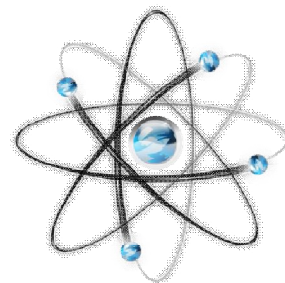


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
ISSN 2303-9868**

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620036, г. Екатеринбург, ул. Лиственная, д. 58.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org



**Meždunarodnyj
naučno-issledovatel'skij
žurnal**

**№11 (18) 2013
Часть 1**

Подписано в печать 08.12.2013.
Тираж 900 экз.
Заказ 11001.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО «Импекс».
620075, Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 16, офис 12.

Сборник по результатам XXI заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

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

Члены редколлегии:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Екатеринбург - 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS	5
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ МАТЕРИАЛОВ	5
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ ЭЙЛЕРА-МАРУЯМЫ	8
ТП(ПВД), ИЛИ «ТЕОРИЯ ПАРАДОКСАЛЬНОСТИ (ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ, ДВИЖЕНИЯ)» ЧАСТЬ №3.А «МИР, ПОСТРОЕННЫЙ НА ВЕРОЯТНОСТИ»	11
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГРУППИРОВОК МИКРОСПУТНИКОВ НА ПЛАНЕТАРНЫХ ОРБИТАХ, РЕШАЮЩИХ ЗАДАЧИ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕР	31
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ БРОУНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	33
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР АМОРФНЫХ СПЛАВОВ СРЕДСТВАМИ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ (GPGPU)	36
ОЦЕНКА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ВЕРОЯТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ ВОЛН ДЕ БРОЙЛЯ	37
ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ	38
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES	40
НОВОЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО НА ОСНОВЕ ГОВЯЖЬЕГО ЖИРА И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНА	40
ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПЛЕНОК СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	40
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО РАДИОНУКЛИДА НА СКВАЖИНАХ АСТРАХАНСКОГО ГКМ	42
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES	48
ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АГРОАКТИВ НА СИСТЕМУ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ	48
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО И ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА ОСОБЕЙ АЗОВСКОГО ПУЗАНКА <i>ALOSA CASPIA TANAICA</i> В НАЧАЛЕ НЕРЕСТА ИЗ РЕКИ ПРОТОКА	51
EFFECT OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION ON THE ANNUAL HEIGHT INCREMENT OF SCOTS PINE ON THE KANDALAKSHA GULF COAST	52
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫДЕЛЕНИЮ УСТОЙЧИВЫХ К АНТРОПОГЕННУМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В СЕЛЕКЦИИ	57
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY	58
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПУРТАЗОВСКОЙ И НАДЫМ-ПУРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ	58
АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ТОЛЩ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ В СУХОДОЛЬНЫХ ВПАДИНАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ	66
СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ И ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЛКОГО ЗОЛОТА «МУХОР-ГОРХОН» (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)	67
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES	69
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ	69
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ФОТОННЫХ ИК-СВЕТОВОДОВ НА ОСНОВЕ ДЕФЕКТНЫХ КРИСТАЛЛОВ	70
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	72
АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ К РАБОТЕ В СТРУКТУРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	75
ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОЗОНДОВЫХ МАГНИТОПРОВОДОВ ИЗ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ	79

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ	81
КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ И ОЧИСТКИ СНЕЖНО-ЛЕДОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ПРИБОРДЮРНОЙ ЗОНЕ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ	84
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В США	86
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В США	89
СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧИТЕЛЯ И УЧЕНИКА В ВИРТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ	92
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АНОДОВ ПРИ ОГНЕВОМ РАФИНИРОВАНИИ МЕДИ	96
ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТА СО СВОБОДНЫМ ВЫБОРОМ ПОВЕДЕНИЯ	98
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК.	100
ДАВЛЕНИЕ ПАРОВ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА НАД РАСТВОРАМИ СИСТЕМЫ $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{HCl}-\text{H}_2\text{O}$	103
ПОЛИТЕРМИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ СЕМИВОДНОГО ДИНАТРИЙФОСФАТА С ЦИРКУЛЯЦИЕЙ МАТОЧНОГО РАСТВОРА	105
ОЦЕНКА ДАВЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЬГИ В КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДЕ	106
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОЩНОСТИ, ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА УПЛОТНЕНИЕ КОРМОВ В БУНКЕРЕ РАЗДАТЧИКА	108
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ДИАМЕТРА ПО ДИСПЕРСНЫМ МАТЕРИАЛАМ	110
ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ	112
ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА КАБЕЛЬНОЙ И ВОЗДУШНОЙ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	113
МЕТОДИКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	114
ВАРЬИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ БИОКОМПОЗИТОВ	119
КИРПИЧ ПРОТИВ ЭКОНОМИКИ	121
О ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА	121
ОДНОЛОПАСТНОЕ ОСЕВОЕ ПРЕДВКЛЮЧЕННОЕ КОЛЕСО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА	123
MODELING OF REVERSE OSMOTIC INSTALLATIONS FOR WASTEWATER TREATMENT PLANTS	127
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПИСАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ГРУППАХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	131
ВОЛОКОННЫЕ ЗОНДЫ НА ОСНОВЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ИК-СВЕТОВОДОВ ДЛЯ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОМЕТРИИ	132
ЗАВИСИМОСТЬ РЕСУРСА ПЛЁНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ОТ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОБИВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИХ ИЗОЛЯЦИИ	135
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОД, ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ ИК-СВЕТОВОДОВ	136
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ОБВОДНЕНИЯ НА НЕФТЯНЫХ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ	139

Бунтова О.С.¹, Бунтова Е.В.², Юсупова О.В.³

¹Студент, Самарский государственный архитектурно-строительный университет; ²кандидат педагогических наук, доцент, Самарская государственная сельскохозяйственная академия; ³Кандидат педагогических наук, профессор, Самарский государственный архитектурно-строительный университет

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

В статье рассмотрено практическое применение вероятностно-статистических методов к проведению строительной экспертизы.

Ключевые слова: статистическая, градуировочная, погрешность, репрезентативность, прочность, бетон.

Buntova O.S.¹, Buntova E.V.², Yusupova O.V.³

¹Student, Samara state University of architecture and construction; ²Candidate of pedagogical Sciences, associate Professor, Samara state agricultural Academy; ³Candidate of pedagogical Sciences, Professor, Samara state University of architecture and construction

METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS, APPLIED IN CONSTRUCTION MATERIALS EXAMINATION

Abstract

The article focuses on the practical application of probabilistic-statistical methods for construction expertise.

Keywords: statistics, calibration, accuracy and representativeness, strength, concrete.

Результаты исследования статистических данных методами математической статистики используют для принятия решения, т.е. для научных и практических выводов.

Исследование качественных и количественных характеристик отдельных строительных конструкций, их узлов, а также строительных объектов в целях установления их соответствия требованиям специальных правил, определение причин, условий и обстоятельств, механизма частичной или полной утраты объектами своих эксплуатационных свойств невозможно без проведения строительной экспертизы. В свою очередь проведение строительной экспертизы невозможно осуществить без проведения лабораторных исследований.

