физика Азербайджанский технический университет, проспект Гусейн Джавид 25, г. Баку, Азербайджан, AZ1073

Аннотация

В рамках теории автоволновых процессов в распределенных кинетических системах обсуждены результаты моделирования механизмов образования, миграции и взаимодействия дефектов в металлической системе, находящейся под воздействием внешних механических нагрузок. Результаты моделирования применены к биологическим объектам, имеющие внешние щетинки (усики). Анализ морфологии нитей показало, что данные биообъекты можно отнести к особому классу диссипативных структур.

Введение

Известно, что макроскопические уравнения движения для смеси химически взаимодействующих и диффундирующих компонент в ограниченном объеме химического реактора получаются добавлением к уравнениям диффузии нелинейных локальных источников $f(c)$ (химические реакции):

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = f(C_1, \dots, C_n; a_1, \dots, a) + \frac{D_i \partial^2 C_i}{\partial r^2}, i = 1, \dots, n \quad (1)$$

где $C_1, \dots, C_n$ - концентрации n компонент; $a_1, \dots, a_n$ - внешние параметры (константы скоростей химических реакций, постоянные (не эволюционирующие) концентрации и др.).

При этом коэффициенты диффузии не столь велики, чтобы на характерных временах протекания реакций успевало проходить полное перемешивание в реакционном объеме. Условия на границе должны допускать существование стационарного пространственного однородного решения системы уравнений (1).

При анализе стационарного однородного решения, соответствующего равновесию двухкомпонентной системы (1) на устойчивость, показано, что при определенных условиях однородное состояние может стать неустойчивым [2], т.е. при

линеаризации системы (1) должны появляться новые коллективные черты поведения - в ответ на сколь угодно малые возмущения она должна переходить в новое неоднородное стационарное состояние.

В работе [1] рассмотрена двумерная реакционно-диффузионная система, в которой два компонента связаны взаимодействием. Уравнение (2) Здесь через a обозначена концентрация первого компонента - межзельные ионы. Предполагается, что a автокаталитически активизирует собственный синтез и синтез второго h , который, в свою очередь, ингибирует синтез первого. В качестве ингибитора модели [1] выступают вакансии. Пусть, a и h зависят от координат x и y и времени t . При этом ингибитор h обладает большей диффузионной подвижностью, чем активатор.

Рассмотрена скорость изменения, a : это изменение происходит по следующим причинам: 1) подвод в реакционный объем межзельных ионов с постоянной скоростью p ; 2) выход части ионов в результате механизмов рекомбинации ma ; 3) диффузия Da ($9^2a/9x^2 + 9^2a/9y^2$). Наблюдается автокаталитический процесс; в зависимости от вида процессов автокаталитический синтез активатора может быть описан следующими скоростями образования: ka или ka^2 и т. д. Промоделирован эффект ингибирования синтеза активатора. Наиболее прямой путь, которым ингибитор может замедлить действие активатора, состоит в понижении концентрации активатора a . Скорость ингибирования задается в виде ah . Другая возможность заключается в уменьшении скорости автокатализа. В последнем случае это приводит к выражению вида ka^2/h .

Для интерпретации обсуждаемой задачи использована кинетическая система, обладающая перечисленными выше свойствами, которую впервые предложили в [3]. Окончательный выбор был сделан на основе детального анализа экспериментальных данных и обширного литературного материала [3-6].

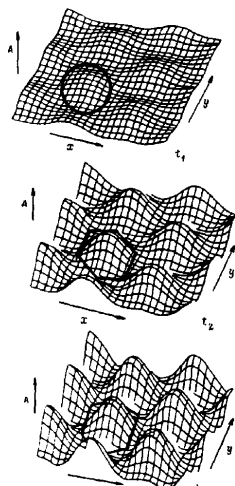


Рис. 1. Отдельные ячейки и эволюция проекционной формы. [1]

Из линейного анализа на устойчивость уравнений (2), подробно рассмотренного в [1,3] получено условие существования мягкой неустойчивости мод для случая произвольно меняющегося p (контрольный параметр) и фиксированных значений остальных параметров:

$$\frac{\partial a}{\partial h} = p + \frac{ka^2}{h} - \mu a + Da \left(\frac{\partial^2 a}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = ca^2 - \nu h + D_h \left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \right)$$

При этом значения $\rho_{\max}$ и критического параметра ρ_c равны

$$\rho = \frac{\mu - 1}{\mu + 1}, \quad \rho_c = \frac{2\mu D}{(\mu D + 1)^2} - 1 \quad (3)$$

Для возникновения неустойчивости типа

мягкой моды необходимо, чтобы $\rho_c > \rho_{\max}$ [3, 4], откуда следует, что

$$Dh2\mu + 1 + 2\sqrt{\mu + 1} \quad (4)$$

где $D = D_h/D_n$, т.е. образование некой диссипативной структуры наступает в данном случае, только если диффузионная подвижность ингибитора h больше, чем величина аналогичного параметра у активатора a . Другими словами, чтобы возникла не осциллирующая структура, требуется наличие "дальнодействующего ингибирования" и "коротко действующей активации". Теперь, когда определен для базовой модели с контрольным параметром p порог самоорганизации, пришли к самому важному моменту для понимания излагаемого подхода. С одной стороны, очевидно, что многообразие механизмов не исчерпывается базовой моделью, так как реальные сценарии образования и взаимодействия дефектов в открытой металлической системе. Если в реальной многокомпонентной модели удастся выделить два «главных», определяющих компонента и форму базовой модели, то вблизи порога самоорганизации, даже не зная химизма протекающих процессов, можно предсказать ее поведение [4].

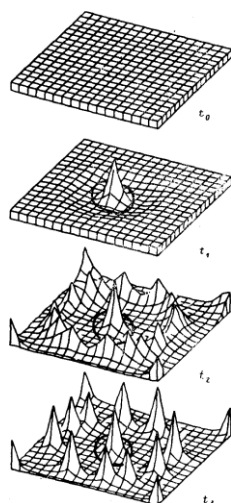


Рис.2. Результаты численного моделирования показывающая образование диссипативных структур для различных моментов времени [4].

Базовая модель (2) исследовалась численными методами в [3-4] с использованием разработанных методов исследования динамики гармонических мод - концепции параметра порядка и управляющего принципа. Опуская математические выкладки, которые представлены в [4], приведем и проанализируем результаты исследований в [3-5]. Рис. 1 иллюстрирует результаты аналитического исследования базовой модели (2) вблизи точки неустойчивости с различными условиями на границе двумерного слоя, размеры которого равны L_1 и L_2 . Возникновение гексагональной пространственной структуры концентрации активатора для трех последовательных моментов времени $t_1 < t_2 < t_3$ [4]. Выделенные на рис.1. области показывают возможную эволюцию проекционной формы отдельной ячейки распределения активатора. Поразительные результаты были получены в [3,5] при численном моделировании базовой модели (рис.2). Здесь дана концентрация активатора, как функция двух пространственных координат для различных моментов времени $t_0 < t_1 < t_2 < t_3$ [3,5].

В процессе образования диссипативных структур могут образовываться усики в виде ионных кластеров, на поверхности металла. Это следует из фазового портрета базовой системы (2) в модификации Мейнхардта [5], где уже при больших возмущениях происходят и большие изменения в значениях концентраций компонент, прежде чем они вернутся к своим стационарным значениям. При этом существует определенное пороговое возмущение, которое необходимо, чтобы механизм проявил такое поведение.

Именно сочетание порогового поведения реакции с диффузией порождает распространяющиеся уединенные концентрационные волны. Авторы работы [7] показали, что такие волны, возбуждаемые в системах реакций с диффузией, существуют и движутся намного быстрее, чем это возможно при простых диффузионных процессах, так что они являются высокоэффективными потенциальными носителями информации в форме конечных изменений концентрации на малых расстояниях. В случае “инфекционного” эффекта авторы [6] имеют дело с механизмом бегущей волны, причем оценки указывают на то, что такой механизм передачи “химических” сообщений эффективен на расстоянии порядка сантиметров за время порядка минут, в то время как чисто диффузионный процесс на аналогичное действие потребовал бы времени порядка многих часов или даже дней. Одна из причин появления тепловых, а значит, “дефектных” структур может быть обусловлена тем, что объемный температурный источник, нелинейным образом зависящий от температуры, порождается именно самой средой в силу указанного выше взаимосопряженного механизма роста тепловой энергии [1], что несомненно делает его подобным автокаталитическому источнику.

Методы теории нелинейных колебаний ранее [8] применялись для изучения явлений в так называемых активных кинетических системах. В биологии — это среды, где протекают автокаталитические реакции, биологически активные мембраны и ткани. Характерными признаками ак-

тивных кинетических сред, это связь между соседними элементарными объемами, которая осуществляется за счет процессов переноса. По аналогии с автоколебательными было предложено назвать кинетические системы, в которых возможно возникновение волн или структур в результате потери устойчивости однородного состояния, авто волновыми [8]. Существуют также искусственно созданные среды — физические аналоги, где эти процессы развиваются подобно тому, как это происходит в химических и биологических системах. Основное требование, предъявляемое к «базовым» моделям — возможность

качественного предсказания бифуркаций, скачков, неустойчивости во времени и пространстве. В процессе образования диссипативных структур могут образовываться усики в виде ионных кластеров, на поверхности металла. Подтверждается ли экспериментами данные численного моделирования базовой модели на биологических объектах.

Целью работы явилась попытка применения данной модели при образовании нитей на поверхности биообъектов.

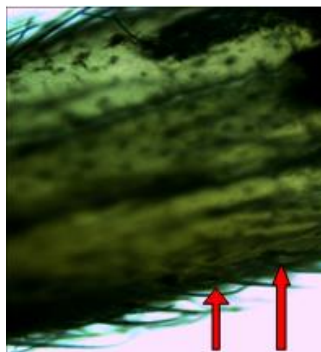


Рис.3 Фрагмент “усиков” на поверхности дикой осы (стрелками снизу показаны данные образования) полученные под микроскопом.

Экспериментальные результаты и их анализ.

Рис. 3 и 4 получены на оптических микроскопах. Фотографии на рис 5-8, имеют иглообразные формы на покровах биообъектов. Это одно из проявлений их диссипации на покровах живых существ.

Покровы тела насекомых и рыб.

Рассмотрены структуры, в образования которых принимают участие покровы тела. Важнейшие из них — элементы внутреннего скелета (апо-

демы, фрагмы, тенторий и др.), а также разнообразные выросты (см. рис 3-7). Покровы тела — это совокупность покровных тканей с их производными, которые отграничивают внутреннюю среду организма насекомых и рыб от внешней среды.

Строение покровов. Кожа представлена однослойной гиподермой и располагающейся над ней кутикулой. Эта схема строения универсальна для всех биообъектов. В зависимости от строения и внешнего вида, покровы могут быть представлены

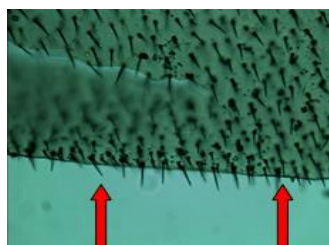


Рис.4. Полученные на атомно-силовом микроскопе подтверждают наличие нанонитей на покрове крыла насекомого (осы)

тонкой, прозрачной и эластичной кутикулой, плотным кожистым покровом, прочным панцирем или отдельными щитками.

Структурные образования покровов.



Рис. 5 Фото, подтверждающее образование тонких нитей -щетинок, сложной формы у морского очень опасного хищника.

Кожа может иметь ровный или неровный рельеф, может быть гладкой, гранулированной или испещренной бороздками, но, помимо этого, на ней обязательно находятся дополнительные придаточные структурные образования, целиком или частично происходящие из клеток гиподермы:

волоски: у большинства семейств они представлены на теле в единичном количестве. Эти образования могут обладать очень разным

строением. Чаще всего они функционируют как органы чувств, но могут быть предназначены и для защиты (такие фотографии даны на рис 3-7)

Очень важную биологическую роль щетинки, именуемые в [1] усиками, играют и в определении удельной поверхности тела. Строение, размеры и положение описанных щетинок дают огромное число признаков первостепенной важности и широко используются в систематике группы.



Рис. 6 Наличие сложных образований в виде нитей (усиков) на поверхности морского объекта.

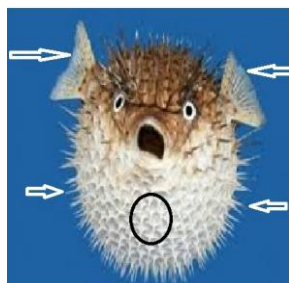


Рис 7. Морской объект сплошь покрытый тонкими нитями- щетинками.



Рис 8. Фотографии морских ежей с многочисленными усиками- щетинками подтверждают их диссипативную структуру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования диссипативных структур Поверхности всех биологических объектов, покрытых нитями, подтверждают их природу как диссипативных структур. Результаты численного моделирования данные на рис. 2 можно частично применить к покровам биообъектов.

Другими представителями объектов с многочисленными иглами на поверхности являются морские ежи. Эти ежи - сферические иглокожие, характеризующиеся вторичным упрощением - "потерей" рук и имеют жесткий панцирь из соединенных друг с другом скелетных пластинок, несущих

педицилляррии и подвижные иглы. С помощью этих объектов некоторые ежи перемещаются по субстрату или зарываются в грунт. Как и звезды, ежи двигаются и при помощи амбулаторных ножек, выходящих сквозь поры в амбулаторных пластинках на брюшной стороне панциря. У этих ежей рот расположен на брюшной стороне тела, а в центре снабжен характерным "грызущим" ротовым аппаратом. играют особую роль для биологии развития, в проблеме формирования организмов (насекомых, морских организмов). Возникновение диссипативных структур, самоупорядочение возможно лишь в откры-

тых системах; при этом существенную роль играет диссипация, рассеивания энергии в открытой системе, находящейся в энергетическом потоке. Математическое доказательство возникновения неоднородности – структурирования, нарушения пространственной симметрии в исходно однородной системе – было представлено А. Тьюрингом [2]. Реакционно-диффузионный механизм возникновения неоднородностей, послужил для нас основой представления биологического морфогенеза живых организмов. Рассмотренные поверхностные покровы наземных и морских биообъектов явились одним из проявлений их диссипативных структур, образованных от основного скелета и взаимодействующих с внешней средой.

Литература

1. В.Д. Русов, В.А. Тарасов, С.М. Ушенко, М.М. Овсянко. Моделирование диссипативных структур и волн концентраций точечных дефектов в открытой нелинейной физической системе "металл+нагрузка+облучение" Вопросы атомной науки и техники. 2001. №4 СЕРИЯ: физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (80), с.3-8.
2. А.М.Тьюринг. The chemical basis of morphogenesis //Phil. Trans. Roy. Soc. London. 1952, Ser. B, v.237, p.37-72.
3. A.Gierer, H.Meinhardt. Lectures on Mathematics in the Life Sciences. 1974, v.7, p.163-189.
4. Г.Хакен. Синергетика. М.: «Мир», 1980, 404с.
5. H.Meinhardt. The algorithmic beauty of seashells. Springer. 1998, 236 p.
6. Дж.Марри. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. М.: <<Мир>>1983, 354 с.
7. N.F.Britton, J.B.Murray //J. Theor. Biol. 1979, v.77, p.317-332.
8. В. А. Васильев, Ю.М. Романовский, В. Г. Яхно. Автоволновые процессы в распределенных кинетических системах, Успехи физических наук, 1979, Том 128, вып. 4, с.628-666.

Годжаев Эльдар Мехралы оглы ¹, Агаева Севда Хасай кызы. ²

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ТРОЙНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ С ЦЕПОЧЕЧНОЙ И СЛОИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

¹Д.ф.м.н. Профессор, Азербайджанский технический университет, пр. Гусейн Джавид 25. Az1073 Баку / Азербайджан

²К.ф.м.н. декан Аэрокосмического факультета, Национальная Академия Авиации Азербайджана Мардакянское шоссе пос. Бина Хазарский район, AZ1045, г. Баку

BAND STRUCTURES OF TERNARY COMPOUNDS OF THE TYPE $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ WITH A CHAIN STRUCTURE

E.M. Gojaev, S.X. Agaeva
Azerbaijan Technical University
National Aviation Academy

РЕЗЮМЕ

В предьявленной работе на основе расчетов из первых принципов в рамках теории псевдопотенциала выполнен расчет зонных состояний кристаллов типа $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ тетрагональной структурой кристаллической решетки. Согласно рассчитанным зонным структурам соединений $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2$, $TlInTe_2$, $InGaTe_2$ валентную зону можно разделить на три подгруппы. Верхняя группа шириной $\sim 4\text{эВ}$, обязана своим происхождением p - состояниям Tl_I , Tl_{II} и халькогенидов. Анализ волновых функций валентных состояний показывает, что самая нижняя группа, около -12эВ , состоящая из четырех зон, своим

происхождением обязана s - состояниям катиона. В зонном спектре s -состояния халькогенидов и s -, d -состояния катионов III группы образуют отдельные группы. Сравнение рассчитанных результатов с

имеющимися теоретическими и экспериментальными данными показывает удовлетворительное соответствие, в том числе ширины запрещенной зоны вышеуказанных соединений.

Ключевые слова: соединения $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2$, $TlInTe_2$, $InGaTe_2$; псевдопотенциал; зонная структура; формфакторы; цепочечная структура.