В лабораторных условиях проводят исследование образцов. Образцы, пробы при проведении строительной экспертизы позволяют установить физико – химические свойства строительных материалов и изделий.

Данные лабораторных исследований можно рассматривать как статистические данные, обработка которых позволяет сделать практические выводы.

Таким образом, *актуальность* темы исследования очевидна.

Проблема исследования заключалась в выборе оптимальных методов математической статистики для выявления градуировочной зависимости между прочностью бетонных образцов и косвенной характеристикой прочности определенной двухпараметрическим методом, для контроля прочности монолитного бетонного покрытия автомобильной дороги.

В соответствии с проблемой исследования были поставлены *задачи*:

- обработать результаты испытаний на прочностью бетонных образцов;
- установить градуировочную зависимость между прочностью бетонных образцов и косвенной характеристикой, в виде уравнения;
- построить график градуировочной зависимости;
- проверить условия градуировочной зависимости и сформулировать практический вывод по результатам проведенного исследования.

Проведенный анализ научной литературы позволил выделить три вида научной и прикладной деятельности в области статистических методов анализа данных [6]:

- 1) разработка и исследование методов общего назначения, без учета специфики области применения;
- 2) разработка и исследование статистических моделей реальных явлений и процессов в соответствии с потребностями той или иной области деятельности;
- 3) применение статистических методов и моделей для статистического анализа конкретных данных.

Внутри прикладной статистики выделяют задачи описания, оценивания и проверки гипотез [6].

Описание вида данных и механизма их порождения – начало любого статистического исследования. Для описания данных применяют как детерминированные, так и вероятностные методы. С помощью детерминированных методов анализируют те данные, которые имеются в распоряжении исследователя.

На первом этапе данные исследования (эксперимента) представляют в удобном для восприятия виде с помощью таблиц и диаграмм. Затем статистические данные анализируют на основе вероятностно-статистических моделей. Статистический анализ данных включает в себя целый ряд процедур и алгоритмов, выполняемых последовательно, параллельно или по более сложной схеме. На основе проведенного теоретического анализа научной литературы, выделены основные этапы статистического анализа данных, полученных в результате лабораторного исследования [1].

Экономическая невыгодность проведения сплошного обследования и невозможность сплошного обследования указало на целесообразность изучения и проведения выборочного исследования.

Для получения хороших оценок характеристик генеральной совокупности необходимо, чтобы выборка была репрезентативной, т.е. достаточно полно представляла изучаемые признаки генеральной совокупности.

В зависимости от конкретных условий для обеспечения репрезентативности применяют различные способы отбора: простой, при котором из генеральной совокупности извлекают по одному объекту; типический, при котором генеральную совокупность делят на «типические» части и отбор осуществляется из каждой части; механический, при котором отбор производится через определенный интервал; серийный отбор, при котором объекты из генеральной совокупности отбираются сериями и исследуют при помощи сплошного обследования. На практике используют сочетание вышеупомянутых способов отбора.

Методами статистической обработки результатов лабораторных исследований [6] называют математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе лабораторного исследования, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности.

Некоторые из методов математико-статистического анализа позволяют вычислять элементарные математические статистики, характеризующие выборочное распределение данных, например выборочное среднее, выборочная дисперсия, мода, медиана и ряд других. Иные методы математической статистики, например дисперсионный анализ, регрессионный анализ, позволяют судить о динамике изменения отдельных статистик выборки. С помощью третьей группы методов, корреляционного

анализа, факторного анализа, методов сравнения выборочных данных, можно достоверно судить о статистических связях, существующих между переменными величинами, которые рассматривают в лабораторном исследовании.

Достоинства эксперимента по сравнению с наблюдением [6]:

- 1) возможность изучения явления в чистом виде, без влияния побочных факторов, затемняющих основной процесс;
- 2) в экспериментальных условиях можно получить результат более быстро и точно;
- 3) в эксперименте можно проводить испытания столько раз, сколько это необходимо.

Результат эксперимента или измерения всегда содержит некоторую погрешность. Целью математической обработки результатов эксперимента является не нахождение истинного характера зависимости между переменными или абсолютной величины какой-либо постоянной, а представление результатов наблюдений в виде простой формулы с оценкой возможной погрешности ее использования.

Выделены три основных типа ошибок измерений при проведении лабораторного исследования [2].

К первому типу отнесены систематические погрешности, которые обуславливаются постоянно действующими факторами и поэтому могут быть учтены при обработке результатов измерений.

Ко второму типу отнесены случайные ошибки, которые содержат в своей основе причины, не проявляющие себя отчетливо. Эти ошибки невозможно учесть как систематические ошибки. Анализ случайных ошибок является одним из разделов математической обработки экспериментальных данных. Случайные ошибки бывают как положительные, так и отрицательные, разной величины, не превосходящей определенного предела. Исключить случайные ошибки при измерении нельзя, однако применение метода теории ошибок позволяет более точно установить возможную ошибку окончательного результата измерений.

К третьему типу отнесены абсолютная и относительная ошибки. Абсолютная ошибка – разница в абсолютных цифрах между наиболее достоверным значением определяемой величины и полученным результатом, выраженная в единицах измеряемой величины. Относительная ошибка – отношение абсолютной ошибки к среднему значению измеряемой величины, выраженное в процентах. Относительная ошибка дает более наглядное представление о точности измерений.

Проведенный теоретический анализ позволил выявить основу статистической обработки результатов измерений – оценку точности измерений при малом и большом числе измерений.

В выбранной методике лабораторного исследования прочность бетона определяли по установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетонных образцов по ГОСТ 10180-90 и косвенным характеристикам прочности [5]. Косвенными характеристиками прочности являются:

- значение отскока бойка от поверхности бетона;
- параметр ударного импульса (энергия удара);
- соотношение диаметров отпечатков на бетоне и стандартном образце при ударе индентора или вдавливании его в поверхность бетона;
- значение напряжения, необходимого для местного разрушения бетона при отрыве приклеенного к нему металлического диска, равного усилию отрыва, деленному на площадь проекции поверхности отрыва бетона на плоскость диска;
- значение усилия необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции;
- значение усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства.

Механические методы неразрушающего контроля применяют для определения прочности бетона всех видов нормированной прочности, контролируемых по ГОСТ 10180-90 [5], а также для определения прочности бетона при обследовании и отбраковки конструкций.

Для методов упругого отскока, ударного импульса, пластической деформации и отрыва градуировочные зависимости устанавливают конкретно для каждого вида прочности; для методов отрыва со скалыванием и скола ребра допускается устанавливать единую градуировочную зависимость независимо от вида прочности.

Градуировочную зависимость устанавливают при изменении вида крупного заполнителя, технологии производства бетона, при введении добавок, а для методов отскока, ударного импульса и пластической деформации – также при изменении вида цемента, внесении количественных изменений в номинальный состав бетона, превышающих по расходу цемента $\pm 20\%$.

За единичное значение косвенного показателя прочности при установлении градуировочной зависимости принимали среднее арифметическое значение этой величины в серии образцов, используемых для определения единичного значения прочности.

Градуировочная зависимость должна иметь среднее квадратическое (остаточное) отклонение S_T , не превышающее 12% при использовании серии образцов, и 15% при использовании отдельных образцов от среднего значения прочности \bar{R} .

Прочность бетона в контролируемом участке конструкции определяли по градуировочной зависимости, при условии, что измеренные значения косвенного показателя находятся в пределах между наименьшим и наибольшим значениями косвенного показателя в образцах, испытанных при построении градуировочной зависимости.

При использовании анкерных устройств, прочность бетона R , МПа можно вычислять по градуировочной зависимости по формуле

$$R = m_1 \cdot m_2 \cdot P,$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий максимальный размер крупного заполнителя в зоне вырыва и принимаемый равным 1 при крупности 50 мм и 1,1 при крупности более 50 мм; m_2 – коэффициент пропорциональности для перехода от усилия вырыва, кН, к прочности бетона, МПа; P – усилие вырыва анкерного устройства, кН.

Уравнение зависимости «косвенная характеристика – прочность» принимают линейным по формуле

$$R_H = a_0 + a_1 H,$$

где R_H – прочность бетона, МПа; H – косвенная характеристика.

Коэффициенты a_0 и a_1 рассчитывают по формулам:

$$a_0 = \bar{R} - a_1 \bar{H}, \quad a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (H_i - \bar{H})(R_{icp} - \bar{R})}{\sum_{i=1}^N (H_i - \bar{H})^2}.$$

Среднее значение прочности \bar{R} , определенные путем испытания образцов по ГОСТ 10180-90 [3], и косвенных характеристик \bar{H} , необходимых для определения этих коэффициентов, рассчитывают по формулам

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^N R_{icp}}{N}, \quad \bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N},$$

где R_{icp} и H_i – соответственно значения прочности и косвенной характеристики для отдельных серий по ГОСТ 10180-90 [5]; N – число серий (или отдельных образцов), использовавшихся для построения градуировочной зависимости.

После построения градуировочной зависимости по формуле $R_H = a_0 + a_1 H$ проводили ее корректировку путем отбраковки единичных результатов испытаний, не удовлетворяющих условию

$$\frac{|R_i - R_{icp}|}{S_r} \leq 2,$$

где S_r - остаточное среднее квадратическое отклонение, определенное по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{i\phi} - R_{in})^2}{N - 2}},$$

где R_{in} - прочность бетона в i -й серии образцов, определенная по градуировочной зависимости по формуле $R_{in} = a_0 - a_i H_i$.
Погрешность определения прочности бетона по установленной зависимости оценивали по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{i\phi} - R_{in})^2}{N - 2}}.$$

Если

$$\frac{S_r}{R} \cdot 100\% \geq 12\%$$

то проведение контроля и оценка прочности по полученной зависимости не допускаются.

В соответствии с установочной градуировочной зависимостью по полученным косвенным характеристикам определяли прочность бетона. Вычисляли среднее значение косвенных характеристик по формуле:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n},$$

где n - число серий, испытанных для проверки градуировочной зависимости.

Затем разделяли испытанные серии образцов, единичные значения косвенной характеристики которых не превышают их среднее значение \bar{H} :

$$H_i < \bar{H}.$$

Ко второй группе отнесли все остальные серии, т.е. те, у которых

$$H_i \geq \bar{H}.$$

Градуировочная зависимость допускается к дальнейшему применению при одновременном выполнении следующих условий [5]:

- 1) разность $R_{i\phi} - R_{in}$ не имеет одинакового знака в пяти из шести испытанных серий образцов;
- 2) среднее квадратическое отклонение (S_n) прочности бетона в испытанных сериях, определенное по формуле

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{i\phi} - R_{in})^2}{n - 1}},$$

не должно превышать более чем в полтора раза среднее квадратическое отклонение используемой градуировочной зависимости

$$S_n < 1,5 S_r;$$

- 3) значение разности $R_{i\phi} - R_{in}$ не должно иметь одинакового знака для серий образцов первой и второй групп.

При невыполнении хотя бы одного из условий градуировочную зависимость устанавливают заново.

Результатом проведенных лабораторных исследований явилась обработка результатов испытаний и выявления градуировочной зависимости между прочностью образцов бетона и косвенной характеристикой прочности.

В итоге был получен результат градуировочной зависимости для определения прочности бетона монолитных конструкций класса В30

$$R_H = 9,09 + 1,08H.$$

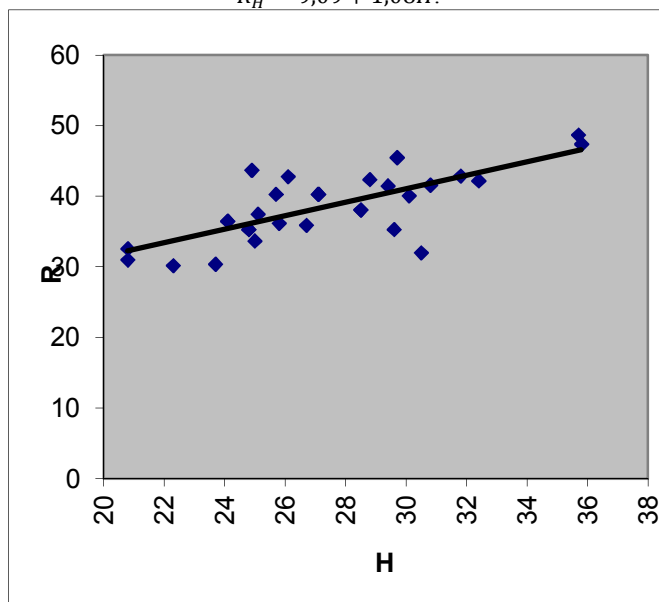


Рис. 3 График градуировочной зависимости для определения прочности бетона монолитных конструкций класса В35 ударно-импульсным измерителем прочности «ОНИКС 2.51»

Построенный график градуировочной зависимости дает возможность наблюдать, что облако единичных результатов испытаний расположено вдоль построенного графика градуировочной зависимости, а это указывает на правильность найденной градуировочной зависимости.

Среднее квадратическое отклонение прочности бетона

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{i\phi} - R_{in})^2}{n - 1}} = 2,49$$

не превышает более, чем в 1,5 раза среднее квадратическое отклонение используемой градуировочной зависимости

$$\begin{aligned} S_n &< 1,5 \cdot S_T, \\ 2,49 &< 1,5 \cdot 2,54, \\ 2,49 &< 3,28, \end{aligned}$$

что указывает на выполнение условия проверки градуировочной зависимости.

Таким образом, из множества вероятностно-статистических методов выявлены методы, применимые к строительной экспертизе материалов.