SUMMARY

In the presented paper, based on first-principles calculations within the pseudopotential theory calculated the band states of crystals $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ with tetragonal lattice structure. According to the calculated band structure of the compound $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2$, $TlInTe_2$, $InGaTe_2$ valence band can be divided into three subgroups. The upper band width of $\sim 4\text{eV}$, owes its origin to p-states Tl_I , Tl_{II} and chalcogenides. Analysis of the wave functions of the valence states shows that the lowest group of about -12 eV, which consists of four zones must originate s-states of the cation. In the s-band spectrum of the state of chalcogenides and s-, d-state cations III groups form separate groups. Comparison of calculated results with the available theoretical and experimental data shows satisfactory agreement, including the band gap of the above compounds.

Keywords: compounds $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2$, $TlInTe_2$, $InGaTe_2$;

pseudopotential, band structure, form factors, chain structure

Известно, что поиск новых полупроводниковых материалов обычно ведется в направлении расширения кристаллоструктурной группы уже известных материалов. В частности, расшифровкой кристаллической структуры $TlSe$ выявлено, что данная фаза отличается крайними специфическими особенностями. Решетка $TlSe$ оказывается составленной из двух самостоятельных структурных единиц - из восьмивершинника с ионным характером связи $Tl^+ - Se$ и тетраэдра с ковалентной связью между $Tl^{3+} - Se$ и следовательно, химическую формулу $TlSe$ следует написать как $Tl^+Tl^{+3}Se_2$. Таким образом, замещением трехвалентного атома таллия соответствующими трёхвалентными атомами, в частности, галлия и индия в решетке $TlSe$ получены новый класс полупроводниковых соединений типа $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$. Рентгеноструктурные исследования [1-3] показали, что часть этих соединений имеет цепочечную, а другая часть слоистую структуру. Соединения с цепочечной структурой кристаллизуются в тетрагональной сингонии, пространственная группа

D_{4h}^{18} (I4/mcm). По исследованиям кристаллической структуры, свойств и областей применения соединений $TlInSe_2(Te_2)$, $TlGaSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2(Te_2)$ в отечественной и зарубежной литературе имеются достаточно много сведений [4-9]. Однако, расчет энергетического спектра с использованием современных методов и программ, системный анализ, идентификация результатов соединений типа $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$ имеющие цепочечную и слоистые кристаллическую структуру не проводились.

В настоящей работе излагаются результаты расчета энергетических спектров соединений $TlInSe_2(Te_2)$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2(Te_2)$ кристаллизующихся в одной и той же тетрагональной сингонии. Для расчетов был использован метод псевдопотенциала.

Метод псевдопотенциала является одним из основных методов расчета энергетического спектра носителей заряда полупроводников и широко изложен в работах [10-12].

Теория функционала плотности

Теория функционала плотности – один из основных методов, широко используемых при расчете электронных свойств твердых тел. Этот метод успешно используется при расчете полной энергии, зависимости полной энергии от давления, электронных и фононных спектров.

Согласно этой теории, энергия основного состояния взаимодействующей системы, находящейся во внешнем поле, является однозначным функционалом распределения электронной плотности $n(r)$ [19]. При правильном распределении электронной системы этот функционал принимает минимальное значение, т.е.

$$\frac{\delta E\{n(r)\}}{\delta n(r)} = 0, \quad (1)$$

где функционал энергии может быть записан в виде

$$E\{n(r)\} = T\{n(r)\} + \int n(r)V_{ext}(r)d^3r + \frac{e^2}{2} \int \frac{n(r)n(r')}{|r-r'|}d^3rd^3r' + E_{xc}\{n(r)\} \quad (2)$$

Здесь $T\{n(r)\}$ - функционал кинетической энергии, второе слагаемое – это энергия взаимодействия электронной системы с внешним полем. Потенциальная энергия взаимодействия данного электрона, расположенного в точке r , с внешним полем в случае кристалла записывается в следующем виде

$$V_{ext}(r) = - \sum_{R,\mu,s} \frac{Z_v^{(s)}e^2}{|r - R_\mu - \tau^{(s)}|}, \quad (3)$$

где R_μ - векторы решетки, $\tau^{(s)}$ - векторы, определяющие положения s-атомов в элементарной ячейке, $Z_v^{(s)}$ - валентность ионов, e – элементарный заряд.

тарный заряд. Третье слагаемое – энергия электростатического кулоновского взаимодействия между электронами (энергия Хартри), а последний член – обменно-корреляционный функционал, описывающий дополнительный вклад в потенциальную энергию электронной системы за счет обменно-корреляционного взаимодействия между электронами. Однако, для конкретных расчетов до сих пор нет точной формы кинетического и обменно-корреляционного функционала. Но для этой цели успешно применяется приближение обобщенного функционала.

Для электронных систем, плотность которых слабо меняется в зависимости от координаты, в [20] предлагается приближение локальной плотности

$$E_{xc}\{n(r)\} = \int \varepsilon_{xc}\{n(r)\}n(r)d^3r, \quad (4)$$

где $\varepsilon_{xc}\{n(r)\}$ – обменно-корреляционная энергия, приходящаяся на одну частицу однородного электронного газа с плотностью $n(r)$. В приближении локальной плотности обменно-корреляционный потенциал определяется как

$$v_{xc}(r) = \frac{d}{dn}\{\varepsilon_{xc}\{n(r)\}n(r)\} \equiv \mu_{xc}\{n(r)\}. \quad (5)$$

Это означает, что обменно-корреляционная энергия соответствует особой плотности, которая может быть найдена разбиением тела на конечные

малые объемы с постоянной плотностью. Каждый подобный объем вносит свой вклад в полную обменно-корреляционную энергию и эта энергия равна сумме обменно-корреляционных энергий идентичных объемов, на которые разбит однородный электронный газ. И существует некоторая предполагаемая плотность, такая же, как и подлинная плотность вещества в этом объеме. Это приближение весьма точно и во многих других случаях.

Следующим логическим шагом улучшения приближения локальной плотности стал учет зависимости обменно-корреляционного вклада каждого бесконечно малого объема не только от локальной плотности в данном объеме, но и от плотности в соседних объемах. Другими словами, в новом приближении играет роль градиент плотности [20]. Это приближение так и называется приближением объединенного градиента. Рис.1 иллюстрирует идею, лежащую в основе постулата приближения локальной плотности. Каждый ограниченный бесконечно малый объем вещества вносит в обменно-корреляционную энергию вклад с суммой, равной вкладу однородного электронного газа, который находится в этом малом объеме, и существует некоторая плотность заряда, равная плотности заряда в этом объеме. Горизонтальная ось пропорциональна плотности однородного электронного газа, вертикальная ось показывает обменно-корреляционную энергию.

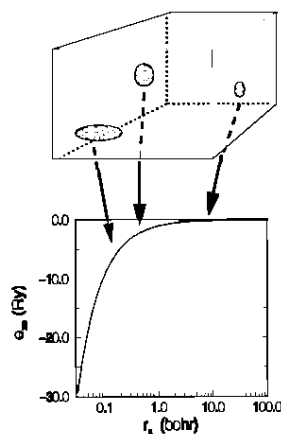


Рис.1. Иллюстрация приближения локальной плотности

Хотя это приближение выполняется в основном чуть лучше, чем приближение локальной плотности, его применение связано с рядом трудностей. В приближении локальной плотности имеется один обменно-корреляционный функционал, потому, что существует единственное выражение для $\varepsilon_{xc}(\rho)$. А в приближении объединенного градиента имеется несколько способов

приближения, так как существует некоторая свобода в выборе градиента плотности (первая трудность). Более того, практически один наиболее часто применяемый функционал в приближении объединенного градиента со свободными параметрами соответствует большому числу экспериментальных данных в атомах или молекулах. Лучшие значения этих параметров

затем фиксируются, и строится функционал в обычном смысле. Следовательно, подобные расчеты в приближении объединенного градиента нельзя назвать точными, так как используются экспериментальные данные (вторая трудность). Тем не менее, существует приближение

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla_m^2 + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(r')}{|r-r'|} dr' + V_\alpha + V_{ext} \right) \phi(r) = \epsilon_m \phi_{m(r)} \quad (6)$$

$$\text{Здесь } \hat{H}_{SP} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla_m^2 + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(r')}{|r-r'|} dr' + V_\alpha + V_{ext}$$

- гамильтониан отдельной частицы. Для приближения Хартри-Фока V_α -оператор обмена, ϕ_m действительные одноэлектронные орбитали. При этом в уравнении точно учитывается обмен, но корреляционные эффекты не учтены. А в случае теории плотности функционала V_α -обменно-корреляционный оператор (в приближении локальной плотности, в приближении объединенного градиента или любом другом приближении), обмен и корреляция учтены, но приблизительно. Волновые функции ϕ_m - математические орбитали.

Сходство между уравнениями Хартри-Фока и Кона-Шэма означает, что для их решения могут быть использованы схожие математические схемы. В целом решение уравнения (6) означает, что нужно найти коэффициент C_p^m в разложении волновой функции ϕ_m в данном базисном наборе ϕ_p^b

объединенного градиента со свободными параметрами.

Теперь квантовые состояния электрона в кристалле определяются из решения одноэлектронного уравнения Шредингера [21]:

$$\phi_m = \sum_{p=1}^b C_p^m \phi_p^b \quad (7)$$

Волновые функции ϕ_m принадлежат к функциональному пространству, которое имеет конечные размеры, поэтому p в принципе конечно. Практически мы имеем дело с конечным набором базисных функций. Подобный конечный базисный набор не может точно описать ϕ_m . Но способен попытаться найти базисный набор, который может создать функцию, заключенную в ϕ_m .

Имея выбранный базис, а, следовательно, и конечную величину для p , мы получаем следующее. Для заданного m заменяем в уравнении (6) волновую функцию ϕ_m выражением (7) и полученное уравнение умножаем слева на $\langle \phi_i^b | (i=1, \dots, P) \rangle$. Это приведет к следующему виду:

$$\begin{bmatrix} \dots & \langle \phi_i^b | \hat{H}_{SP} | \phi_j^b \rangle - \epsilon_m \langle \phi_i^b | \phi_j^b \rangle & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1^m \\ \vdots \\ C_p^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Преобразуем матричные элементы базисных состояний гамильтониана в схожие матричные элементы S_{ij} . Следует помнить, что матрица перекрытия – это единичная матрица с ортонормированным базисным набором. Диагонализация матрицы гамильтониана приведет к p набору коэффициентов, которые выражают каждый из p функций основного состояния в заданном базисе (если требуется большее число функций основного состояния, то p нужно увеличить). Чем

больше p , тем лучше приближение функции основного состояния, но при этом диагонализация матрицы в уравнении (8) становится емкостной по времени.

Для решения этой проблемы используются различные методы. Одним из них является метод линейаризованных присоединенных плоских волн.

Метод линейаризованных присоединенных плоских волн (LAPW).

Метод линеаризованных присоединенных плоских волн (LAPW) является одним из эффективных методов получения базисного набора волновых функций [20,22,23].

Идея, которая лежит в основе базисного набора LAPW, очень схожа с той, что была представлена в методе псевдопотенциала. В области, отдаленной от ядра, электроны более или менее свободны. Свободные электроны описываются плоскими волнами. Так как в отсутствии воздействия ядра электроны ведут себя как в свободном атоме, то они могут быть описаны более эффективно функциями атомного типа. Пространство при этом делится на две области: вокруг каждого атома выделяется сфера радиусом R_α . Подобные

сферы часто называют муффин-тин сферами, а часть пространства внутри них называется муффин-тин областью (и обозначается S_α). Остальная часть пространства называется внешней (и обозначается I). Одна присоединенная плоская волна в разложении ϕ_k^n определяется как [24]:

$$\phi_k^k(\vec{r}, E) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{\Omega_0}} e^{i(\vec{k} + \vec{K})\vec{r}} & r \in I \\ \sum_{l,m} A_{l,m}^{\alpha, \vec{k} + \vec{K}} U_l^\alpha(r', E) Y_m^l(\vec{r}') & r \in S_\alpha \end{cases} \quad (9)$$

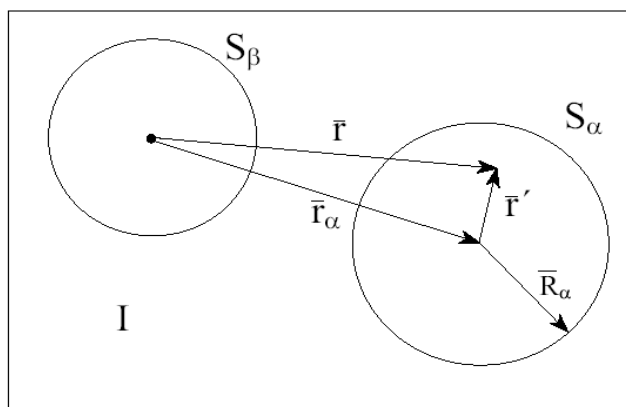


Рис.2. Деление элементарной ячейки на муффин-тин сферы и внешнюю область для случая двух неэквивалентных атомов. Черная точка – начало системы отсчета (координатной системы)

Здесь векторы k , K и r используются в своем обычном значении, Ω_0 – объем элементарной ячейки. Укажем, что базисный набор LAPW k – зависим, также как базисный набор плоских волн. Положение внутри сфер дается по отношению к центру каждой сферы $\vec{r}' = \vec{r} - \vec{r}_\alpha$ (рис.2). Длина вектора r равна r' , а углы θ и φ определяют направление вектора r в сферических координатах (рис.3). Y_m^l – сферические гармоники. $A_{l,m}^{\alpha, \vec{k} + \vec{K}}$ еще неопределенные параметры, как и E . Последние имеют размерность энергии. U_l^α – решения радиальной части уравнения Шредингера для свободного атома α при энергии E .

Для действия свободного атома в граничных условиях $U_l^\alpha(r, E)$ будет исчезать при $r \rightarrow \infty$ и предел E для каждого решения U_l^α может быть найден. Но эти граничные условия не

могут быть применены здесь, и мы можем найти только численное значение для каждого E . Хотя, сами U_l^α не имеют физического смысла, это не вредит: они являются только частью базисной функции, а не самой функцией состояния, которую мы ищем. Они очень эффективно играют роль базисных функций, потому что U_l^α имеют вид функции состояния в этой области кристалла.

Если функция состояния будет не сходящейся, то определить кинетическую энергию будет очень сложно. Чтобы подобная ситуация не возникла, требуется, чтобы плоская волна вне сферы подходила бы к функции внутри сферы по всей полной поверхности сферы.

Разложение плоской волны в сферических гармониках около основания сферы атома α [23] дает

$$\frac{1}{\sqrt{V}} e^{i(\vec{k}+\vec{K})r} = \frac{4\pi}{\sqrt{V}} e^{i(\vec{k}+\vec{K})r_\alpha} \sum_l i^l j_l(|\vec{k}-\vec{K}|r') Y_m^{l*}(\vec{k}+\vec{K}) Y_m^l(\vec{r}'), \quad (10)$$

где $j_l(x)$ – сферическая функция Бесселя. Учитывая, что на границе сферы (где $\vec{r}' = \vec{R}_\alpha$) эта функция равна l -части уравнения (9), легко вывести

$$A_{lm}^{\alpha, \vec{k}+\vec{K}} = \frac{4\pi i^l e^{i(\vec{k}+\vec{K})\vec{r}_\alpha}}{\sqrt{V} U_l^\alpha(R_\alpha, E)} j_l(|\vec{k}+\vec{K}|R_\alpha) Y_m^{l*}(\vec{k}+\vec{K}). \quad (11)$$

Эта формула однозначно определяет $A_{lm}^{\alpha, \vec{k}+\vec{K}}$, кроме неопределенной E . В принципе в уравнении (11) бесконечное число слагаемых, которые приведут к использованию бесконечного числа $A_{lm}^{\alpha, \vec{k}+\vec{K}}$. Практически мы должны сократить это уравнение на некоторую величину l_{max} . Как наиболее рационально выбрать l_{max} ? Для данного l_{max} $Y_m^{l_{max}}(\theta, \phi)$ может иметь наибольшее $2l_{max}$ узлов вдоль большой окружности (т.е. $\theta=0 \rightarrow 2\pi$ для каждого фиксированного ϕ) в α -сфере. Изменив количество узлов на единицу длины, получим $2l_{max}/(2\pi R_\alpha) = l_{max}/(\pi R_\alpha)$. Если плоская волна будет схожа с этим, то будем иметь плоские волны, по крайней мере, со схожим числом узлов на единицу длины. Плоская волна с самым коротким периодом $2\pi/k_{max}$ имеет $2/(2\pi/k_{max}) = k_{max}/\pi$ узлов на единицу длины. Если число узлов на единицу длины для плоских волн (K_{max}) и для угловых функций (l_{max}) идентично, то число сокращений для этих функций сопоставимо. Это приведет к условию $R_\alpha K_{max} = l_{max}$,

которое позволяет найти подходящее l_{max} для заданного K_{max} . Конечная величина для l_{max} означает, что для каждого LAPW сходство границ сфер будет не точным, но достаточным для дальнейших расчетов. Не целесообразно брать l_{max} больше, чем требует условие $R_\alpha K_{max}$. Это может привести к неустойчивому поведению на границе сферы. Следовательно, теперь ясно, что радиусы муфтин – тин сфер для различных атомов не будут слишком отличаться: если бы они были различны, то величина l_{max} , определенная для каждого атома, не существовала бы. На первый взгляд, кажется, что мы теперь можем получить базисный набор LAPW и продолжить нахождение коэффициента $C_{\vec{K}}^{n, \vec{k}}$ в разложении искомой функции состояния тем же способом, что и в случае базисного набора плоских волн. Однако, это невозможно, так как еще не рассчитан параметр E . Вернемся к тому, что с целью описания основного состояния $\psi_{\vec{k}}^n(\vec{r}')$ точно с LAPW мы использовали набор E , равный величине основного состояния (или зонной энергии) $\mathcal{E}_{\vec{k}}^n$ в этом состоянии. Но это в точности то, что мы пытаемся определить. Однако мы вынуждены начать с предполагаемой величины $\mathcal{E}_{\vec{k}}^n$ и принять ее как E . Теперь мы можем определить набор LAPW и построить матрицу из элементов гамильтониана и матрицу перекрытия (базисный набор LAPW – не ортогонален). Искомое уравнение определено, предполагаемое $\mathcal{E}_{\vec{k}}^n$ будет его корнем.