Литература

1. Бунтова Е.В. Статистическая обработка результатов измерений: учебное пособие. - Самара: РИЦ СГСХА, 2011.- 87 с.
2. Бунтова Е.В. Математические вопросы в теории надежности [Текст]: материалы пятой международной научно-практической конференции, г.Москва, 2012г В 2 т.: т.1/Науч.-инф.издат. центр «Институт стратегических исследований».- Москва: Изд-во «Спецкнига», 2012. -500 с. ISBN 978-5-91891-135-8.
3. Бунтова О.С., Бунтова Е.В. Обработка результатов эксперимента [Текст]: материалы международной научно-практической конференции, г.Новосибирск, 2012г. -Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. – 144 с. ISBN 978-5-4379-0086-4.
4. Боровков А.А. Математическая статистика: учебник.-М.: Наука, 1997.- 772 с.
5. ГОСТ 10180-90. Методы определения прочности по контрольным образцам [Текст]. – Введ. 1991.01.01. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
6. Орлов А.И. Прикладная статистика: учебник. -М.: Издательство «Экзамен», 2004.- 656 с.

Кузнецова И.Ю.

Аспирант, Южный федеральный университет

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ ЭЙЛЕРА-МАРУЯМЫ

Аннотация

В данной статье описан один из наиболее популярных численных методов решения стохастических дифференциальных уравнений. В статье даны определение основной концепции, описание простейшего численного метода, а также понятие сходимости решений стохастических дифференциальных уравнений. Решениями являются непрерывные вероятностные процессы, что может быть использовано при прогнозировании процесса потребления энергоресурсов.

Ключевые слова: стохастические дифференциальные уравнения, численные методы, сходимость, порядок аппроксимации.

Kuznetsova I.Y.

Postgraduate student, Southern Federal University.

NUMERICAL SOLUTION OF STOCHASTIC DIFFERENTIAL EQUATION BY EULER-MARUYAMA METHOD

Abstract

In the article described one of the most popular numerical methods for solving stochastic differential equations. It includes a review of fundamental concepts, a description of elementary numerical methods and the concepts of convergence and order for stochastic differential equation solvers. The solutions will be continuous stochastic processes that can be used for prediction process of energy consumption.

Keywords: stochastic differential equations; numerical methods; convergence; order for solvers.

СДУ стали стандартными моделями финансовых величин, таких как цены активов, процентная ставка, и их деривативов. В отличие от детерминированных моделей, таких как обыкновенные дифференциальные уравнения, которые имеют единственное решение для каждого соответствующего начального условия, СДУ имеют решения, являющиеся стохастическими процессами с непрерывным временем. Методы численного решения СДУ основаны схожей технике решения обыкновенных дифференциальных уравнений, но обобщены для обеспечения стохастической динамики.

Простейшим эффективным численным методом аппроксимации обыкновенных дифференциальных уравнений является метод Эйлера. Метод Эйлера-Маруяма является аналогом метода Эйлера для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Рассмотрим стохастическое дифференциальное уравнение, описывающее динамику потребления электроэнергии в ВУЗе [2,3]:

$$dX(t) = \theta(t)X(t)dt + \sigma X(t)dW(t), \quad (1)$$

с начальным условием

$$X(t_0) = X_0, \quad (2)$$

где $X(t)$ — потребление энергоресурсов (электроэнергии), X_0 — данные по потреблению в начальный момент времени t_0 , $\theta(t)$ — функция, учитывающая сезонные изменения, σ — коэффициент, учитывающий изменения, носящие случайный характер, $W(t)$ — винеровский процесс.

Зафиксируем равномерную сетку

$$\omega_i = \{t_{i+1} = t_i + \Delta t, \quad i = \overline{1, n}, \quad \Delta t = T/n\}$$

где T — длина рассматриваемого временного промежутка, n — количество месяцев в рассматриваемом промежутке времени,

Δt — шаг по времени.

Также введем следующие обозначения:

$$X(t_i) = X_i, \quad \theta(t_i) = \theta_i.$$

Проинтегрируем исходное уравнение (1) на промежутке $[t_i, t_{i+1}]$. Получим

$$X(t_{i+1}) = X(t_i) + \int_{t_i}^{t_{i+1}} \theta(s)X(s)ds + \int_{t_i}^{t_{i+1}} \sigma X(s)dW(s). \quad (3)$$

Переходя к конечным разностям из (3) и определения стохастического интеграла, имеем,

$$X_{i+1} = X_i + \theta_i X_i \Delta t + \sigma X_i \Delta W_i, \quad (4)$$

где $\Delta W_i = W_{i+1} - W_i$ — приращение винеровского процесса, которое, исходя из свойств винеровского процесса, можно записать в виде:

$$\Delta W_i = \xi_i \sqrt{\Delta t}, \quad \text{где } \xi_i \in N(0,1), \quad (5)$$

то есть ξ_i — случайная величина, распределенная по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Найдем порядок сходимости метода Эйлера-Маруямы для (1).

Говорят, что численное решение X_i с шагом по времени Δt сильно сходится к точному решению $X(t)$ в момент времени T , если

$$\lim_{h \rightarrow 0} E \{ |X(T) - X_T| \} = 0$$

В дальнейшем мы будем определять скорость сильной сходимости приближенного решения через понятие порядка. *Решение СДУ сходится сильно с порядком m* , если математическое ожидание ошибки имеет m -ый порядок от шага, то есть для любого момента времени T ,

$$E \{ |X(T) - X_T| \} = O((\Delta t)^m)$$

для достаточно малого размера шага Δt . Это определение обобщает стандартные критерии сходимости для обыкновенных дифференциальных уравнений, и сводится к обычному определению, когда стохастическая часть уравнения обращается в нуль.

Воспользуемся разложением Тейлора-Ито на $[t_i, t_{i+1}]$, которое для поставленной задачи запишется в виде:

$$\begin{aligned} X(t_{i+1}) = X(t_i) &+ \int_{t_i}^{t_{i+1}} \left(\theta(s)X(s) + \int_{t_i}^s L^1(\theta(\tau)X(\tau))d\tau + \int_{t_i}^s L^2(\theta(\tau)X(\tau))dW(\tau) \right) ds + \\ &+ \int_{t_i}^{t_{i+1}} \left(\sigma X(s) + \int_{t_i}^s \sigma L^1 X(s)d\tau + \int_{t_i}^s \sigma L^2 X(s)dW(\tau) \right) dW(s). \end{aligned} \quad (6)$$

Вычислив повторные интегралы, разложение (6) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} X_{i+1} = X_i &+ \theta_i X_i \Delta t + \sigma X_i \Delta W_i + \frac{1}{2} \sigma^2 X_i (\Delta W_i^2 - \Delta t) + \\ &+ \frac{1}{2} \theta_i \sigma X_i (\Delta W_i - \Delta t) + \frac{1}{2} \theta_i^2 X_i (\Delta t)^2 + \theta_i \sigma X_i \left(\Delta W_i \Delta t - \frac{1}{2} (\Delta W_i - \Delta t) \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Учитывая (5), выражение (7) можно записать:

$$\begin{aligned} X_{i+1} = X_i &+ \theta_i X_i \Delta t + \sigma X_i \xi_i (\Delta t)^{1/2} + \frac{1}{2} \sigma^2 X_i (\xi_i^2 \Delta t - \Delta t) + \\ &+ \frac{1}{2} \theta_i \sigma X_i (\xi_i (\Delta t)^{1/2} - \Delta t) + \frac{1}{2} \theta_i^2 X_i (\Delta t)^2 + \\ &+ \theta_i \sigma X_i \left(\xi_i (\Delta t)^{3/2} - \frac{1}{2} (\xi_i (\Delta t)^{1/2} - \Delta t) \right) = \\ = X_i &+ \theta_i X_i \Delta t + \sigma X_i \xi_i (\Delta t)^{1/2} + \frac{1}{2} \sigma^2 X_i (\xi_i^2 \Delta t - \Delta t) + O((\Delta t)^{3/2}) \end{aligned} \quad (8)$$

Откуда получим, что

$$(MZ_{i+1}^2)^{1/2} = \left(\frac{1}{2} \sigma^2 X_i (\xi_i^2 \Delta t - \Delta t) \right)^{1/2} + O(\Delta t) = O((\Delta t)^{1/2}), \quad (9)$$

где $X(t_{i+1})$ — точное решение СДУ (1), а X_{i+1} — численное решение СДУ (1) по методу Эйлера-Маруямы (4) в точке t_{i+1} .

Хотя метод Эйлера для обыкновенных дифференциальных уравнений имеет первый порядок, метод Эйлера-Маруямы для стохастических дифференциальных уравнений имеет порядок $0,5$. Этот факт доказан Гикхманом и Скороходовым в 1972 году.

На основании данных по потреблению электроэнергии за 2010-2011гг. общежитиями студенческого городка ЮФУ в г. Таганроге и предложенной модели (1) были получены следующие прогнозные значения потребления электроэнергии на 2012 год, которые были сравнены с данными по потреблению электроэнергии за тот же период.

При применении метода Эйлера-Маруямы (4) к модельному уравнению (1) были получены следующие результаты:

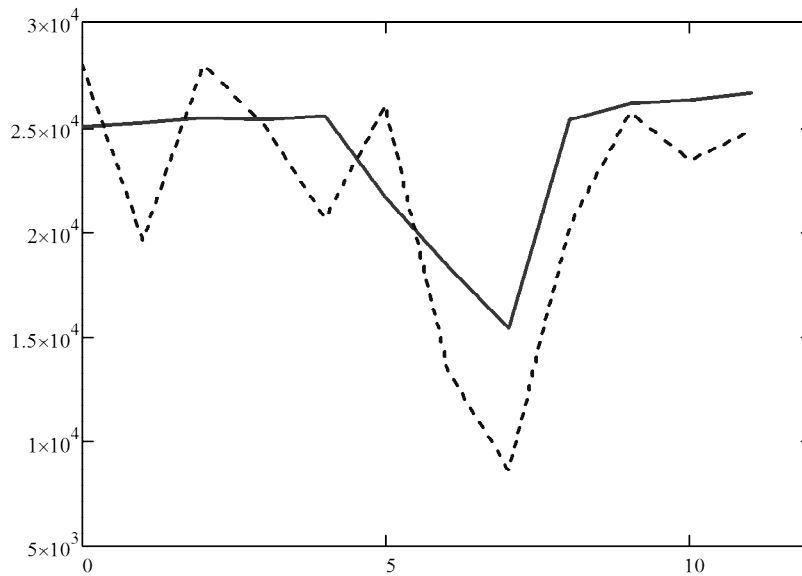


Рис. 1 График потребления электроэнергии на 2012 г.

— прогнозные данные на 2012 г. по потреблению электроэнергии, полученные с помощью метода Эйлера-Маруямы (2.27);
 - - - - - реальные данные по потреблению электроэнергии за 2012 г.

Определение качества модели проводилось по следующим параметрам:

1. Модельная погрешность:

$$\varepsilon_i = P_i - X_i, \quad (10)$$

где P_i — фактическое значение потребления электроэнергии в i -ый момент времени, X_i — значение потребления электроэнергии, полученное с помощью модели (1), в i -ый момент времени.

2. Среднеквадратичное отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2},$$

где ε_i — модельная погрешность в i -ый момент времени, определяемая формулой (10), n — длительность периода прогнозирования в месяцах.

3. Средний процент ошибки:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i}{P_i} \times 100\%$$

где ε_i — модельная погрешность в i -ый момент времени, определяемая формулой (10), P_i — фактическое значение потребления электроэнергии в i -ый момент времени, n — длительность периода прогнозирования в месяцах.

4. Средняя относительная ошибка прогноза:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\varepsilon_i|}{P_i} \times 100\%$$

где ε_i — модельная погрешность в i -ый момент времени, определяемая формулой (10), P_i — фактическое значение потребления электроэнергии в i -ый момент времени, n — длительность периода прогнозирования в месяцах.

5. Коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{P})^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2},$$

где P_i — фактическое значение потребления электроэнергии в i -ый момент времени, X_i — значение потребления электроэнергии, полученное с помощью модели (2.24), в i -ый момент времени,

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

где n — длительность периода прогнозирования в месяцах.

6. Индекс Тейла:

$$v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^n P_i^2 + \sum_{i=1}^n X_i^2}}$$

где P_i — фактическое значение потребления электроэнергии в i -ый момент времени, X_i — значение потребления электроэнергии, полученное с помощью модели (1), в i -ый момент времени,
Полученные результаты представленным в таблице 1.

Табл. 1

	Метод Эйлера-Маруамы
Среднеквадратичное отклонение (нормированное)	0,167
Средний процент ошибки	10,2%
Средняя относительная ошибка прогноза	18,3%
Коэффициент детерминации	0,61
Индекс Тейла	0,123

На основании полученных результатов можно сделать вывод о применимости рассматриваемой модели (1) к прогнозированию потребления электроэнергии.

Численные методы решения стохастических дифференциальных уравнений играют важную роль при анализе случайных процессов. Несмотря на то, что скорость сходимости к сильному решению для метода Эйлера-Маруамы составляет всего 0,5, его популярность в сфере финансов обусловлена тем, что он «прост» в построении разностной схемы и не требует большого объема вычислительных ресурсов. Это позволяет применять его для определения качества построенных моделей. Применение численных методов более высоких порядков ведет к резкому возрастанию необходимых вычислительных ресурсов, при этом точность прогноза может изменяться незначительно.

Литература

1. Андерсон Т. – Статистический анализ временных рядов, М.: «Мир», 1980.
2. Кузнецова И.Ю. Математическая модель прогнозирования энергопотребления // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2013. — №4 — С. 121-125.
3. Кузнецова И.Ю. Математическая модель энергопотребления применительно к ВУЗу // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2011. — Т.121 №8 — С. 183-186.
4. Кузнецова И.Ю. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений в финансах // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2013. — №4 — С. 175-184.
5. Turner Wayne C., Doty S., Energy management handbook // Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. — 6th ed., 2007. — 924 p.

Малеев В.А.

Электромеханик, ЗАО Курганлифт.