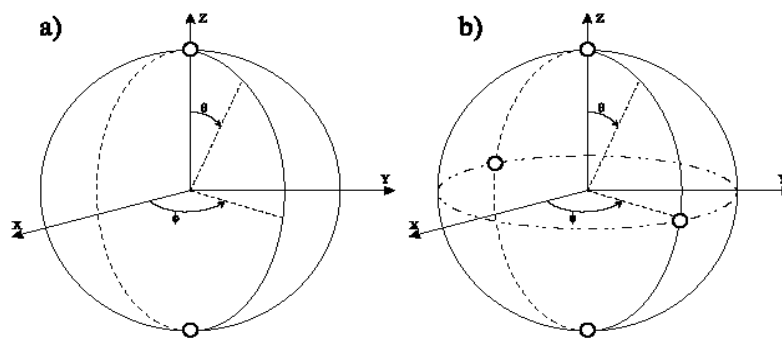


Рис.3. Для некоторой произвольной величины ϕ чертят большую окружность произвольного радиуса. Точки на окружностях, в которых: а) или $Y_{m=2}^{l=2}$ б) $Y_{m=1}^{l=2}$ равны 0, обозначены белыми кружками. В случае а) нет иных точек, в которых $Y_{m=2}^{l=2}$ равно 0; б) для $Y_{m=1}^{l=2}$ все остальные подобные точки расположены на горизонтальной окружности с $\theta = \pi/2$

Обычно это не требуется, однако мы попытаемся сделать вторую итерацию для нового E , опять определить соответствующий набор LAPW и рассчитать матричные элементы. С помощью алгоритма нахождения корня уравнения, эти итерации продолжаются до тех пор, пока корень $\mathcal{E}_k^{(n=1)}$ не будет найден. Затем эта процедура продвигается для $\mathcal{E}_k^{(n=2)}$ и т.д. Практически для достаточной точности расчетов требуется, чтобы $K_{\max} \approx 3,5$. Это значительно меньше, чем $K_{\max} \approx 5,5$ для плоских волн и псевдопотенциалов. Размер базисного набора может быть оценен около $P=131$ для LAPW по сравнению с приблизительно $P=270$ для плоских волн. Время расчета базисного набора (в основном для диагонализации матрицы) в 10 раз быстрее, чем для псевдопотенциала.

Расчет зонной структуры $TlGaSe_2$ с пространственной группой симметрии C_s^4 представляет проблему из-за низкой симметрии и большого числа атомов в элементарной ячейке (32 атома). Поэтому в расчетах соответствующие координаты атомов взяты из работы [25], тогда как пространственная группа (ПГ) симметрии из работы [26], в которой Хенкель и другие показали, что атомные положения в $TlGaSe_2$ могут быть описаны ПГ C_{2h}^6 . Эта ПГ содержит центр симметрии и лучше передает картину фононных переходов в рентгеновском и ИК-спектре при комнатной температуре.

Элементарные трансляционные векторы $TlGaSe_2$ могут быть представлены как

$$\mathbf{t}_1 = (a/2; b/2; 0); \mathbf{t}_2 = (-a/2; b/2; 0); \mathbf{t}_3 = (-c \sin(-\beta\pi/2); 0; c \cos(-\beta\pi/2)) \quad (12)$$

где a, b, c – параметры решетки, а β – угол между осями a и c , взятые из работы [2]. Базисные векторы обратной решетки равны соответственно

$$\begin{aligned} \mathbf{g}_1 &= 2\pi(1/a; 1/b; 1/a \tan(-\beta\pi/2)) \\ \mathbf{g}_2 &= 2\pi(-1/a; 1/b; -1/a \tan(-\beta\pi/2)) \quad (13) \\ \mathbf{g}_3 &= (0; 0; c \cos(-\beta\pi/2)) \end{aligned}$$

Зона Бриллюэна базисно-центрированной моноклинной решетки $TlGaSe_2$ представлена на рис.4. При построении Зоны Бриллюэна ЗБ

использованы параметры решетки, $a=10.772 \text{ \AA}$, $b=10.77 \text{ \AA}$, $c=15.636 \text{ \AA}$ и неприводимые представления групп волновых векторов. Положения высокосимметричных точек и линий взяты из работы [25]. Зонная структура рассчитана нами в соответствии с теорией плотности функционала в приближении объединенного градиента с использованием метода LAPW и программного кода WIEN 2K [27]. Спин-орбитальное взаимодействие не было учтено. Использованы около 4200 плоских волн для меж сферической области и решеточные гармоники с угловым моментом $L_{\max}=4$ для области внутри муфтин-тин сфер с радиусом, равным 2.5 бор для Tl и 2.06 бор для Ga и Se . При этом максимальная кинетическая энергия учитываемых плоских волн составляла 9 Ридберг (R_y).

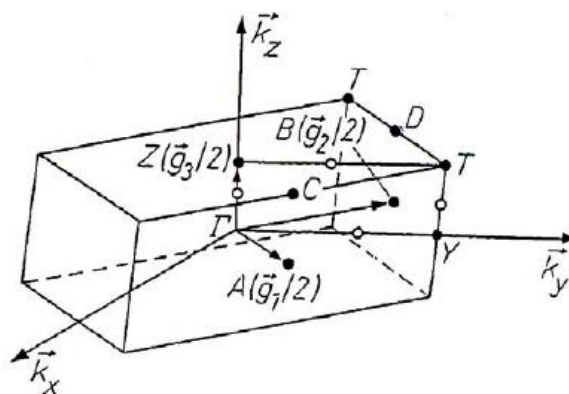


Рис.4. Зона Бриллюэна базоцентрированной решетки

Рассчитанный электронный спектр показан на рис.5. Исходя из рисунка, можно сделать следующие основные выводы:

1. Потолок валентной зоны находится в высокосимметричной точке $\Gamma(0,0,0)$ в центре ЗБ, а дно зоны проводимости расположено недалеко от высокоэнергетического минимума зоны прово-

димости в точке Γ на линии Γ -Y. Ширина запрещенной зоны, полученная из расчетов, составляет 1.25эВ. Наименьший по энергии прямой переход осуществляется приблизительно в точке Γ , где сосредоточен второй по величине минимум зоны проводимости, расположенный выше дна зоны проводимости на 50 МэВ.

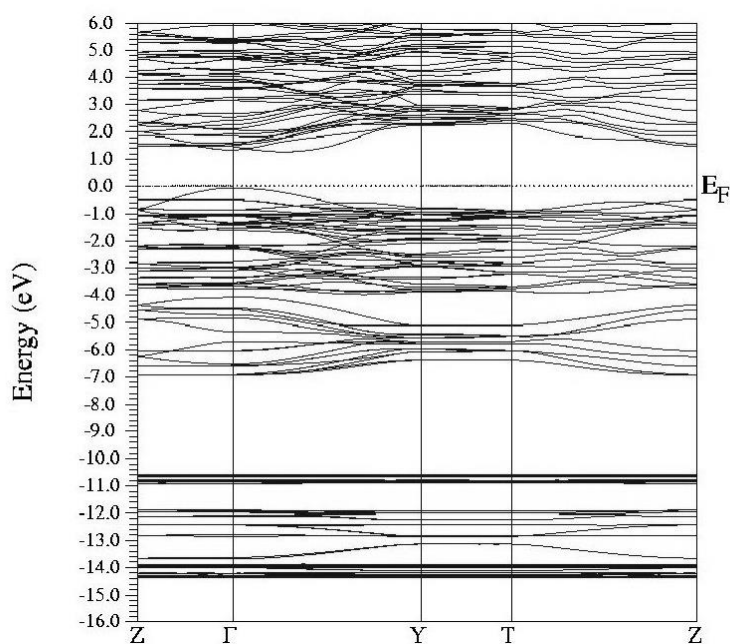


Рис. 5. Зонная структура соединения $TlGaSe_2$

2. Энергия прямого перехода составляет 1.3эВ. Таким образом, дно зоны проводимости и потолок валентной зоны находятся в разных точках зоны Бриллюэна (ЗБ) и слоистое соединение $TlGaSe_2$ является непрямозонным полупроводником.

3. Рассчитанная плотность электронных состояний (DOS) [28] показана на рисунке 6, которая включает в себя как полную, так и парциальную DOS. Согласно проведенным расчетам с использованием свойств симметрии кристалла, валентные зоны по составу и природе можно разделить на несколько групп. Как видно из рисунка, самые глубокие уровни валентной зоны между -

15 и -11 эВ своим происхождением обязаны 3d-состояниям *Ga* и 5d-состояниям *Tl*. Основная средняя группа расположена от -7 до 0 эВ и может быть разделена на три подгруппы. Нижние перекрывающиеся уровни расположены около -7-4 эВ и образованы 4s-состояниями *Ga* и 6s-состояниями *Tl*. Следующая подгруппа от -4 эВ до -0.5 эВ большей частью образована 4p-состояниями *Se* с некоторым вкладом 6 p-состояний *Tl* и 4p-состояний *Ga*. Наконец, верхняя подгруппа, в которую входит потолок валентной зоны, происходит от 4p-состояний *Se* и 6s-состояний *Tl*. Следовательно, атомы таллия играют существенную роль в формировании фундаментального края поглощения *TlGaSe₂*. Дно зоны проводимости образовано 4s-состояниями *Ga*, 6 p-состояниями *Tl* и 4s-состояниями *Se*. Благодаря сильной гибридизации между 4p-состояниями *Se* и 6s-состояниями *Tl* дисперсия положения вершины валентной зоны вдоль линии Γ -Y высока, что подтверждается наблюдаемым в ядерно-магнитно-резонансном исследовании межслоевым перекрытием.

4. В других работах также указывается на не прямой энергетический переход в *TlGaSe₂*. Однако особенности не прямозонного перехода в работах [29-32] отличаются. В соответствии с ранними работами добавочный максимум валентной зоны на линии Γ -Y может быть ответственен за не прямой переход. Поздние работы и настоящие расчеты, в которых использована современная компьютерная техника, показывают, что дно зоны проводимости находится не в центре ЗБ. В упомянутых работах положение центра ЗБ отличаются. Тем не менее, трудно сомневаться в не прямозонности *TlGaSe₂* и наиболее благоприятным можно считать расположение дна зоны проводимости на линии Γ -Y. Однако это практически все, что мы можем сказать о соответствии между рассчитанной зонной структурой и экспериментальными данными. На самом деле, ни один из

имеющихся в литературе методов не дает возможности точно рассчитать ширину запрещенной зоны материала, за исключением эмпирического метода, в которых экспериментальные данные о кристалле играют центральную роль. Следовательно, ни приближение tight-binding (тесной связи), ни LMTO (метод линейных муффин – тин орбиталей) не дают точного значения ширины запрещенной зоны, хорошо согласующейся с экспериментальными данными. Не дает это значение и LAPW метод, для которого, как известно, характерно занижение величины энергетического зазора. Этот метод хорошо применим для точного воспроизведения электронной энергетической структуры валентных зон. LAPW метод был уже

применен из соединений семейства *TlMeX₂* на *TlInSe₂* и *TlGaTe₂* [38], и дал прекрасные результаты в сравнении с экспериментальными данными, полученными фотоэмиссионной спектроскопией (ARPES) [37]. Следовательно, можно

ожидать, что в случае *TlGaSe₂* было бы разумным передвинуть зоны проводимости, в результате чего ширина запрещенной зоны увеличивается. Сдвиг зон проводимости, необходимый для расчетов оптических функций, равен 0.5 эВ. Полученные данные о структуре, топологии и происхождении зон согласуются с данными других работ, однако существуют и некоторые различия, касающиеся в основном расположения, свойств симметрии экстремумов зон, а также их происхождения. Расположение вершины валентной зоны в центре ЗБ однозначно не только в настоящих расчетах, но и во всех предыдущих работах [34,35,36], подтверждающих этот факт. При рассмотрении сосредоточения дна зоны проводимости имеются определенные различия. Согласно нашим расчетам, дно зоны проводимости расположено на линии

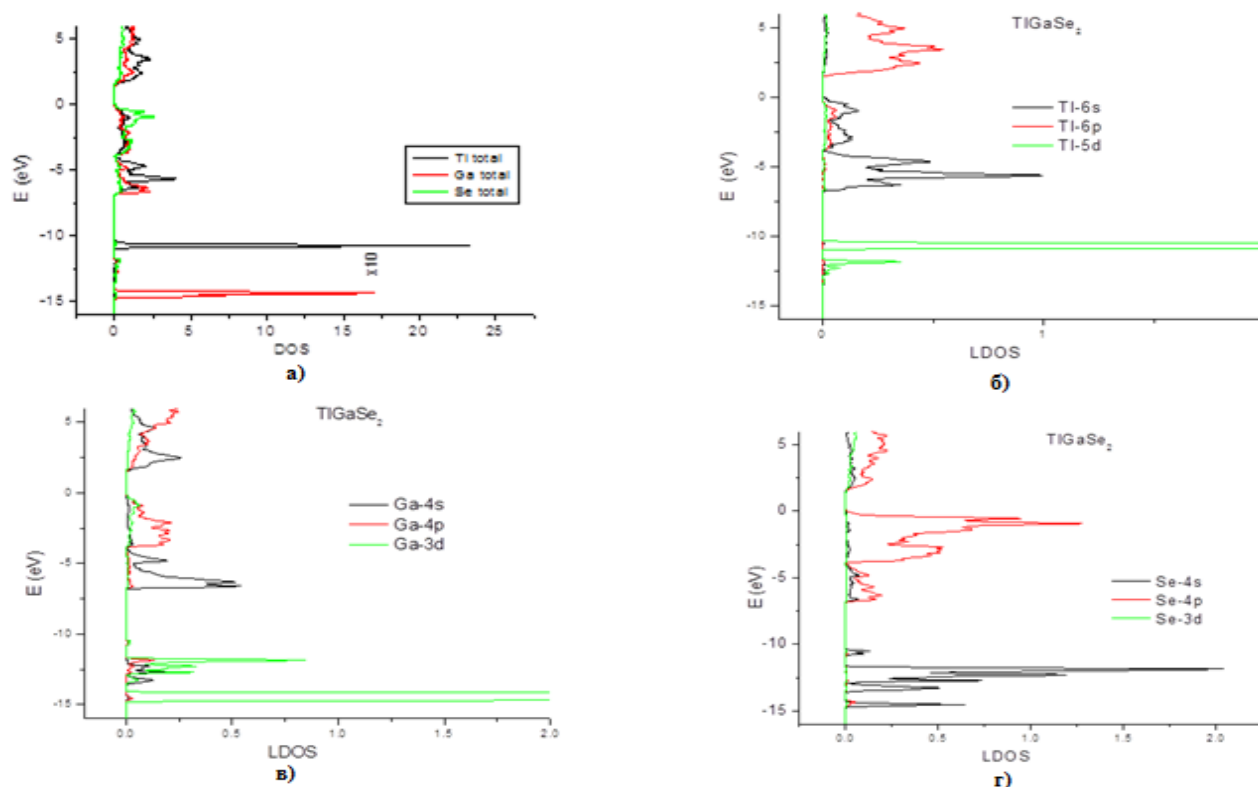


Рис. 6 Полная (а) и парциальная (б, в, г) плотность электронных состояний $TiGaSe_2$.

Г-У. Вывод работ [34,35] о том, что $TiGaSe_2$ является прямозонным проводником, не подтверждается. Имеющиеся в литературе экспериментальные данные и проведенные нами эксперименты также указывают на непрямозонные переходы для комнатной и низкотемпературной фаз.

Идея метода псевдопотенциала впервые встречается в работе Филиппса [30]. Для расчета зонной структуры алмаза, *Si* и *Ge* Филиппс поступил следующим образом: сначала строится эффективный потенциал электрона вблизи уровня Ферми состоящих из двух частей – первая связанная электронами, вторая связанная с электронами остова. Затем, вторая часть эффективного потенциала, которая связана с электронами остова, заменяется отталкивающим потенциалом. При этом удалось сильно сократить число учитываемых плоских волн в разложении волновой функции электрона. Так, в случае *Si* оказалось достаточным взять 27 плоских волн, чтобы получить результаты расчета ортогонализованных плоских волн (ОПВ) Германа [14]. Произвольные константы приближенного потенциала определялись двумя способами: путем сравнения с рассчитанными методом ОПВ спектром электронов и путем удовлетворения экспериментальным значениям прямого и непрямого энергетического зазора. Оба результата хорошо согласуются друг с другом.