**ТП(ПВД), ИЛИ «ТЕОРИЯ ПАРАДОКСАЛЬНОСТИ (ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ, ДВИЖЕНИЯ)» ЧАСТЬ №3.А
«МИР, ПОСТРОЕННЫЙ НА ВЕРОЯТНОСТИ»**

Аннотация

Наблюдаемые нами свойства трёхмерного пространства, это лишь частный случай проявления (ПВД). В настоящей работе сделана попытка осуществить универсальный подход к рассмотрению динамики тела (m) в поле тела (M) при квантовании движения. В работе рассматривается «энергоёмкостная индукция», как суть гравитационной постоянной – G . А при рассмотрении возможности сегментации потенциальной энергии мы приходим к факту вероятностного описания любой функции изменения этой энергии в сегментах движения по 4-четырёх вероятностным сценариям.

Ключевые слова: Индукция энергоёмкости, анти гравитационная постоянная, гравитационная постоянная, вероятностные вариации.

Maleev V.A.

Joint-stock COMPANY of Kurganlyft, electrician.

**TP(STM), OR «THEORY OF PARADOXICALITY (SPACE, TIME, MOTION)» PART OF 3-A. «WORLD, BUILT ON
PROBABILITY»**

Properties of three-dimensional space looked after us, this only the special case of display (STM). In-process real an attempt to carry out universal approach to consideration of dynamics of body (m) in the field of body (M) at the quantum of motion is done. «Induction of power-hungryness» is in-process examined, as essence of gravity permanent - G. And at consideration of possibility of segmentation of potential energy we come to the fact of probabilistic description of any function of change of this energy in the segments of motion on 4-four probabilistic scenarios.

Keywords: Induction of power-hungryness, anti gravity permanent, gravity permanent, probabilistic variations.

Гл. №1 Вероятностные вариации «закона сохранения энергоёмкостной индукции».

В данной главе мы рассмотрим (по сути нами выявленную уже) природу **индукционного механизма** (с точки зрения «Мерностной теории»; см. [7] т. ТП(ПВД), часть: №2.Б), как механизм: **«Закона сохранения энергоёмкости»!!!** Который предполагает так же, кстати, (как частный случай) и закон сохранения энергии (или же - энергетических эквивалентов в каждом из 4-х триплетов), при постоянстве инерционной массы /для 1-го мерностного триплета/ или при постоянстве массовых эквивалентов (в знаменателе ф-лы: 3.0.д) в 4-х мерностных триплетах соответственно.

Возьмём этот отрывок из т. ТП(ПВД), часть: №2.Б. Цитируем:

«... В связи с чем – пару слов об: 1) индукции и 2) индукции».

1) Уточнение понятия индукции в свете положений об энергоёмкости формально представимо, как версия уравнения 3.0.г) для энергоёмкости.

$$\left[\begin{array}{l} 1: \left\{ {}_1.C_{E/m}^{v2} = \frac{\left({}_A.E_m^{i=0;n} \right)_{1M}^{0s}}{\left(m_T \right)_{-1M}^{-1s}} \Leftrightarrow \frac{\left(\vec{a}_{1M}^{1s} \cdot \vec{t}_{0M}^{-1/2s} \right)_{1M}^{1/2s} \times \left(\vec{p} \cdot \left(\vec{v}_{1M}^{1/2s} \right)^0 \right)_{0M}^{-1/2s}}{\left(m_T \right)_{-1M}^{-1s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim \Phi \Phi_{2M}^{1s} \\ 2: \left\{ {}_2.C_{E/m}^{v2} = \frac{{}_A.\Phi_{3M}^{1s}}{\left(E_m \right)_{1M}^{0s}} \Leftrightarrow \frac{\left(\vec{a}_{1M}^{1s} \cdot \vec{t}_{0M}^{-1/2s} \right)_{1M}^{1/2s} \times \left(\vec{p}_{0M}^{-1/2s} \cdot \vec{v}^2 \right)_{2M}^{1/2s}}{\left(E_m \right)_{1M}^{0s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim \Phi \Phi_{2M}^{1s} \\ 3: \left\{ {}_3.C_{E/m}^{v2} = \frac{{}_A.\Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \Leftrightarrow \frac{\left(\vec{a}_{1M}^{1s} \cdot \vec{t}_{0M}^{-1/2s} \right)_{1M}^{1/2s} \times \left(\vec{p}_{0M}^{-1/2s} \cdot \vec{v}^4 \right)_{4M}^{3/2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim \Phi \Phi_{2M}^{1s} \\ 4: \left\{ {}_4.C_{E/m}^{v2} = \frac{{}_A.\Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \Leftrightarrow \frac{\left(\vec{a}_{1M}^{1s} \cdot \vec{t}_{0M}^{-1/2s} \right)_{1M}^{1/2s} \times \left(\vec{p}_{0M}^{-1/2s} \cdot \vec{v}^6 \right)_{6M}^{5/2s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim \Phi \Phi_{2M}^{1s} \end{array} \right] \quad 3.0.д)$$

Так для 1-первого мерностного триплета комментарий может быть следующий. Для: а) (n-нормаль) радиально-

потенциальной составляющей энергии: энергия $\left({}_A.E_m^{i=0;n} \right)_{1M}^{0s}$ числителя представляет собой величину начального импульса $\left(\vec{p} \cdot \left(\vec{v}_{1M}^{1/2s} \right)^0 \right)_{0M}^{-1/2s}$, который замедляется $\left| \vec{a}_{1M}^{1s} \right|_i$ в поле планеты с течением времени $\left| \vec{t}_{0M}^{-1/2s} \right|_i$. При «попытке» квантования на (n) конечных участков движения вместо (i) берём (n). Для: б) горизонтально- кинетической составляющей энергии $\left({}_A.E_m^{i=0;n} \right)_{1M}^{0s}$ (t)-тангенциальная скорость (эквипотенциальной) составляющей (см. ф. 3.1.в) при переходе в форму

«индукционного импульса» трансформируется в: $\left| {}_{\perp}^* \vec{v}^{i=n} \right|_{1M}^{1/2s} = \left| I_m^{-1} \right|_{1M}^{1/2s} (k_2 / c)^{-1}$ - «обратный ток массы», см. далее ф. 11*). При этом ускорение, при «индукционной трансформации» прямолинейного движения тела во вращательное его

$$\left\{ {}^* \vec{a}_p^{i=0} = \frac{k_{(p;a)}^{i=0} \left({}_{\perp}^* \vec{v}_3^{i=n} \right)^2}{{}_{\Delta}^* h_m^{i=0}} = \frac{\left\{ \left({}_{\perp}^* \vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 = \left(\sqrt{k_{(p;a)}^{i=0}} \times \left({}_{\perp}^* \vec{v}_3^{i=n} \right) \right)^2 \right\}}{{}_{\Delta}^* h_m^{i=0}} \right\} \quad 3.0.е)$$

движение: ${}_{\Delta}^* h_m^{i=0}$ //Где: ${}_{\Delta}^* h_m^{i=0}$ - есть радиус вращения (элемент масштаба) тела /а точнее: «поля-тела»/, но уже не с планетарной тангенциальной скоростью ${}_{\perp}^* \vec{v}_3^{i=n}$, а с тангенциальной скоростью самого поля-тела: ${}_{\perp}^* \vec{v}_{p.m}^{i=n}$ // - /которое может оставаться постоянным/, - будет уже величиной чисто «тангенциальной», относящейся к вращению

элемента масштаба $\left[{}_{\Delta}^* h_m^{i=0} \right]$ и НЕ имеющей центробежной (радиальной) составляющей /которая в криволинейном движении как бы и определяет величину центробежной силы (перегрузки), действующей на тело/...»

Для того чтобы получить наиболее корректное и полное уравнение: «энергоёмкостной индукции» из уравнения: 3.0.д) необходимо кроме потенциальных состояний энергоёмкостей, обеспечивающих работу над полем тела: М /как и работу связанную с деформацией пространства/, (или её эквиваленты в 4-х триплетах) ввести ещё и энергоёмкость кинетической фазы движения по нормальному или аномальному сценарию. Причём, мы знаем, что в «нормальном»: А) варианте потенциальное и кинетическое направление имеют «радиальную составляющую». Но даже если рассматривать только случай «вертикального удара», то в определённой фазе ПВД возникает отклоняющий угол, и следовательно должна иметь место так же и тангенциальная составляющая кинетической ф-мы энергии (движения). А в аномальном сценарии эта кинетическая фаза тем более имеет характерный отклоняющий угол (а следовательно и - свою тангенциальную проекцию). И поэтому в принципе могут

иметь место быть: пара- тройка сценариев математического представления данной связки энергоёмкостных составляющих! Рассмотрим эти возможности подробнее. По сути, все эти базовые постулаты (о которых пойдёт речь) мы уже многократно озвучивали в пред идущих работах. Суть их сводится к тому, что: **1)** если **период-ВМП** (системы движущихся тел) одинаков **/const!/** для всех этих (пробных - **m(1,2,...)**) тел, то есть движение тела: **m** относительно тела: **M** необходимо рассматривать с точки зрения **цСМП** инерционной (не волнового характера всплесковой системы) системы с прямо пропорциональной зависимостью времени от расстояния: ($t=L/v$), где **а)** во первых, **«н»**-потенциальная и **«к»**-кинетическая энергии **внутри** нормальной-**(н)** /или тангенциальной-**(т)**/ **своих проекций – суммируются** /сама их сумма: $E(н)+E(к)$ – есть «классическая»: **const-a/**; и где **б)** во вторых эти **суммы «испытывают» мерностное произведение**, что к стати приводит к появлению такой константы взаимодействия (в 1-первом мерностном триплете), как гравитационная постоянная: **G** (и кстати, нами это далее будет показано)! **2)** Если период-ВМП системы движущихся пробных тел **/m(1,2,3,...)/** не одинаков для всех этих тел, то движение тела: **m** относительно тела: **M** необходимо рассматривать с точки зрения **ССМП** не инерционной (уже - волнового характера всплесковой системы) системы с обратно- пропорциональной зависимостью времени от расстояния: ($t= L/Lv$). При этом сами суммы проекций на нормальное и тангенциальное направление, как энергий, так и их эквивалентов в 4-х триплетах должны векторно складываться. Так вот в данный момент мы рассматриваем ПВД в части проявления элементов движения по типу действия центральной «силы зарядового потенциала» (в отличие от «лучевой силы»). И уже к ней мы применяем положение о постоянстве ВМП – временного метрического периода, действующего внутри ПВД конкретной системы тел: (**M;m**) /да и вообще любой подобной системы тел/.

1) И поэтому сегодня мы начнём с первого варианта, когда **ВМП-const-a**:

$$\left[\begin{aligned} & \left| \prod \left(\sum_{n,k} \eta; \tau C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4M}^{2s} = \sum \left| \eta C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} \times \sum \left| \tau C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} = \dots \rightarrow \\ & 1: \left\{ \frac{\sum \left(\eta E_m^{i=0;n} \right)_{1M}^{0s}}{(m_T)_{-1M}^{-1s}} \times \frac{\sum \left(\tau E_m^{i=0;n} \right)_{1M}^{0s}}{(m_T)_{-1M}^{-1s}} \right\}_{4M}^{2s} \sim 1/P \Phi_{4M}^{2s} \Rightarrow \\ & 1*: \left\{ \frac{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}}{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}} + \frac{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}}{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}} + \frac{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}}{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}} + \frac{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}}{\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n}}{(m_T^2)_{-2M}^{-2s}} \right)_{2M}^{0s}} \right\}_{4M}^{2s} \\ & 2: \left\{ \frac{\sum \eta \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} \times \frac{\sum \tau \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} \right\}_{4M}^{2s} \sim 1/P \Phi_{4M}^{2s} \Rightarrow 2*: \{ \text{сумма_произведений} \} \Rightarrow \\ & 3: \left\{ \frac{\sum \eta \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \times \frac{\sum \tau \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim 1/P \Phi_{4M}^{2s} \Rightarrow 3*: \{ \dots \dots \} \Rightarrow \\ & 4: \left\{ \frac{\sum \eta \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \times \frac{\sum \tau \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \right\}_{2M}^{1s} \sim 1/P \Phi_{4M}^{2s} \Rightarrow 4*: \{ \dots \dots \} \Rightarrow \end{aligned} \right]$$

3.A.0)

Здесь «**энергоёмкостная индукция**»: $\left| \prod \left(\sum_{n,k} \eta; \tau C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4M}^{2s} = \sum \left| \eta C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} \times \sum \left| \tau C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s}$ - есть **произведение** двух

сумм энергоёмкостей «**н**»-потенциальной и «**к**»-кинетической составляющих /проекций/ на: 1) **(η)** -нормаль, либо на 2) **(τ)** - «танг-ль» (см. варианты: 1,2,3,4), которое может выражаться так же и через 4-ре суммы произведений соответствующих пар энергоёмкостей (смотри варианты: 1*, 2*, 3*, 4*/выше/).

Для: {1*} - первого «**м**»-триплета имеем 4-четыре возможные пары сочетаний: **(η)** -нормально- **(τ)** -тангенциальных произведений энергий:

$$1): \left(\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n} \right), 2): \left(\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n} \right), 3): \left(\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n} \right), 4): \left(\eta E_m^{i=0;n} \times \tau E_m^{i=0;n} \right)$$

Вообще то нами ранее предполагалось как бы сценарное развитие событий движения. Т.е. например, для **(τ)** - тангенциальной составляющей либо наличествует: $\tau E_m^{i=0;n}$ - кинетическая составляющая «нормального /не аномального/ сценария»: **А)**, рассмотренного нами в части №2.Б т. ТП(ПВД) -[7], но отсутствует энерго-деформационная (она же: $\tau E_m^{i=0;n} \sim \partial_A E_m^{i=0;n}$ -тангенс-потенциальная энергия). Либо в соответствии со сценарием: **В)** имеет место быть уже: $\tau E_m^{i=0;n}$ - тангенс-потенциальная (она же: энерго-деформационная) **(τ)** -составляющая аномального (индуляционного)

движения, но отсутствует: $\tau E_m^{i=0;n}$ - кинетическая составляющая. В результате чего в ноль обращаются скажем: для **А)** либо 1-первое и 3-третье слагаемое; для **В)** либо: 2-второе и 4-четвёртое слагаемое (см. ф. 3.A.0-1*)! //Запомним пока данный прогностический вывод хотя и не обязательный к исполнению, т.к. далее на его основе (но при более системном рассмотрении) возникнут конкретные сценарии.// Либо если два этих типа движения, каким то образом чередуются в **N(I!)**- сегментах этого движения (которые, как выяснится далее, могут принципиально отличаться и по типу вероятностного проявления), то суммировать эти А): и В), (1;2;3;4) сценарные варианты уже необходимо - посегментно! (Если конечно кроме кинетической

формы движения это понятие /сегментации или квантования движения/ применимо ещё и к потенциальной форме? И это тоже необходимо выяснить) ...