В дальнейшем в работе [15] Филипс и Клейман развивая метод псевдопотенциала дали ему более строгую формулировку. Их метод основывался на методе ОПВ Херринга, суть которого состоит в том, что ортогонализация плоских волн к волновым функциям внутренних оболочек приводит к быстро сходящимся разложениям для электронных волновых функций.

Во всех случаях теория псевдопотенциала основывается на трех фундаментальных физических приближениях.

1. Первым приближением является приближение самосогласованного поля. В этом приближении взаимодействие между электронами описывается некоторым средним потенциалом, который сам зависит от того, в каких состояниях находятся электроны, электронные состояния, в свою очередь, определяются средним потенциалом.

2. Во втором приближении все электронные состояния разделяют на внутренние оболочки ("сердцевину") и состояния зоны проводимости, и предполагают, что волновые функции внутренних оболочек сильно локализованы.

3. Третьим фундаментальным приближением является использование теории возмущений для электронов в зоне проводимости.

В работе [11] метод псевдопотенциала обоснован с точки зрения теории рассеяния. Идея метода состоит в замене атомного потенциала внутри сферы радиусом R_M модельным потенциалом, обладающим точно теми же свойствами,

что и истинный потенциал, по отношению к воздействию на внешнюю частицу с энергией E .

Собственные значения энергии $E(\mathbf{k})$ при некотором квазиволновом векторе $\mathbf{k}$ можно найти, решая уравнение Шредингера в представлении плоских волн

$$\det \left[\left[\frac{1}{2}(\mathbf{k} - \mathbf{g})^2 - E \right] \delta_{\mathbf{g}\mathbf{g}'} + V(\mathbf{k} - \mathbf{g}, \mathbf{k} - \mathbf{g}') \right] = 0,$$

здесь $\mathbf{g}$ и $\mathbf{g}'$ - векторы обратной решетки, а $V(\mathbf{k} - \mathbf{g}, \mathbf{k} - \mathbf{g}')$ - матричный элемент псевдопотенциала $V_{ps}(\mathbf{r})$.

Полный псевдопотенциал $V_{ps}(\mathbf{r})$ представляет собой сумму перекрывающихся псевдопотенциалов сферических атомов расположенных в точках $\mathbf{R}_j$

$$V_{ps}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = \sum_j v(\mathbf{r} - \mathbf{R}_j, \mathbf{r}' - \mathbf{R}_j)$$

$V(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ - полный псевдопотенциал кристалла;
 $v(\mathbf{r}, \mathbf{r}', \mathbf{R}_j)$ - атомный псевдопотенциал.

Матричные элементы $V_{ps}(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ вычисленные в системе плоских волн $\langle \mathbf{k} - \mathbf{g} | V(\mathbf{r}, \mathbf{r}') | \mathbf{k} - \mathbf{g}' \rangle$.

Обозначим $\mathbf{K} = \mathbf{k} - \mathbf{g}$, $\mathbf{K}' = \mathbf{k} - \mathbf{g}'$, $\mathbf{G} = \mathbf{K} - \mathbf{K}'$, тогда $\langle \mathbf{K} | V | \mathbf{K}' \rangle = S(\mathbf{G}) v(\mathbf{K}, \mathbf{K}')$,

здесь $S(\mathbf{G}) = \frac{1}{N} \sum_j \exp(-i\mathbf{G}\mathbf{R}_j)$ структурный фактор, $v(\mathbf{K}, \mathbf{K}')$ - формфактор.

$$v(\mathbf{K}, \mathbf{K}') = \frac{1}{\Omega} \int \exp(-i\mathbf{K}\mathbf{r}) v(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \exp(i\mathbf{K}'\mathbf{r}) d\mathbf{r} d\mathbf{r}'$$

здесь N - число атомов в системе, Ω - объем приходящийся на один атом.

Если кристалл состоит из нескольких элементов α то,

$$\langle \mathbf{K} | V | \mathbf{K}' \rangle = \sum_{\alpha} S_{\alpha}(\mathbf{G}) v_{\alpha}(\mathbf{K}, \mathbf{K}')$$

$$S_{\alpha}(\mathbf{G}) = \frac{1}{N_{\alpha}} \sum_{\text{ячейке}} \exp(-i\mathbf{G}\mathbf{R}_{j\alpha})$$

$$v_{\alpha}(\mathbf{K}, \mathbf{K}') = \frac{1}{\Omega} \int \exp(-i\mathbf{K}\mathbf{r}) v_{\alpha}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \exp(i\mathbf{K}'\mathbf{r}) d\mathbf{r} d\mathbf{r}'$$

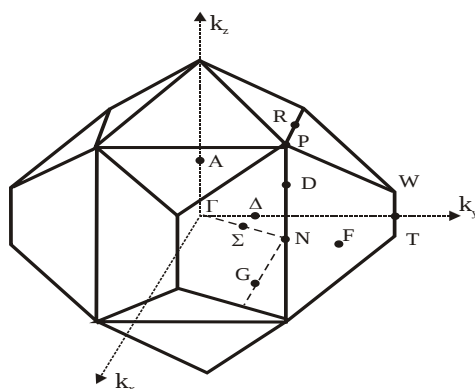


Рис. 7. Зона Бриллюэна базоцентрированной решетки TlGaTe_2

Ω_c - объем элементарной ячейки; $N_{\alpha c}$ - число атомов типа α .

В приближении модели Хаббарда-Шема с использованием функции диэлектрической проницаемости можно написать

$$v(\mathbf{K}, \mathbf{K}') = \frac{v^{ion}(\mathbf{K}, \mathbf{K}')}{\varepsilon(\mathbf{G})},$$

где

$$\varepsilon(\mathbf{G}) = 1 - \frac{8\pi e^2}{\Omega \mathbf{G}^2} \left[1 - \frac{\frac{1}{2} \mathbf{G}^2}{\mathbf{G}^2 + k_F^2 + k_S^2} \right] \chi(\mathbf{G}),$$

$$\chi(\mathbf{G}) = -\frac{1}{2} z \left(\frac{2}{3} E_F \right)^{-1} \left(\frac{1}{2} + \frac{4k_F^2 - \mathbf{G}^2}{8\mathbf{G}k_F} \ln \left| \frac{2k_F + \mathbf{G}}{2k_F - \mathbf{G}} \right| \right)$$

Z - число валентных электронов на атом,
 E_F - энергия Ферми, k_F - Фермиевский волновой
 вектор, k_S - параметр экранирования

$$k_F = \sqrt{3\pi^2 n}, \quad E_F = \frac{k_F^2}{2}, \quad k_S = \sqrt{\frac{2k_F}{\pi}}$$

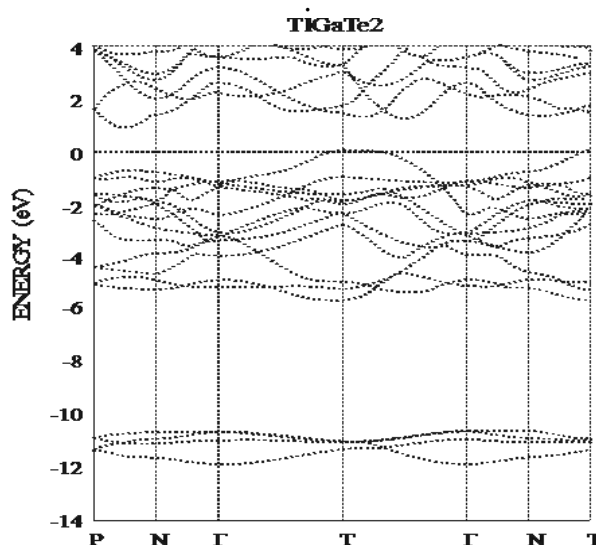


Рис. 8. Зонная структура $TlGaTe_2$

Зонная структура $TlGaTe_2$ впервые рассчитана в [16] методом эмпирического псевдопотенциала. Формфакторы атомных псевдопотенциалов были вычислены с использованием аналитического выражения, предложенного в работе [16]. Расчеты показали, что потолок валентной зоны расположен в высокосимметричной точке T ($0, 2\pi/a, 0$) на границе ЗБ, а дно зоны проводимости на линии D ($\pi/a, \pi/a, k$) также на границе ЗБ ОЦТ решетки. Авторы пришли к выводу, что для соединения $TlGaTe_2$ прямой переход является запрещенным согласно правилам отбора. Таблицы характеров неприводимых и двузначных неприводимых представлений групп волновых векторов пространственной группы $D_{4h}^{18}(I4/mcm)$ получены в работе [17]. Здесь же приведены условия совместности неприводимых представлений простых групп и двузначных групп D_{4h}^{18} . Вид ЗБ (рис.7) для объемно-центрированной тетрагональной решетки (с отношением осей $c/a < 1$) также приведен в этой работе.

Расчет зонной структуры соединения $TlGaTe_2$ также проведен методом псевдопотенциала [14, 18]. Нелокальные ионные псевдопотенциалы в конфигурационном пространстве строились по схеме предложенной в работе [18]. При расчете зонной структуры данного соединения экранирование ионного заряда, а также обменно-корреляционные эффекты учитывались в рамках

диэлектрического формализма по модели Хаббарда-Шэма с некоторым выборочным распределением заряда вокруг каждого иона. Использовано около 1800 плоских волн в разложении волновой функции. При этом максимальная кинетическая энергия учитываемых плоских волн составляло 16 R_y .

Параметры решетки $a = 8,429(6) \text{ \AA}$, $c = 6,865(4) \text{ \AA}$ и параметр халькогена $x = 0,170$ взяты из работы [2].

Из рис. 8, где представлена зонная структура $TlGaTe_2$ можно сделать следующие основные выводы:

1. Потолок валентной зоны находится в высокосимметричной точке T на поверхности ЗБ и соответствует неприводимому представлению T_3 , а дно зоны проводимости на линии D по середине между точками $P(\pi/a, \pi/a, \pi/c)$ и $N(\pi/a, \pi/a, 0)$, отвечает неприводимому представлению D_1 . Наименьший по энергии прямой переход осуществляется между состояниями T_3 и T_4 , который запрещен в дипольном приближении. Ширина запрещенной зоны, полученной из расчетов, составляет 0,86 эВ.

2. Валентные зоны условно можно разделить на три группы. Самая нижняя, состоящая из 4-х зон, группа около -11 эВ, своим происхождением обязана 5s состояниям Te . Другая группа из 4-х зон в области -4:-6 эВ, в основном, происходит из 6s состояний атомов Tl и 4s-состояний атомов

Ga. Верхняя группа из десяти зон в области 0 -4 эВ, в основном образована из *5p* состояний атомов *Te*, *6p* состояний атомов *Tl* и *4p* состояний атомов *Ga*. Кроме того, мы установили, что *6s* состояния атомов *Tl* принимают участие в образовании зон в окрестности вершины валентной зоны *T₃*.

Эти результаты о происхождении зон согласуются с данными работы [16], где изучены фотоэмиссионные спектры, а также методом присоединенных плоских волн рассчитана зонная структура *TlGaTe₂*. Но в этой зонной картине имеет место перекрытие валентной зоны с зоной проводимости, что противоречит экспериментальным фактам.

Расчет электронного спектра соединения *InGaTe₂* был проведен методом функционала

плотности, с помощью пакета программ ABINIT, с использованием псевдопотенциалов волн. В разложении волновой функции использовались плоские волны с максимальной кинетической энергией 60 Ry. Параметры решетки определялись путем минимизации полной энергии, а параметры структуры оптимизировались с помощью сил Гельмана-Фейнмана. Процесс минимизации сил осуществлялся до тех пор, пока модули сил удовлетворяли условию $|\vec{F}| < 3 \frac{m\text{Ry}}{a.u.}$. Для расчета

зонной структуры *InGaTe₂* оптимизированные параметры решетки следующие $a=8.3945 \text{ \AA}$, $c=6.8352 \text{ \AA}$, параметр халькогена $x=0.1730$.

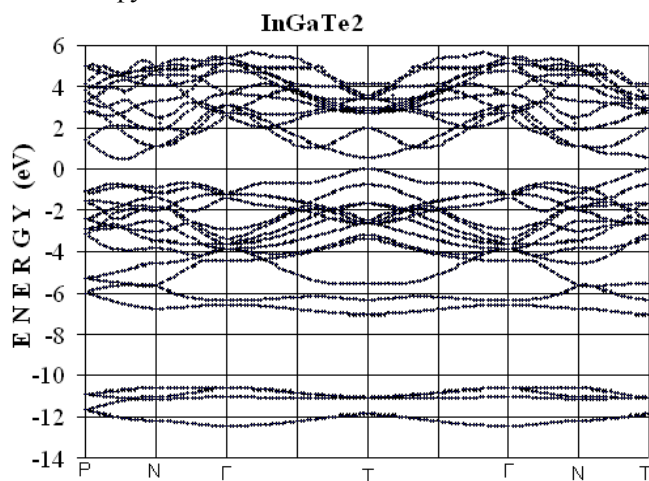


Рис. 9 Зонная структура *InGaTe₂*

Расчет электронного спектра *InGaTe₂* проводился в симметричных точках Γ , T , N , P , а также по линиям, соединяющим эти точки. Результаты расчета зонной структуры приведены на рис. 9.

Как видно из рисунка валентная зона *InGaTe₂* состоит из трех подзон. Нижняя подзона состоящая из четырех зон, отдалено от остальных широким энергетическим зазором порядка ~6 эВ. Теоретико-групповой анализ показывает, что эти нижние валентные зоны расположенные около -10 ÷ -11 эВ обязаны своим происхождением *5s*-состояниям *Te*. Следующая группа из четырех валентных зон расположенная на энергетическом уровне около -5 эВ, происходит в основном из *s*-состояний атомов *In* и *Ga*. Оставшаяся большая группа из десяти зон шириной 5 эВ происходит из *p*-состояний атомов *In*, *Ga* и *Te*. В

работе [9] где приведен рентгеновский фотоэмиссионный спектр *InGaTe₂*, выявлено что фотоэмиссионный спектр состоит из трех ярко выраженных областей. Эти авторы приписывают пик при -11.5 эВ к *5s*-состояниям *Te*, пик около -4 эВ к *Ga-Te* связям, а комплекс особенностей около -5 ÷ 0 эВ к *Ga-Ga* и *Ga-Te* связям, что хорошо согласуется с нашим расчетом зонного спектра и теоретико-групповым анализом.

Ширина запрещенной зоны из наших расчетов получается 0.56 эВ.

В данной работе исследован и зонный спектр, определен генезис электронных состояний кристалла *InGaSe₂*. Расчет электронной структуры проводился в рамках теории функционала локальной электронной плотности методом псевдопотенциала в базисе плоских волн.

Полупроводниковое соединение $InGaSe_2$ относится к тетрагональной сингонии группа D_{4h}^{18} , элементарная ячейка содержит две формульные единицы, постоянные решетки $a=8.0511 \text{ \AA}$, $c=6.3174 \text{ \AA}$, параметры халькогена $x=0.1636$ [2]. В

кристаллической решетке $InGaTe_2$ одновалентные атомы In окружены восемью атомами Te , в то время как трехвалентные атомы Ga находятся в тетраэдрическом окружении атомов Te , и образуют цепочки атомов $(Ga_3^+Se_2^{-2})^-$, вытянутые вдоль оптической оси $\vec{c}$.

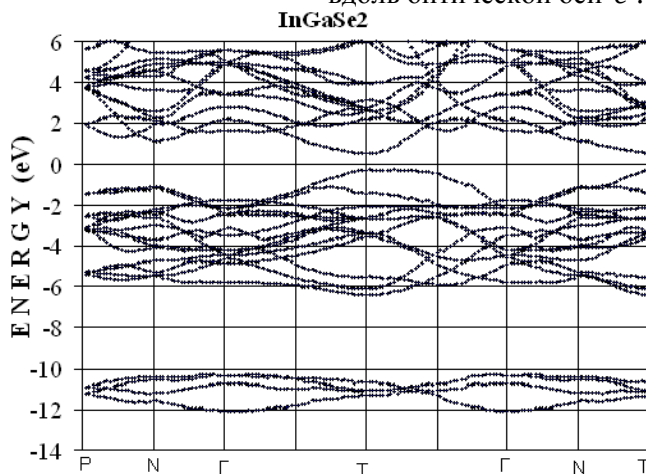


Рис. 10. Зонная структура соединения $InGaSe_2$.

Нелокальные псевдопотенциалы конструировались по схеме, предложенной в работе [18]. Экранирование ионного псевдопотенциала осуществлялось через функцию, предложенную Хаббардом и Шемом [19]. В разложении волновой функции электронов использовались около 3800 плоских волн. Расчет проводился в симметричных точках Γ , T , N , P а также по линиям, соединяющим эти точки.

Параметры решетки определялись путем минимизации полной энергии, а параметры

структуры оптимизировались с помощью сил Гельмана-Фейнмана. Процесс минимизации сил осуществлялся до тех пор, пока модули сил удовлетворяли условию $|\vec{F}| < 3 \frac{mRy}{a.u.}$. Оптимизиро-

ванные параметр решетки $a=8.0138 \text{ \AA}$, $c=6.9534 \text{ \AA}$, параметры халькогена $x=0.1720$.

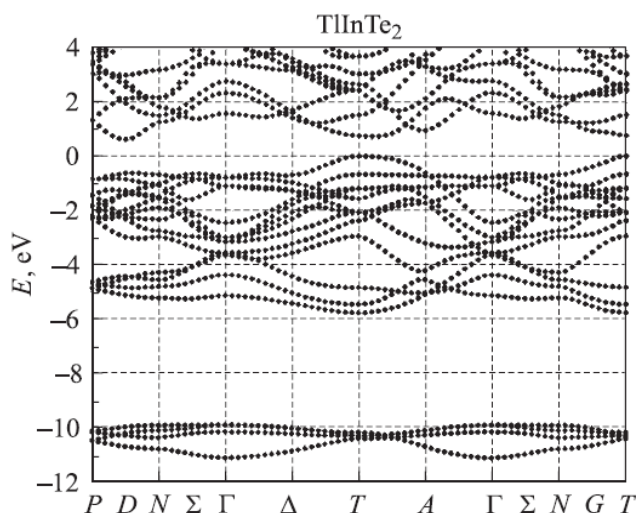


Рис.11. Зонная структура $TlInTe_2$

Зонный спектр $InGaSe_2$ представлен на рис. 10. За нуль энергии выбран потолок валентной зоны. Основной чертой валентной зоны является то, что она состоит из ярко выраженных трех под зон, разделенных запрещенными участками энергий. Самая низкая под зона, состоящая из четырех зон, лежит обособленно, около $-10 \div -11$ эВ и отдалена от остальных широким энергетическим зазором порядка ~ 6 эВ. Результаты теоретико-группового анализа с использованием свойств симметрии кристалла $InGaSe_2$ показывают, что эти валентные зоны обязаны своим происхождением 5s-состояниям Se. Следующая группа, расположенная на энергетическом уровне около -5 эВ, состоит из из четырех валентных зон, образованных из 5s-состояний атомов In и 4s-состояний атомов Ga. Самая верхняя подзона, состоящая из десяти зон шириной ~ 5 эВ, происходит, в основном, из p-состояний атомов In, Ga и Se.

Методом псевдопотенциала проведен и расчет зонной структуры соединения $TlInTe_2$ с учетом нелокальности псевдопотенциалов. Используемые нелокальные ионные псевдопотенциалы атомов Tl, In и Te в конфигурационном пространстве строились по схеме, предложенной в работе [18]. При этом d-электроны таллия и индия были включены в остовы соответствующих атомов. Экранирование ионного заряда, а также обменно-корреляционные эффекты учитывались в рамках диэлектрического формализма по модели Хаббарда-Шемма [19] с некоторым выборочным распределением заряда вокруг каждого иона. Параметры кристаллической решетки $a = 8.494 \text{ \AA}$; $c = 7.181 \text{ \AA}$ и параметр халькогена $x = 0.1813$, использованные в расчетах, взяты из [2]. Использовано около 2700 плоских волн в разложении волновой функции. При этом максимальная кинетическая энергия учитываемых плоских волн составляла $20 R_y$. Результаты расчета приведены на рис. 11.

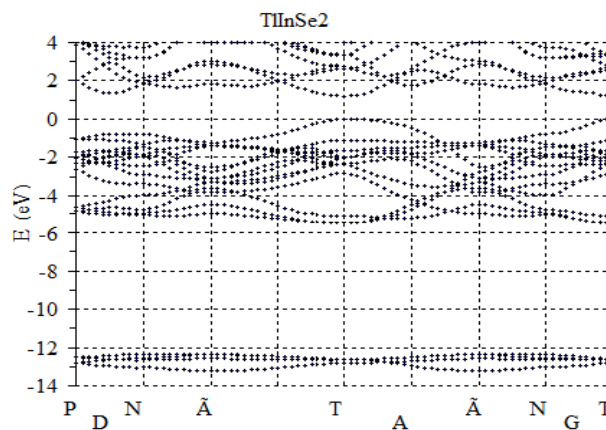
Анализ полученных результатов показывают, что потолок валентной зоны находится в высокосимметричной точке $T(0.2\pi/a, 0)$ на поверхности ЗБ и соответствует неприводимому представлению T_3 , а дно зоны проводимости на линии $D(\pi/a, \pi/a, k)$, также расположенной на поверхности ЗБ посередине между точками $P(\pi/a, \pi/a, \pi/c)$ и $N(\pi/a, \pi/a, k, 0)$, отвечает

неприводимому представлению D_1 . Ширина запрещенной зоны 0.66 eV , полученная из расчетов, хорошо согласуется с экспериментальными данными [40]. Наименьший по энергии прямой переход осуществляется приблизительно в точке T между состояниями T_3 и T_4 . Согласно правилам отбора, переход T_3 и T_4 запрещен в дипольном приближении. Дно зоны проводимости в точке T (состояния T_4) является седловой точкой. Минимум расположен недалеко от точки $T(0, 0, 2\pi/c)$, являющейся эквивалентом T вне ЗБ, а именно, в точке $A[0, 0, (\pi/c)[1 + (c/a)^2]]$ на границе ЗБ по линии A (самая верхняя точка ЗБ на рис. 11) и соответствует неприводимому представлению A_2 .

Третий по величине минимум зоны проводимости также расположен на линии A в точке $A(0, 0, \pi/c)$ и отвечает неприводимому представлению A_4 .

Валентные зоны по составу и природе можно разделить на три группы. Согласно теоретико-групповому анализу, проведенному нами с использованием свойств симметрии кристаллов типа $TlSe$ [17], самая низкая, состоящая из четырех зон, группа, около -11 эВ, своим происхождением обязана 5s состояниям Te. Средняя группа из четырех зон в области от -3.5 эВ до -6 эВ, в основном, происходит из 6s состояний атомов Tl и 5s состояниями In. Верхняя группа, наиболее сложная по структуре, состоящая из десяти перекрывающихся зон в области от 0 до -3.5 эВ, в основном, образована из 5p состояний атомов Te, 6p-состояний атомов Tl и 5p состояний атомов In. Следует отметить, что в окрестности вершины валентной зоны начинают проявляться также и состояния одновалентного иона Tl^+ , основной вклад которых наблюдается в точке T. В формировании же двух нижних зон проводимости основной вклад вносит трехвалентный ион In^{3+} , участвующий в образовании ионно-ковалентной связи с ионами Te^{2-} .

Методом псевдопотенциала произведен расчет энергетического спектра $TlInSe_2$. Выявлено, что потолок валентной зоны находится в высоко-симметричной точке T на поверхности ЗБ и соответствует неприводимому представлению T_3 , а дно зоны проводимости расположено на линии D посередине между точками $P(\pi/a, \pi/a, \pi/c)$ и $N(\pi/a, \pi/a, 0)$, что отвечает неприводимому представлению D_1 (рис. 12).

Рис.12. Зонная структура $TlInSe_2$

Наименьший по энергии переход осуществляется между состояниями T_3 и T_4 и запрещен в дипольном приближении. Ширина запрещенной зоны, полученная на основе расчетов, составляет около 1эВ. Валентную зону можно условно разделить на три группы. Самая нижняя, с четырьмя полосами около -12,6эВ, своим происхождением обязана 4s- состояниями Se . Другая группа из четырех зон в области -(4-5,5)эВ, в основном, обусловлена 6s- состояниями атомов Tl и 5s- состояниями In . Верхняя группа из десяти зон в области 0-3,5эВ, в основном, образована из 4p-состояния атомов Se , 6p- состояния атомов Tl и 5p- состояния атомов In . Данные о происхождении зон согласуются с результатами работы [38], где изучены фотоэмиссионные спектры, а также методом присоединения плоских волн рассчитана зонная структура $TlInSe_2$. Однако в этой зонной картине реализуется перекрытие валентной зоны с зоной проводимости, что противоречит экспериментальным фактам.

Теоретический вывод работы [38], свидетельствующий о том, что в верхней части валентной зоны полупроводникового соединения $TlInSe_2$ имеется изолированная группа из двух зон, в этой работе и в работе [39] не подтвержден. Вероятно, это связано с некорректным учетом экранирования псевдопотенциала, присущим эмпирическому методу. В этой же работе рассчитаны мнимые и вещественные части комплексной диэлектрической проницаемости, коэффициент оптического поглощения и отражения, а также эффективное число валентных электронов при поляризации параллельной и перпендикулярной оптической оси. Результат этих расчетов неудовлетворительно согласуется с существующими экспериментальными данными относительно $TlInSe_2$.

Однако, впервые выявлено [39], что вершина валентной зоны в точке Т происходит, в основном, из 6s- состояний атомов таллия. Авторами этой же работы установлено, что в кристаллах типа $TlSe \rightarrow Tl^+Tl^{3+}Se_2$, в том числе и в $TlInSe_2$, одновалентные атомы таллия, находящиеся в восьмивершиннике, обеспечивая формирование решеток вышеуказанного типа, одновременно с помощью s – электронов участвуют в образовании потолка их валентной зоны и косвенно участвуют в формировании физических свойств этих фаз.

Заключение: В представленной работе на основе расчетов из первых принципов в рамках теории псевдопотенциала выполнен расчет зонных состояний кристаллов типа $A^{III}B^{III}X_2^{VI}$. Согласно рассчитанным зонным структурам соединений $TlGaSe_2$, $TlInSe_2$, $TlGaTe_2$, $InGaSe_2$, $TlInTe_2$, $InGaTe_2$, валентную зону можно разделить на три подгруппы. Верхняя группа шириной ~4эВ, обязана своим происхождением p- состояниям Tl , Tl_{II} и халькогенидов. Анализ волновых функций валентных состояний показывает, что самая нижняя группа, около -12эВ, состоящая из четырех зон своим происхождением обязана s- состояниям катиона. В зонном спектре s-состояния халькогенидов и s-, d-состояния катионов III группы образуют отдельные группы. Сравнение рассчитанных результатов с имеющимися теоретическими и экспериментальными данными показывает удовлетворительное соответствие ширины запрещенной зоны вышеуказанных соединений.

Литература

- 1.Hahn H., Weltman B. Über ternare chalcogenide des Thalliums mit Gallium und Indium // Naturwissenschaften, 1967, v. 54, №2, pp.42.
- 2.Müller D., Eulenberger G. und Hahn H. Über ternare Thalliumchalcogenide mit thalliums-

selenid-struktur // Z. anorg. allg. chem. 1973, v. 398, №2, pp. 207-220.

3. Mooser E., Pearson W.B. The chemical bond in semiconductors // J. Electronics. 1956, v.1, № 6, pp. 629-645.

4. Годжаев Э. М., Аллахьяров Э. А., Садыхова Х. О. Тензометрические свойства монокристаллов $TlInTe_2$ // Изв. РАН, «Неорганические материалы», 1994, т. 30, №6, с. 859

5. Годжаев Э. М., Кафарова Д. М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость $TlGaTe_2$ // Изв. РАН, Неорганические материалы 2004, том 40, №9 с. 1060-1061

6. Годжаев Э. М., Назаров А. М., Аллахьяров Э. А., Гюльмамедов К. Д., Халилова Х. С., Мамедов Э. М. Акустофотовольтаический эффект в монокристаллах $TlInSe_2$, $TlInTe_2$ и $TlGaTe_2$ // Неорганические материалы, 2007, том 43, №10, с. 1184-1189

7. Годжаев Э. М., С. Р. Джафарова, К. Д. Гюльмамедов, Э. М. Мамедов, С. С. Османова Синтези выращивание монокристаллов $TlInSe_2$ и $TlGaSe_2$ // Неорганические материалы, 2009, т. 45, №7, с. 790-792

8. Годжаев Э. М., Гюльмамедов К. Д., Халилова Х. С., Гулиева С. О. Эффект переключения на тонких пленках $TlInSe_2$ // Электронная обработка материалов, 2011, 47(5), 18–22.

9. M. Mobarak, H. Berger, G. F. Lorusso, V. Capozzi, G. Perna, M. M. Ibrahim and G. Margaritondo, "The Growth and Properties of Single Crystals of $GaInTe_2$, a Ternary Chalcogenide Semiconductor," Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 31, No. 12, 1998, pp. 1433-1437.

10. Константинов О. В., Насибуллаев Ш. К., Панахов М. М. Об аналитическом выражении для формфакторов псевдопотенциала // ФТП, 1977, т. 11, №5, с. 881-885.

11. Austin B., Heine V., Sham L.J. General theory of pseudopotentials // Phys. Rev., 1962, v.127, №7, pp. 276-282.

12. Bachelet G.B., Hamann D.R., and Schluter M. Pseudopotentials that work: From H to Pu // Phys. Rev., 1982, B26, №8, pp. 4199-4223.

13. Philipps J.C. Energy-band interpolation scheme based on a pseudopotential // Phys. Rev., 1958, v. 112, №3, pp. 685-695.

14. German F. Calculation of the energy band structures of the diamond and germanium crystals by the method of orthogonalized plane waves // Phys. Rev., 1954, v. 93, №6, pp. 1214-1225.

15. Philipps J.C., Kleinman L. New method for calculating wave function in crystals and molecules // Phys. Rev., 1959, v. 116, №2, pp. 287-294.

16. Okazaki K., Tanaka K., Matsuno J., Fujimori A., Mattheiss L.F., Iida S., Kerimova E., and Mamedov N. Angle-resolved photoemission and

band-structure results for linear chain $TlGaTe_2$ // Phys. Rev. B64, 2001, pp. 045210.

17. Гашидзе Ф. М. Симметрия энергетических зон в кристаллах типа $TlSe$ // ФТТ, 1960, т. 2, №12, с. 3040-3044.

18. Гашидзе Ф. М., Оруджев Г. С. Расчет энергетического спектра электронов тройных полупроводниковых соединений со структурой селенида теллура // Доклад АН Азерб. ССР, 1980, т. 36, №12, с. 18-23.

19. Хейне В., Коэн М. Л., Уейр Д. Теория псевдопотенциала, Москва, «Мир», 1973, 557 с.

20. Andersen O. Linear methods in band theory // Physical Review B, 1975, v. 12, p. 3060

21. Parr R.G., Yang W. Density functional theory of atoms and molecules // Oxford University Press, 1989 p. 189

22. Schwarz K., Blaha P., Madsen G.K.H. Electronic structure calculations of solids using the WIEN2k package for material science // Computer Physics Communications, 2002, v.147, p.71

23. Madsen G.K., Blaha P., Schwarz K., Sjöstedt E., Nordström L. Efficient linearization of the augmented plane-wave method // Physical Review B, 2001, v. 64, p. 951

24. Dimmock J.O., Ehrenreich H., Seitz F., Turnbull D. The calculation of electronic energy bands by the augmented plane wave method // Phys. Stat. Sol., 1971, v. 26, p. 103

25. Müller D., Hahn H. Zur Struktur des $TlGaSe_2$ // Z. anorg allg. Chem., 1978, v. 438, pp. 259-271.

26. Henkel W., Hocheimer H.D., Carlone C., Werner A., Ves S. And Shnering H.G.V. High-pressure Raman study of ternary chalcogenides $TlGaSe_2$, $TlGaS_2$, $TlInS_2$ and $TlInSe_2$ // Physical Review B, 1982, v. 26, p. 3211-3222

27. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. // Изд. «Техносфера», Москва, 2004, с. 197-201

28. Оруджев Г. С., Годжаев Э. М., Джафарова С. Р. Плотность зонных состояний соединения $TlGaSe_2$. // Bakı Dövlət Universiteti. Fizika fakultəsi. "Fizikanın aktual problemləri". IV respublika elmi konfransının materialları. Bakı-2006, səh. 51

29. Алиев В. А., Гусейнов Г. Д. Рекомбинационные процессы в нестехиометрическом $TlGaSe_2$ // Физика и техника п/п-ков, 1985, т. 19, №11, с. 176

30. Багирзаде Э. Ф., Алиев В. С. Фотопроводимость, индуцированная электрическим полем в кристаллах $TlGaSe_2$ // ФТТ, 1986, т. 20, в. 8, с. 1517-1518.

31. Ф. Бассани, Д. Пастори Парравинчини; Электронные состояния и оптические переходы в твердых телах // М., изд. «Наука», 1982, с. 455

32.Бахышов А.Д., Гасанова П.Г., Лебедев А.А., Якобсон М.А. Примесная фотопроводимость и ТСП TlGaSe_2 // Известия АН СССР. Неорганические материалы, 1977, 13, №2, с. 366-368

33.Оруджев Г.С., Годжаев Э.М., Керимова Р.А., Аллахьяров Э.М. Зонная структура и оптические свойства цепочечного соединения TlInTe_2 //ФТТ,2006, т.48, в1, с.40-43

34.Abdullaeva S., Mamedov N., Orudzhev G. Band structure of TlGaSe_2 // Phys. Stat. Sol.(b), 1983, v. 119, p. 4845

35.Abdullaeva S., Mamedov N. Band structure of TlGaSe_2 ternary layered crystals/ Phys. Stat. Sol.(b), 1986, v. 133, pp. 171-177

36.Yee K.A. and Albright T.A. Bonding and structure of TlGaSe_2 by tight binding calculations// J. Am.Chem.Soc., 1991, v. 113, p. 6474

37.Mimura K., Wakita K., Arita M., Mamedov N., Orudzhev G., Taguchi Y., Ichikawa K., Namatane H., Taniguichi M. // J. Elektron Spec. Rel. Phen., 2007, v. 156, p. 379

38.Kilday D., Niles D., Margaritondo G. et al. Electronic structure of the "chain" chalcogenide TlInSe_2 // Phys. Rev. B, 1987, v. 35, N 2, p.660-663

39.Orudzhev G., Mamedov N., Uchiki H., Yamamoto N., Iida S., Toyota H., Gojaev E. and Hashimzade F. Band structure and optical functions of ternary chain TlInSe_2 // J. of Physics and Chemistry of Solids, 2003, 64, p.1703-1706

40 Guseinov G.D., Mooser E., Kerimova E.M. et al. On some properties of $\text{TlInS}_2(\text{Se}_2, \text{Te}_2)$ syngle crystals // Phys. Stat. Sol., 1969, v.34, p.33-44

Годжаев Э.М.¹, Мирзоева А.Н.², Абдуррахимов А.А.¹, Гамзаева А.Ю.³

ЭЛЕКТРЕТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПВДФ+Х ОБ.% TlInS_2 И ПЭНП+Х ОБ.% Bi_2Te_3 .

¹Азербайджанский технический университет

²Гянджинский государственный университет

³Сумгаитский государственный университет.

В работе изложены результаты исследования электретных свойств композиционных материалов типа ПВДФ+х об.% TlInS_2 и ПЭНП+х об.% Bi_2Te_3 . выявлено, что композиты ПЭНП+7об.% Bi_2Te_3 и ПВДФ+7об.% TlInS_2 имеют высокими времени жизни и являются перспективными электретными материалами.

Введение

Электреты – электрические аналоги постоянных магнитов, в настоящее время нашли широкое применение. Диапазон их использования охватывает расширенную область в микроэлектронной промышленности. Практическая потребность получения электретов с заданными свойствами стимулировало широкомасштабные физические исследования достаточно сложных явлений, лежащих в основе, так называемого электретного состояния диэлектриков. Качество электретов характеризуется в основном двумя параметрами: эффективной поверхностной плотностью зарядов $\sigma \sim 10^{-5} \div 10^{-3}$ Кл/м² и временем жизни электрета порядка 3-10 лет [1,2].

На сегодняшний день во многих областях начиная от бытовой техники специального назначения, электретных микрофонах, дозиметрах, датчиках давлений, воздушных фильтрах, электромеханических преобразователях и т.д. применяются электроактивные полимерные материалы

[3]. Расширяющаяся сфера применения модифицированных полимерных материалов вызывает интерес к получению полимерных композитов с определенным сочетанием свойств, присущих тому или иному материалу. Существует несколько способов изменения свойств полимеров, один из которых является добавление в объем полимера низкомолекулярных дисперсных наполнителей, после чего композитный материал приобретает совсем новое электрофизическое, электретное и др. свойства [3]. Добавки при этом изменяют над молекулярную структуру, которая во многом определяет физико-химические и электретные свойства полимеров и композитов на их основе. Введение в полимеры небольших количеств наполнителей, играющих роль искусственных зародышей кристаллизации приводит к изменению свойств материала. Имеется предельное значение наполнителя, при котором свойства полимерного материала определяются как структурными изменениями в полимерной матрице, так и изменениями в поверхностном слое наполнителя. Зависимо от рода и свойства наполнителя изменяется скорость кристаллизации или отвердевания, температура релаксационных переходов, электрических, электретных, механических и других свойств композитов. Таким образом, с изменением рода и объема наполнителей можно управ-

лять свойствами композитных материалов на полимерной основе. Для получения электретных материалов практикуют введение в матрицу полимерного материала разнообразных наполнителей, что позволяет получить требуемые материалы с управляемыми электретными параметрами [4, 5].

В связи вышеизложенным в настоящей работе излагаются результаты исследования электретных свойств композиционных материалов с полупроводниковыми добавками типа ПВДФ+хоб.% TlInS_2 , ПЭНП + хоб.% Bi_2Te_3

Методика эксперимента

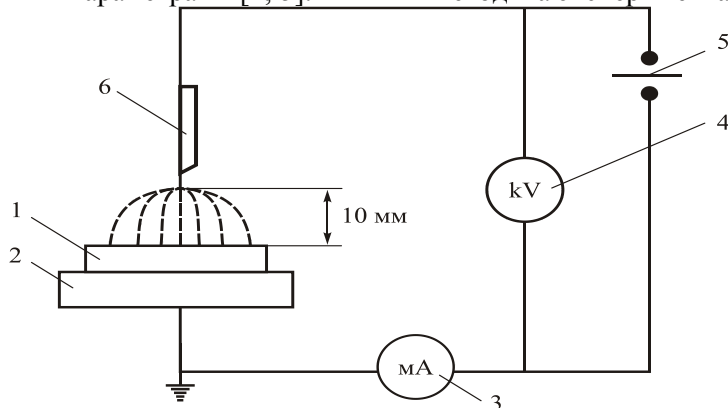


Рис.1. Схема установки для получения электретов в коронном разряде; 1 – полимерная пленка, 2 – электрод, 3 – миллиамперметр, 4 – киловольтметр, 5 – источник питания, 6 – игла-электрод

Коронозлектреты ПВДФ+ TlInS_2 и ПЭНП + хоб.% Bi_2Te_3 получены действием на их поверхность унipoлярного коронного разряда в воздухе. На рис.1 представлена схема установки для получения электретов в коронном разряде. Односторонне металлизированный образец 1 помещается на нижний заземленный электрод 2 под острие игла-электрод 6, расположенного вертикально на расстоянии 10мм от поверхности образца. Верхний электрод – игла подключался к высоковольтному концу источника питания 5.

Потенциал иглы определяется с помощью киловольтметра 4, а ток утечки при коронировании с помощью миллиамперметра 3. Зарядку образцов со стороны не металлизированной поверхности осуществляли отрицательной короной при

постоянном напряжении 6кВ в течение 5 минут. Сразу же после поляризации образец вставляли в измерительную ячейку (рис.2), где бесконтактным компенсационным методом определили электретную разность потенциалов, а поверхностную плотность заряда рассчитываем по формуле

$$\sigma = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 U_k}{d},$$

где ε – диэлектрическая проницаемость образца; $\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; U_k -величина компенсационного напряжения; d – толщина образца между нижним заземленным электродом, на котором помещался образец и верхним измерительным.

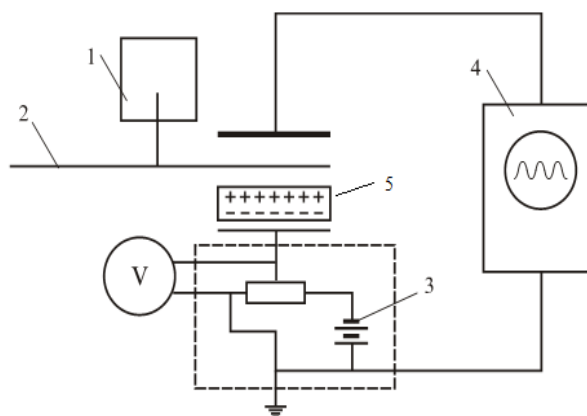


Рис.2. Схема установка для измерения поверхностной плотности заряда электретов: 1 – электродвигатель; 2- крыльчатка; 3 – источник постоянного напряжения; 4 – осциллограф; 5 – электрет.

Установка состоит из массивного металлического цилиндрического корпуса, на котором крепится электродвигатель 1. На валу электродвигателя укреплен крыльчатка 2, имеющая четыре лопасти. Крыльчатка находится между нижним заземленным электродом на котором помещался образец и верхним измерительным. При вращении крыльчатки происходит периодическое экранирование верхнего измерительного электрода от поля, создаваемого электретом, что равносильно появлению переменного сигнала в цепи последовательно соединенного с электродами осциллографа – 4. Компенсирующее напряжение подавалось от источника постоянного напряжения – 3, снабженного плавным регулятором напряжения и регистрировалось осциллографом. Знак поверхностной плотности зарядов определяли по знаку подаваемого компенсирующего напряжения вольтметром.

Экспериментальные результаты и их обсуждение.

Полученные результаты по исследованию поверхностной плотности зарядов ПВДФ+хоб.%TlInS₂ приведены на рис.3. На рисунке показаны зависимости величины поверхностного заряда от времени для образцов ПВДФ+TlInS₂ в объемном соотношении 99:1 (кривая 1), 97:3 (кривая 2) 95:5 (кривая 3) 93:7, (кривая 4) и 90:10 (кривая 5). Как следует из этих результатов характер изменения $\sigma_{эфф} = f(t_{xp})$ для состава 5 об.%TlInS₂ заметно отличается от других кривых. Для этого состава время жизни электрета составляет 1125 суток. Для состава с добавками х=1, 3, 5, 7 и 10 время жизни составляет 225, 500, 1125, 321 и 113 суток соответственно. Результаты исследования поверхностной плотности зарядов ПЭНП+х об.%Bi₂Te₃ приводятся на рис.4. Как следует из рисунка в композитах с наполнителями 3, 5, 7, 10 и 15 % Bi₂Te₃ время жизни электретов составляет 187, 358, 538, 154 и 110 суток соответственно.

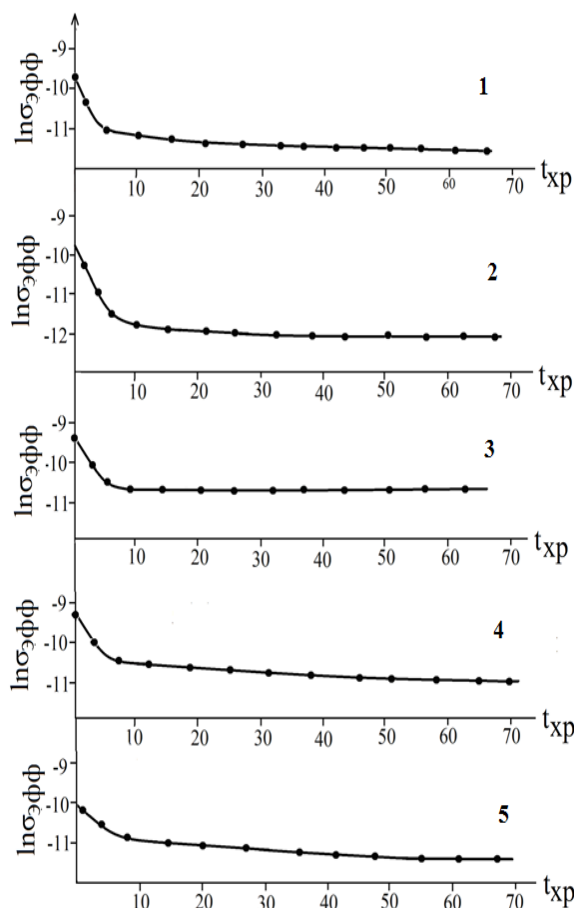


Рис.3. Зависимость поверхностной плотности заряда от времени хранения для короноэлектретов из полимерной композиции

$PBD\Phi + x \text{ вес.}\% TlInS_2$, где 1- $x=1$; 2- $x=3$; 3- $x=5$; 4- $x=7$; 5- $x=10$.

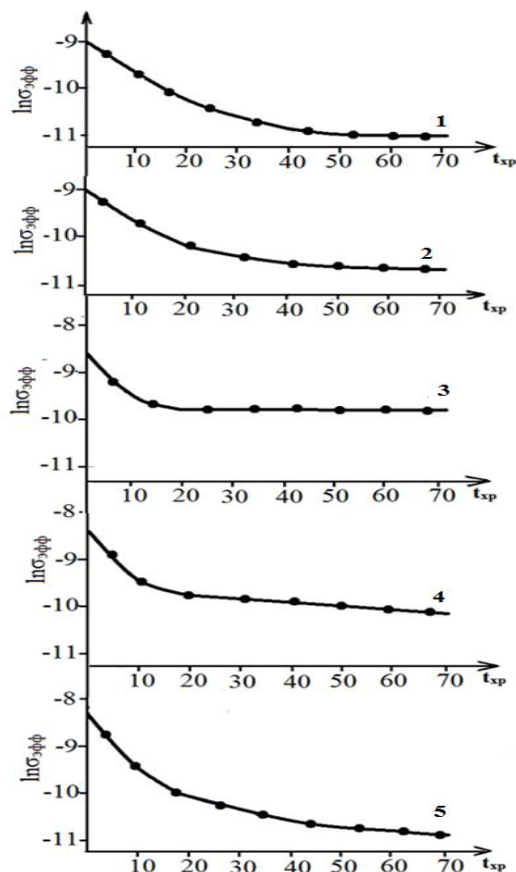


Рис.4. Зависимость поверхностной плотности заряда от времени хранения для короноэлектретов из полимерной композиции, где 1- $x=3$; 2- $x=5$; 3- $x=7$; 4- $x=10$; 5- $x=15$.

Анализ полученных результатов показывает, что, время жизни электретов на базе ПЭНП+ x об.% Bi_2Te_3 отличается. Наиболее высоким временем жизни обладает композит с наполнителем 7об.% Bi_2Te_3 . Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением удельного сопротивления наполнителя время жизни электретов увеличивается, т.е. электретное состояние сохраняется долгое время. В настоящее время электретные полимерные композиционные материалы широко применяются при изготовлении микрофонов и других целей.

Литература

1. Смирнов А.В., Федоров Б.А., Темпов Д.Е., Фомичева Е.Е. Структурные и электретные свойства пропилена с различным содержанием аморфного диоксида кремния. // Наносистемы: физика, химия и математика, 2012, 3(2), с.65-72.
2. Шевченко В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов. // Москва-2010, 99с.

3. Фомичева Е.Е. Электретные свойства полипропилена с дисперсным наполнителем. // Сборник трудов конференции молодых ученых. Вып.3, 2009, с.67-74.

4. Годжаев Э.М., Ахмедова Х.Р., Гамзаева А.Ю., Османова С.С., Мехтиева Ш.М. Получение и исследование свойств новых композиционных материалов с полупроводниковым наполнителем//VIII Международный Симпозиум по фундаментальным и прикладным проблемам науки секция «физические науки», Том 1, Москва 2013, с. 112-123

5. Ершова О. В., Ивановский С. К., Чупрова Л. В., Бахаева А. Н. Современные Композиционные материалы на основе полимерной матрицы//Международный Журнал Прикладных И Фундаментальных Исследований, Москва, № 4-1, 2015, с. 14-18

**Шакиров Александр Леонидович¹, Дьячков Вячеслав Валерьевич²,
Зарипова Юлия Айратовна³, Мигунова Анастасия Анатольевна⁴, Юшков Алек-
сандр Витальевич⁵,**

**ЯВЛЕНИЕ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ИНВАРИАНТНОСТИ ИЗОТОПОВ В МОНОКРИ-
СТАЛЛАХ**

¹*научный сотрудник Научно-исследовательского института экспериментальной и теоретиче-
ской физики*

Алматы, Республика Казахстан

²*научный сотрудник Научно-исследовательского института экспериментальной и теоретиче-
ской физики*

Алматы, Республика Казахстан

³*PhD докторант Казахского национального университета им. аль-Фараби*
Алматы, Республика Казахстан

⁴*научный сотрудник Национальной нанотехнологической лаборатории*
Алматы, Республика Казахстан

⁵*доктор физико-математических наук, профессор*
Казахского национального университета им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан

**THE PHENOMENON OF TRANSLATIONAL INVARIANCE OF ISOTOPES IN
MONOCRYSTALS**

Shakirov Alexander,

Science Research Institute of Experimental and Theoretical Physics
Almaty, Republic of Kazakhstan

Dyachkov Vyacheslav,

Science Research Institute of Experimental and Theoretical Physics
Almaty, Republic of Kazakhstan

Zaripova Yuliya,

al-Faraby Kazakh National University,
Almaty, Republic of Kazakhstan

Migunova Anastassiya,

National Nanotechnological Laboratory
Almaty, Republic of Kazakhstan

Yushkov Alexander,

al-Faraby Kazakh National University,
Almaty, Republic of Kazakhstan

АННОТАЦИЯ

В моноэлементных и полиэлементных кристаллических веществах атомно-молекулярное строение определяется законами симметрии и подчиняется принципу минимума свободной энергии и принципу плотнейшей упаковки нуклидов в элементарной кристаллической ячейке. В данной работе впервые обнаружена новая закономерность вхождения и размещения стабильных изотопов (нуклидов) в наноструктуры, что представляется перспективным для создания новых концепций в промышленности. Обнаруженная общая изотопическая закономерность трансляционной инвариантности в структуре металлов, сплавов и сложных веществ сформулирована следующим образом: в кристаллической решетке вещества ядра-изотопы и их нуклиды расположены симметричным и периодическим образом.

ABSTRACT

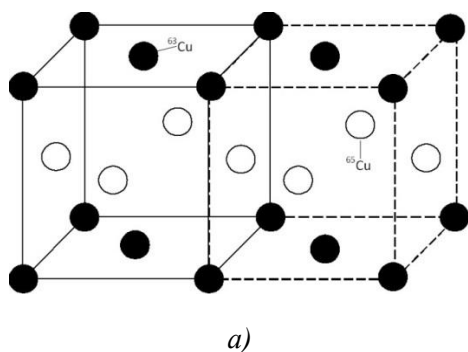
In monoelement and polyelement of crystalline substances atomic-molecular structure determined by the laws of symmetry and submits to the principle of a minimum free energy and the principle of close packing of nuclides in an elementary crystal cell. In this paper, new regularity of entry and placement of stable isotopes (nuclides) in the nanostructure that is represented perspective for creation of new concepts in the industry is for the first time found out. The found general isotopic regularity of translational invariance in structure of metals, alloys and composite substances is formulated as follows: in a crystal lattice of substance nuclei and their nuclides are located symmetrically and periodically.

Ключевые слова: изотопы; кристаллическая решетка; рентгенографические спектры; трансляционная инвариантность.

Keywords: isotopes; crystal lattice; X-ray spectra; translational invariance.

Известные в кристаллографии фундаментальные принципы симметрии и анизотропии физико-химических свойств кристаллов простых веществ и соединений однозначно связаны с симметрией их внутреннего строения. Симметрия внутреннего расположения атомов в объеме кристаллической решетки обеспечивает при ее перестройках устойчивость кристаллической структуры лишь при достижении минимума потенциальной энергии. Одним из главных признаков достижения кристаллической системой минимума потенциальной энергии служит принцип плотнейшей упаковки атомов в элементарной ячейке [1]. При плотнейших упаковках на свойствах кристаллов не могут не сказаться ядерно-атомные связи [2], однако именно эти связи находятся пока вне рамок современной кристаллографии, поэтому они недостаточно изучены.

На волновые функции орбитальных электронов оказывают влияние такие параметры структуры атомного ядра, как его радиус, квадрупольная несферичность ядерного объема, 3D-распределение протонов в этом объеме, растворенных, к тому же, в среде нейтронов, спин и другие квантовые характеристики. Например, параметр квадрупольной несферичности ядра, определяющий и симметрию электромагнитного поля вокруг ядра, существенно изменяется от изотопа к изотопу [3]. Поэтому существенным образом изменяется и волновая функция орбитальных электронов у таких нуклидов. А, следовательно, ядра-изотопы и их нуклиды-атомы особым образом участвуют в построении кристаллической решетки вещества в качестве элементов симметрии. На этой основе в настоящей работе впервые формулируется следующий новый закон трансляционной инвариантности изотопов для наноструктур:

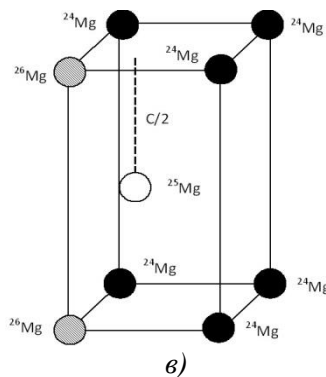


В кристаллических решетках простых веществ и их соединений ядра-изотопы, следовательно, и их нуклиды-атомы (1) расположены периодическим и симметричным образом, то есть трансляционно инвариантны.

В качестве эмпирического доказательства закона (1) нами выбран способ прямого подсчета числа нуклидов-атомов, то есть их ядер-изотопов, в объеме элементарной ячейки моновещества с последующим сравнением результата такого подсчета с известной распространенностью изотопов в их естественной смеси на Земле. Такие изотопические соотношения, по-существу, являются на Земле мировыми константами с высокой степенью точности.

На рис. 1 даны результаты такого сравнения для монокристаллов меди (двухнуклидная естественная смесь) и монокристаллов магния (трехнуклидная естественная смесь). В случае меди имеет место наиболее симметричная плотноупакованная кристаллическая модификация – кубическая плотноупакованная решетка. В этом примере нуклиды меди расположены по узлам, граням и ребрам кристаллической решетки как показано на рис. 1а. Тогда подсчет соотношения изотопа Cu-63 к изотопу Cu-65 для естественной смеси уже для одной элементарной ячейки дает результат, близкий к экспериментальному (рис. 1б). Если же в расчет включить соседние две, три и более элементарных ячеек с той же симметрией изотопов, то результат с большой точностью выходит на асимптотическое значение, совпадающее с мировыми значениями.

В случае монокристаллов магния имеет место существенно вытянутая кристаллическая решетка. Нуклиды в естественной смеси магния расположены по объему элементарной ячейки как показано на рис. 1в, а сравнение результата расчета с мировыми значениями – на рис. 1г.



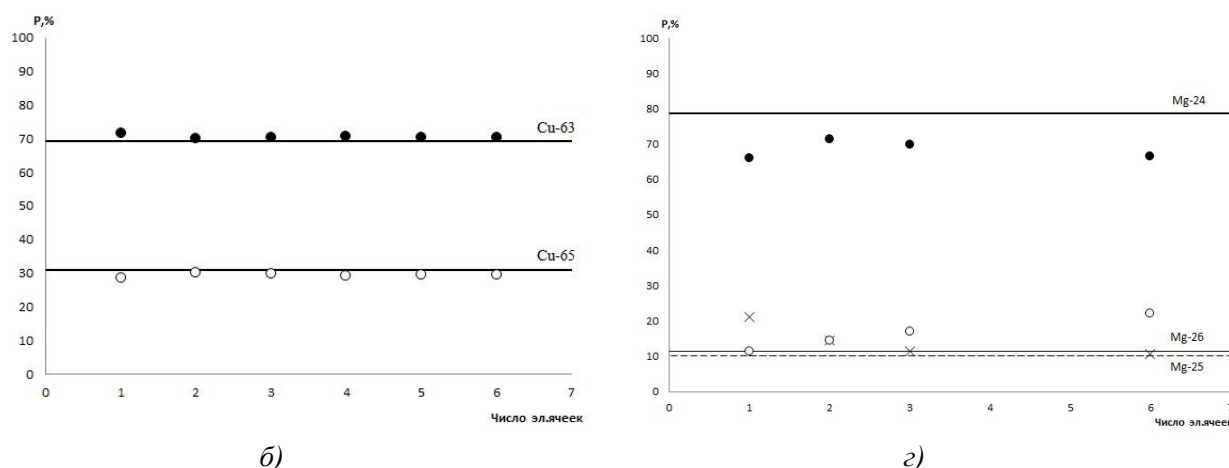


Рисунок 1. Изотопическая симметрия и периодичность в элементарных ячейках меди и магния: а) элементарная ячейка меди, черные кружки – Cu-63, светлые – Cu-65; б) сравнение экспериментальных (сплошные линии) и расчетных (черные кружки (Cu-63) и светлые (Cu-65)) значений содержания изотопов для двухкомпонентной изотопической смеси; в) элементарная ячейка магния, черные кружки – ^{24}Mg , светлые – ^{25}Mg , штрихованные – ^{26}Mg , C – параметр решетки; г) сравнение экспериментальных (пунктирная и сплошные линии) и расчетных (точки – ^{24}Mg , крестики – ^{25}Mg , кружочки – ^{26}Mg) значений содержания изотопов для трехкомпонентной изотопической смеси;

В расчетах магния учитывались соседние ячейки только в одной плоскости. Так как у магния ячейка является гексагональной, то и, как показано на рис. 1г наблюдаются небольшое расхождение с экспериментальными данными с увеличением числа ячеек. Этот результат показывает, что для асимптотической сходимости необходимо в расчетах учитывать ячейки во всех плоскостях.

Для мультиизотопических кристаллических систем и систем сложных веществ возникает новый эффект: многозначность симметрий с несколькими минимумами свободной энергии. При этом значения минимумов потенциальной энергии таких систем с различной симметрией изотопов одного порядка. Ясно, что это приводит к существованию нескольких кристаллографических модификаций одного и того же моноэлементного вещества, содержащего естественную смесь изотопов. Например, в ряду благородных газов гелий, имеющий два стабильных изотопа, в твердом состоянии, кроме плотнейшей кубической упаковки имеет еще гексагональную и объемно-центрированную модификации. Металлические кристаллы, имеющие большее число изотопов, обладают еще большим числом кристаллических модификаций.

Трехмерная 3D-периодичность и симметричная упорядоченность реальных кристаллов

обусловлена энергетической выгодностью такой геометрии вещества на атомарном уровне. Периодичность настолько энергетически выгодна, что даже кристаллические дефекты зачастую стремятся расположиться по объему кристалла периодически. Найденный нами закон (1) диктует необходимость периодичности и для изотопов-нуклидов. Причем изотопный состав определяет и физико-химические свойства как моно-, так и поликристаллов. Так, одноизотопный бериллий имеет кристаллическую решетку более плотную, чем, например, кадмий, имеющий восемь стабильных изотопов.

На рис.2 и в таблице 1 даны рентгенографические спектры для трех изотопов олова, то есть для трех веществ, в которых тот или иной изотоп обогащен. Из рисунка видны существенные различия в спектрах, подробный анализ которых еще предстоит сделать. Однако уже ясно, что будущая изотопически обогащенная металлургия будет создавать металлы и сплавы, существенно отличающиеся по своим физико-химическим свойствам от металлов и сплавов с естественным содержанием изотопов. Это же относится и к будущей изотопически обогащенной фармакологии, где есть надежда получить лекарства с совершенно исключительными вылечивающими свойствами.

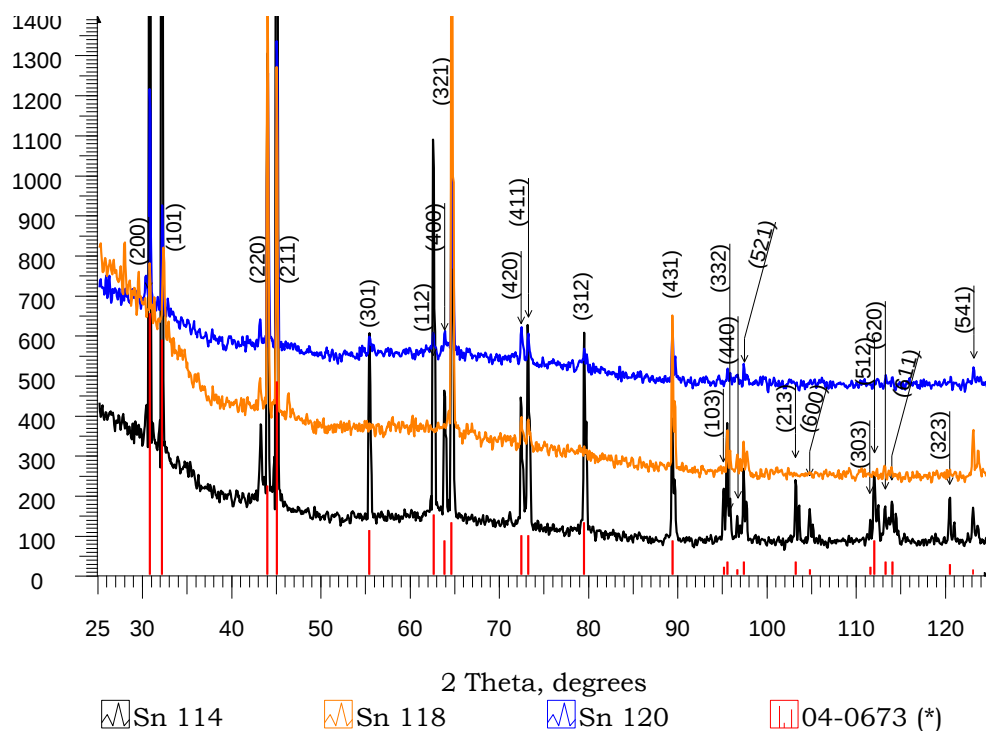


Рисунок 2. Рентгенограммы изотопически обогащенных ядерных мишеней олова

Таблица 1

Параметры элементарной ячейки для разных изотопов олова

Sn # 04-0673	$a = 5.831 \text{ \AA}, c = 3.182 \text{ \AA}$
Sn 114	$a = (5.8312 \pm 0.0002) \text{ \AA}, c = (3.1810 \pm 0.0010) \text{ \AA}$
Sn 118	$a = (5.8307 \pm 0.0003) \text{ \AA}, c = (3.1806 \pm 0.0014) \text{ \AA}$
Sn 120	$a = (5.8310 \pm 0.0000) \text{ \AA}, c = (3.1800 \pm 0.0020) \text{ \AA}$

Данные изотопных рентгенографических исследований показывают, что параметр a в простой и объемно-центрированной элементарной ячейки слегка увеличен по мере увеличения массового числа изотопа, а параметр c сжат, что для используемых в данном эксперименте поликристаллических образцов естественно и связано с технологией их изготовления. Это необязательно связано с изотопическим влиянием, а может быть связано и с остаточными явлениями прокатки оловянных фольг на вальцах. А также как результат образования радиационных дефектов при использовании этих же фольг на пучках циклотрона. В последующем эти фольги будут использованы для изготовления монокристаллических эпитаксиальных пленок. Результаты экспериментальных рентгенограмм на рисунке 2 сопоставлен со стандартом 04-0673 (нижний спектр).

Заключение

Таким образом, впервые обнаружена изотопическая трансляционная инвариантность в веществах, состоящих из естественной смеси изотопов, а также в природных соединениях и монокристаллах. Предсказано появление новых фаз и кристаллических модификаций при повышении концентрации отдельных изотопов в металлах, сплавах и сложных природных и техногенных веществах.

Список литература:

1. Галиулин Р.В. Кристаллографическая геометрия. Изд. 3-е. М.: Либроком, 2009. – 134 с.
2. Юшков А.В. и др. Ядерноспектроскопические проблемы создания градуировочных аэро- и авто-гамма спектрометрических площадок на Семипалатинском ядерном полигоне // Ядерная Спектроскопия – 45. - С.-Пб., 1995. – с.380.
3. Юшков А.В. Поверхность ядерной деформации $\beta(Z, N)$ для ядер с $Z=2-102$ // ЭЧАЯ. – Т.24, вып. 2. – 1993. – с.348-408.

**Джаханша Мырзалиев¹, Мейірбекова Нұрбану Қалдыбайқызы²,
Утембаева Гульзина Бахитқызы³**

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

¹ доктор ф.-м. наук, профессор Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы

² магистрант Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы

³ магистрант Казахского государственного женского педагогического университета, г. Алматы

ASYMPTOTIC INTEGRATION OF SECOND ORDER LINEAR EQUATIONS WITH VARIABLE COEFFICIENTS

Djahansha Myrzaliev

doctor physical mathematical science, professor of Kazakh state teacher training university, c. Almaty

Meiirbekova Nurbanu Kaldybaikyzy

undergraduate of Kazakh state teacher training university, c. Almaty

Utembaeva Gulzina Bahitkyzy

undergraduate of Kazakh state teacher training university, c. Almaty

АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается асимптотический метод построения решения линейного однородного уравнения второго порядка с переменными коэффициентами, содержащими большой параметр.

ABSTRACT

The paper deals with the asymptotic method for constructing the solution of the linear homogeneous equation of the second order with variable coefficients, containing a large parameter.

Ключевые слова: асимптотическое интегрирование; характеристического уравнения; переменными коэффициентами.

Key words: asymptotic integration; the characteristic equation; variable coefficients.

В работе рассматривается асимптотический метод построения решения линейного однородного уравнения второго порядка с переменными

коэффициентами, содержащими большой параметр.

В точности, определены первые члены асимптотического разложения решения для уравнения вида

$$\ddot{y} + \lambda^{2p} F(t, \lambda) y = 0 \quad (1)$$

где целое число $p \geq 1$ - показатель ранги уравнения. В статье обсуждается случай $p = 2$ т.е. рассматривается уравнение второго ранга:

$$\ddot{y} + \lambda^4 F(t, \lambda) y = 0, \quad (2)$$

здесь функция $F(t, \lambda)$ по переменной t ограничена в интервалом $[0, T]$ и разлагается в ряд по λ :

$$F(t, \lambda) = f_0(t) + \lambda^{-1} f_1(t) + \lambda^{-2} f_2(t) + \dots \quad (3)$$

В книге Моисеева [1, с.292] указан только общий вид разложения решения, не приведены конкретные вычисления. В данной работе первые члены разложения асимптотического решения.

По известной методике частные решения уравнения (2) будем искать в виде ряда относительно большого параметра λ :

$$y = \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (z_0(t) + \lambda^{-1} z_1(t) + \dots) \quad (4)$$

где μ_0 - один из корней характеристического уравнения $\mu_0^2 + f_0 = 0$.

Подставляя данный ряд в уравнение (2) и сопоставляя коэффициенты при одиноковых степенях λ , получаем последовательность уравнений для определения неизвестных функция

$\mu_1(t), \mu_2(t), \dots, \mu_{p-1}(t)$, а также величин $z_0(t), z_1(t), \dots$.

Действительно, найдем первую и вторую производные выражения (4):

$$\begin{aligned} \dot{y} &= \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) \cdot (z_0(t) + \lambda^{-1} z_1(t) + \dots) + \\ &+ \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\dot{z}_0(t) + \lambda^{-1} \dot{z}_1(t) + \dots), \\ \ddot{y} &= \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t))^2 \cdot (z_0(t) + \lambda^{-1} z_1(t) + \dots) + \\ &+ \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\lambda^2 \dot{\mu}_0(t) + \lambda \dot{\mu}_1(t)) \cdot (z_0(t) + \lambda^{-1} z_1(t) + \dots) + \\ &+ \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) \cdot (\dot{z}_0(t) + \lambda^{-1} \dot{z}_1(t) + \dots) + \\ &+ \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) (\ddot{z}_0(t) + \lambda^{-1} \ddot{z}_1(t) + \dots) + \\ &+ \exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right] \cdot (\ddot{z}_0(t) + \lambda^{-1} \ddot{z}_1(t) + \dots). \end{aligned}$$

Подставляя последние выражения в (2) и учитывая разложение (3) предварительно сокращая на $\exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right]$, имеем

$$\exp \left[\int_0^t (\lambda^2 \mu_0(t) + \lambda \mu_1(t)) dt \right], \text{ имеем}$$

следующую систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} (\mu_0^2 + f_0) z_0 &= 0 \\ (\mu_0^2 + f_0) z_1 &= -(2\mu_0 \mu_1 + f_1) z_0 \\ (\mu_0^2 + f_0) z_2 &= -(2\mu_0 \mu_1 + f_1) z_1 - (2\mu_0 \dot{z}_0 + \dot{\mu}_0 z_0 + \mu_1 z_0) \\ (\mu_0^2 + f_0) z_3 &= L(z_1) \\ &\dots \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Здесь $L(z_1)$ - линейный дифференциальный оператор относительно неизвестной величины z_1 .

Из первого уравнения этой системы z_0 определить невозможно, так как первый множитель равен нулю как характеристическое уравнение [2, с.15]. Она не определяется так же из второго уравнения. Она определяется только с третьего уравнения. Приравняв к нулю правую часть второго уравнения, определим сначала μ_1 :

$$2\mu_0\mu_1 + f_1 = 0. \quad (6)$$

Отсюда

$$\mu_1 = -\frac{f_1}{2\mu_0}. \quad (7)$$

Учитывая последние равенства, для определения z_0 получили следующие дифференциальные уравнение:

$$2\mu_0\dot{z}_0 + \dot{\mu}_0 z_0 + \mu_1 z_0 = 0. \quad (8)$$

Отсюда имеем уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{\dot{z}_0}{z_0} + \frac{\dot{\mu}_0}{2\mu_0} = -\frac{\mu_1}{2\mu_0}.$$

Интегрируя последнее уравнение имеем

$$\ln z_0 + \frac{1}{2} \ln \mu_0 = -\frac{1}{2} \int_0^t \frac{\mu_1}{\mu_0} dt + \ln C.$$

Отсюда потенцируя, получим

$$z_0 = \frac{C}{\sqrt{|\mu_0|}} e^{-\frac{1}{2} \int_0^t \frac{\mu_1}{\mu_0} dt} \quad (9)$$

Здесь C – постоянная интегрирования.

Таким образом, мы определили первые члены $\mu_1(t)$ и $z_0(t)$ асимптотического решения (4).

Последовательно рассматривая последующие уравнения системы (5), можно определить неизвестные величины $z_1, z_2, \dots$, а также функции $\mu_2, \mu_3, \dots$ и т.д.

Каждому корню характеристического уравнения можно поставить в соответствие свой ряд вида (4), который определяет формальное решение уравнения (2). Построенный таким образом ряд является единственным, так как функция z_1 определяется как решение дифференциального уравнения, которое зависит от произвольной постоянной интегрирования. Меняя эти постоянные, можно получить разные асимптотические ряды. Здесь не требуется сходимость рядов, так как речь идет о приближенных, асимптотических решениях. Далее, если $f_0 > 0$, то корни характеристического уравнения окажутся чисто мнимыми ($\mu_0 = \pm i\sqrt{f_0}$), следовательно, имеем колеблющиеся решения, если же $f_0 < 0$, то корни характеристического уравнения действительные ($\mu_0 = \pm\sqrt{|f_0|}$) и имеем неколеблющиеся решения.

Список литературы:

1. Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: 1969. -379 с.
2. Фещенко С.Ф., Шкилев Н.И., Николенко Л.Д. Асимптотические методы в теории линейных дифференциальных уравнений. Киев: «Наукова думка», 1966. – 252с.

**Пекельник Наталья Михайловна¹, Хаустова Олеся Игоревна²,
Трефилова Ирина Александровна³**

ОБ ОДНОЙ ТЕОРЕМЕ О ДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ ФУНКЦИЯХ

¹к.п.н., доцент Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Новосибирск

²к.п.н., доцент Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Новосибирск

³преподаватель Сибирского государственного университета путей сообщения, г. Новосибирск

ABOUT A THEOREM ON DIFFERENTIABLE FUNCTIONS

Natalia Pekelnik

Candidate of Science, assistant professor of Siberian Transport University, Novosibirsk

Khaustova Olesya

Candidate of Science, assistant professor of Siberian Transport University, Novosibirsk

Irina Trefilova

*educator of Siberian Transport University,
Novosibirsk***Аннотация**

Работа посвящена распространению классической теоремы Лагранжа на произведение приращений двух дифференцируемых функций. Показано, что это выражение при определенных условиях равно произведению производных в некоторой точке на квадрат интервала. Особенность полученного результата состоит в том, что значения производных берутся в одной и той же точке.

Abstract

The work is dedicated to the dissemination of classical Lagrange theorem on the product of increments of two differentiable functions. It was shown that this expression is the product of the derivatives in a point on the square of the interval in certain conditions. The peculiarity of this result is that the values of the derivatives taken at the same point.

Ключевые слова: теорема Лагранжа, непрерывная функция, дифференцируемая функция.

Keywords: Lagrange theorem, continuous function, differentiable function.

Введение

Теорема Лагранжа о среднем значении (о конечных приращениях), сформулированная и доказанная в XVIII веке, по праву считается одной из основных теорем дифференциального исчисления. Она является мощным инструментом и применяется, в частности, при доказательстве теоремы о первообразной, при установлении признаков монотонности функции и достаточного условия существования точек экстремума. Кроме того, формула о конечном приращении используется при определении выпуклости (вогнутости) графика функции и при доказательстве теоремы о среднем значении определенного интеграла.

В одном из вариантов классической формулировки теоремы Лагранжа предполагается, что $f(x)$ – непрерывная функция на замкнутом интервале $[a, b]$ и дифференцируемая на открытом интервале (a, b) . Тогда для любого $x \in (a, b)$ существует, по крайней мере, одна точка $\xi \in (a, x)$ такая, что

$$f'(\xi) = \frac{f(x) - f(a)}{x - a}. \quad (1)$$

Отметим, что в последние годы ряд авторов рассматривают различные обобщения этого фундаментального результата. Так, в работах [4 – 7] исследуются различные свойства ξ из левой части формулы (1). При этом ξ рассматривается как функция от x при фиксированной левой границе a . Наиболее полный результат в этом направлении получен в [4], где на функцию $f(x)$ накладываются различные ограничения. В частности, предполагается, что $f''(x)$ непрерывна и сохраняет знак на всем интервале (a, b) .

Авторами этой работы установлено, что функция $\xi = \xi(x)$ дифференцируема, и ее производная выражается формулой:

$$\xi'(x) = \frac{f'(x) - f'(\xi(x))}{(x - a)f''(\xi(x))}.$$

В статьях [1 – 3] исследуются общие свойства компактных субдифференциалов (К-субдифференциалов) для отображений отрезка в локально выпуклое пространство и подробно рассматриваются различные формы обобщенной теоремы о конечных приращениях и теоремы о среднем для К-субдифференциалов с замкнутой и с незамкнутой выпуклой оценкой.

Авторами этих работ получены аналоги для К-субдифференциалов классических теорем Ферма, Дарбу, Ролля, Лагранжа и Коши. В частности в [3], формулируется следующая теорема:

Теорема Лагранжа для К-субдифференциалов. Если функция f непрерывна на $[a, b]$ и К-субдифференцируема на (a, b) , то найдется такая точка $\xi \in (a, b)$, что

$$\frac{f(b) - f(a)}{b - a} \in \partial_K f(\xi),$$

где $\partial_K f(\xi)$ – К-субдифференциал отображения f в точке ξ .

Целью данной статьи является обобщение классической теоремы Лагранжа на произведение

приращений двух функций. Сформулируем основную результат работы.

Теорема 1.1. Пусть $f(x)$ и $g(x)$ – функции непрерывные на замкнутом интервале $[a, b]$ и дважды дифференцируемые на открытом интервале (a, b) . Кроме того, $f'(x)$, $g'(x)$, $f''(x)$ и $g''(x)$ сохраняют знак на (a, b) , и для всех x из этого интервала выполняется неравенство:

$$f'(x) \cdot g'(x) \cdot f''(x) \cdot g''(x) > 0. \quad (2)$$

Тогда, для любого $x \in (a, b)$ существует точка $c \in (a, x)$ такая, что

$$(f(x) - f(a))(g(x) - g(a)) = f'(c)g'(c)(x - a)^2. \quad (3)$$

$$\begin{aligned} f'(x) < 0, g'(x) < 0, f''(x) > 0 \text{ и } g''(x) > 0; & (5) \\ f'(x) > 0, g'(x) > 0, f''(x) < 0 \text{ и } g''(x) < 0; & (6) \\ f'(x) > 0, g'(x) < 0, f''(x) > 0 \text{ и } g''(x) < 0; & (7) \\ f'(x) < 0, g'(x) > 0, f''(x) < 0 \text{ и } g''(x) > 0; & (8) \\ f'(x) > 0, g'(x) > 0, f''(x) > 0 \text{ и } g''(x) > 0; & (9) \\ f'(x) < 0, g'(x) < 0, f''(x) < 0 \text{ и } g''(x) < 0; & (10) \\ f'(x) < 0, g'(x) > 0, f''(x) > 0 \text{ и } g''(x) < 0; & (11) \\ f'(x) > 0, g'(x) < 0, f''(x) < 0 \text{ и } g''(x) > 0. & (12) \end{aligned}$$

Предположим для определенности, что неравенство (2) выполняется при соотношении (12). В этом случае $f'(\tilde{n}_1) > f'(\tilde{n}_2) > 0$, так как функция $f'(x)$ убывает в силу отрицательности $f''(x)$. Отсюда из условия (12) следует, что

$$f'(c_1)g'(c_2) < f'(c_2)g'(c_2), \quad (13)$$

так как $g'(c_2) < 0$.

Аналогично выводим, что

$$f'(c_1)g'(c_1) < f'(c_1)g'(c_2). \quad (14)$$

Соотношения (13) и (14) показывают, что справедливо двойное неравенство:

$$f'(c_1)g'(c_1) < f'(c_1)g'(c_2) < f'(c_2)g'(c_2) \quad (15)$$

Вывод соотношения (15) для случаев (9) – (11) проводится аналогично. Заметим, что для условий (5) – (8) близкие рассуждения показывают, что неравенства (15) принимают вид:

$$f'(c_2)g'(c_2) < f'(c_1)g'(c_2) < f'(c_1)g'(c_1) \quad (16)$$

$$(f(x) - f(a))(g(x) - g(a)) = f'(c_1)g'(c_2)(x - a)^2 = f'(c)g'(c)(x - a)^2,$$

где c – некоторая точка из интервала $[c_1, c_2]$.

Теорема 1.1 доказана.

Список литературы:

Доказательство основного результата

Предварительно установим справедливость следующего утверждения:

Лемма 2.1. Пусть выполнены условия теоремы 1.1. Тогда для любых точек c_1, c_2 из интервала (a, b) существует, по крайней мере, одна точка $c \in [c_1, c_2]$ такая, что

$$f'(c_1)g'(c_2) = f'(c)g'(c). \quad (4)$$

Доказательство. Если $c_1 = c_2$, то равенство (4) очевидно при $c = c_1 = c_2$. Ниже для определенности полагаем, что $c_1 < c_2$.

Заметим, что соотношение (2) равносильно тому, что выполнено одно из следующих восьми условий:

Пусть $h(x) = f'(x)g'(x)$. Эта функция непрерывна на замкнутом промежутке $[c_1, c_2]$ и, поэтому, принимает все промежуточные значения между $h(\tilde{n}_1)$ и $h(\tilde{n}_2)$. Отсюда, из (15) и (16) следует, что существует точка $c \in [c_1, c_2]$ такая, что $f'(\tilde{n}_1)g'(\tilde{n}_2) = h(\tilde{n}) = f'(\tilde{n})g'(\tilde{n})$.

Лемма 2.1. доказана.

Перейдем непосредственно к доказательству теоремы 1.1.

Из классической теоремы Лагранжа о конечном приращении вытекает, что для функций $f(x)$ и $g(x)$ существуют точки $\tilde{n}_1, c_2 \in (a, x)$ такие, что:

$$f(x) - f(a) = f'(c_1)(x - a), \quad (17)$$

$$g(x) - g(a) = g'(c_2)(x - a). \quad (18)$$

Из равенств (17), (18) и леммы 2.1 следует, что:

1. Орлов, И. В. Теорема Лагранжа в топологических и псевдотопологических векторных пространствах / И. В. Орлов // Ученые записки

Симферопольского гос. ун-та. Математика. Физика. Химия.—1995.—№1–2 (40–41).—С. 113–122.

2. Орлов, И. В. Формула конечных приращений для отображений в индуктивные шкалы пространств / И. В. Орлов // Математическая физика, анализ, геометрия (МАГ).— 2001.— 8, № 4.—С. 419–439.

3. Орлов, И. В. Компактные субдифференциалы: формула конечных приращений и смежные результаты / И. В. Орлов, Ф. С. Стонякин // Современная математика. Фундаментальные направления: Труды Крымской осенней математической школы-симпозиума, Москва, 2009. Т. 34. — С. 121–138.

4. Cui, D. A note to Lagrange mean value Theorem [Text] / Dewang Cui, Wansheng He,

Hongming Xia // Sci. magna: An international journal. – 2009. – Vol.5, No. 1. – P. 107–110.

5. Guangfan, Z. A Note on Mean Value Theorem of Differentials [Text] / Zhang Guangfan // Mathematics in Practice and Theory. – 1988. – Vol. 18, No. 2. – P. 87–89.

6. Wenrong, L. Asymptotic Property of intermediate point to Mean Value Theorem of Differentials [Text] / Li Wenrong // Mathematics in Practice and Theory. – 1985. – Vol. 15, No. 2. – P. 46–48.

7. Zewen, W. The Inverse Problem to Mean Value Theorem of Differentials [Text] and Its Asymptotic Property / Wang Zewen, etc. // Journal of East China Geological Institute. – 2003. – Vol. 26, No. 2. – P. 126–128.

Всероссийское научное содружество (ВНС)

«Единый всероссийский научный вестник» №2 февраль 2016

Редакционный совет:

Главный редактор – Бородин Виктор Иванович, доктор экономических наук, Российская Федерация, Москва

Главный секретарь – Бондаренко Евгения Владимировна

Состав редакционной коллегии:

Черницов Анатолий Петрович – доктор биологических наук, Российская Федерация, Москва

Антипенко Сергей Анатольевич – доктор педагогических наук, Российская Федерация, Санкт-Петербург

Таймуразов Эльдар Батыр – доктор технических наук, Казахстан, Астана

Орлов Дмитрий Витальевич – доктор юридических наук, Российская федерация, Москва

Сальникова Тамара Петровна – доктор медицинских наук, Российская Федерация, Москва

Федорчук Анастасия Михайловна – доктор психологических наук, Беларусь, Минск

Чкалов Антон Иванович – доктор исторических наук, Российская Федерация, Ростов-на-Дону

Валиев Артур Тигранович – кандидат филологических наук, Российская Федерация, Новосибирск

Керенцев Николай Николаевич – кандидат социологических наук, Российская Федерация, Санкт-Петербург

Зинович Андрей Викторович – кандидат юридических наук, Российская Федерация, Москва

Витлинский Максим Павлович – кандидат химических наук, Украина, Харьков

Айгазиев Альдаир – кандидат ветеринарных наук, Казахстан, Кокшетау

Андрейченко Ольга Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, Украина, Одесса

Верховцов Александр Александрович – кандидат аграрных наук, Беларусь, Гомель

Шальнов Евгений Дмитриевич – кандидат технических наук, Российская Федерация, Екатеринбург

Ткаченко Екатерина Витальевна – кандидат физических наук, Украина, Днепропетровск

Боров Виктор Андреевич – кандидат филологических наук, Украина, Полтава

Пабло Альварес (Pablo Alvarez) – доктор педагогических наук, Испания, Толедо

Бастиан Хартманн (Bastian Hartmann) – доктор технических наук, Германия, Дюссельдорф

Михаэла Левенталь (Michaela Leventhal) – доктор медицинских наук, Израиль, Тель-Авив

Даниэль Эванс (Daniel Evans) – доктор экономических наук, Англия, Суиндон

Патрик Виссер (Patrick Visser) – доктор химических наук, Голландия, Утрехт

Маркус Ольсен (Markus Olsen) – доктор физических наук, Норвегия, Сарпсборг

Джиа Сунь Ятсен (Jia Sun Yat-sen) – кандидат медицинских наук, Китай, Цзинань

Иви Аманатидис (Ivy Amanatidis) – кандидат исторических наук, Греция, Ламия

Ту Тхи Туэт (Tu Thi Tuyet) – кандидат фармацевтических наук, Южная Корея, Асан

Зельмир Владислава (Zelmir Vladislava) – кандидат физических наук, Словакия, Попрад

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77 – 63258 от 9 октября 2015г.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес электронной почты: editor@vnooljournals.ru Адрес веб-сайта: <http://vnooljournals.ru/>

Адрес редакции: 117630, г. Москва улица Новаторов д. 15

Учредитель и издатель: Всероссийское научное содружество

Отпечатано в типографии: : 117630, г. Москва улица Новаторов д. 15