При этом, согласно выражению: 3.0.д), это выражение приобретает «индукционный» вид, когда числители (кинетических скажем составляющих) расписываются через произведения текущего: i -итого импульса $\vec{p}_{0,m}^{-1/2s}$ в текущий: i -итый период $\vec{t}_{0,m}^{-1/2s}$

очередного квантового ВМП-сегмента движения, где на тело (или же на: **м-заряд**) действует поле ускорений $\vec{a}_{1,m}^{1s}$ планеты **М**, а в конкретном мерностном триплете с мерностью $m:(-1;1;3;5)$ конкретного инерционного элемента: **($m;E;\Phi(3m);\Phi(5m)$)**, берётся

(как сомножитель импульсу) скорость, ортогональная импульсу: (\vec{v}_{m+2}^{m+1}) **в степени** $n = (m+1)$ - так же: $\langle i \rangle$ -посегментно:

$$\left[\langle i \rangle :: \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \left| \frac{(\vec{a}_{1,m}^{1s} \cdot \vec{t}_{0,m}^{-1/2s})_{1,m}^{1/2s} \times (\vec{p}_{0,m}^{-1/2s} \cdot \vec{v}_{m+2}^{m+1})_{1,m}^{1s}}{(\Pi \Phi)_m^s} \right|_{2,m}^{1s} \sim \Phi \Phi_{2,m}^{1s} = \left| \eta \vec{v}_{i:C(m)}^2 \right|_{2,m}^{1s} \right] \quad 3.A.0.a)$$

Здесь: $\left| \eta \vec{v}_{i:C(m)}^2 \right|_{2,m}^{1s}$, - есть /есть не только энергоёмкость, но и -/ величина квадрата мгновенной (точнее внутри сегментной) скорости нормально-кинетической составляющей в $n_{\text{чётн.}} = (m+1)$ - триплете (являющаяся по сути - «кинетическим потенциалом» сегмента /наподобие гравит. потенциала/ конкретного сегмента движения). И (\vec{v}_{m+2}^{m+1}) - есть скорость, ортогональная импульсу в $(m+2)$ - /триплетном/ направлении (так в случае фотона, т.е. при $(m=1)$ скорость $(\vec{v}_{m+2}^{m+1} \rightarrow \{\vec{v}_{m+2}^{m+1}\})$ - направлена в сторону распространения волнового фронта).

Кстати, для 1-го «м»-триплета данное выражение (кстати, нормально- кинетической составляющей энергоёмкости) принимает вид:

$$\left[\langle i \rangle :: \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{(\eta E_m^{i=0;n})_{1,m}^{0s}}{(m_T)^{-1s}} = \left| \frac{(\vec{a}_{1,m}^{1s} \cdot \vec{t}_{0,m}^{-1/2s})_{1,m}^{1/2s} \times (\vec{p}_{0,m}^{-1/2s} \cdot \vec{v}^0)_{1,m}^{1s}}{(\Pi \Phi)_m^s = m_{-1,m}^{-1s}} \right|_{2,m}^{1s} = \left| \eta \vec{v}_{i:C(m=-1)}^2 \right|_{2,m}^{1s} \right] \quad 3.A.0.a*)$$

Здесь: $\vec{v}_{(-1+2)m=1,m}^0 = 1$, это числовой 1-единичный коэффициент, говорящий по сути о том, что для гравитации, как бы нет такого понятия, как волна внутри которой гр. поле формировало бы «поперечную» напряжённость /однако, вполне допустимо, что: $\vec{v}_{(-1+2)m=1,m}^0 = 1$ такая «квази волна» - суть абстрактное поле, присутствующее везде и сразу, либо - эквивалентная всплеску, со скоростями порядки которых совершенно не соизмеримы даже со световыми.../.

И: $\left| \eta \vec{v}_{i:C(m=-1)}^2 \right|_{2,m}^{1s}$, - есть величина квадрата мгновенной (точнее внутри сегментной) скорости нормально-кинетической составляющей для 1-го мерностного триплета (или: «кинетический потенциал»).

И если $\vec{t}_{0,m}^{-1/2s}$, как при импульсе /где: $\vec{p}_{(m)}^{i=0;1} = m \cdot (\vec{v}_{(m)}^{i=1} - \vec{v}_{(m)}^{i=0})$ - его начальная величина/, так и при ускорении, принимается за ВМП, то суммирование квази- элементарных энергоёмкостей по **$N(I)$ -сегментам** движения (для кинетической составляющей в проекции на нормаль) даст нам максимум энергоёмкости потенциальной составляющей! Доказательство:

$$\begin{aligned} \sum_1^{N!} \frac{(\vec{a}_{ВМП}^{i(N!)} \cdot \vec{t}_{ВМП})_{1,m}^{1/2s} \times m_p \cdot (\Delta \vec{v}_p = \vec{v}_{(m)}^{i=1} - \vec{v}_{(m)}^{i=0})}{m_T} &\rightarrow \frac{m_p}{m_T} \cdot \sum_1^{N!} (\vec{a}_{ВМП}^{i(N!)} \cdot \vec{t}_{ВМП}) \times (\Delta \vec{v}_p = \frac{\Delta L_{ВМП}^{i(N!)}}{\vec{t}_{ВМП}}) \\ &\rightarrow \frac{m_p}{m_T} \cdot \sum_1^{N!} (\vec{a}_{ВМП}^{i(N!)} \times \Delta L_{ВМП}^{i(N!)} \rightarrow \left[\frac{1}{m_T} \times m_p \cdot (\vec{a}_{ВМП}^{i(N!)} \cdot \sum_1^{N!} \Delta L_{ВМП}^{i(N!)} \right] \end{aligned}$$

Здесь, принимая: $(\vec{a}_{ВМП}^{i(N!)} \approx \vec{g})$ - за квази- постоянную величину (для упрощения), при сумме различных по величине i -

итых сегментов движения: //величина которой в в.м.т. при $i=N(I!)$ $\Delta L_{ВМП}^{i(N!)} \rightarrow 0$ стремится к 0-нулю; исходя из выражения:

$$\Delta \vec{v}_p = \frac{\Delta L_{ВМП}^{i(N!)}}{\vec{t}_{ВМП}} \rightarrow 0 \quad \sum_1^{N!} \Delta L_{ВМП}^{i(N!)} = \Delta h_m^{i=0;n} = (h_m^{i=n} - h_m^{i=0})$$

в данной точке//, равных: , т.е. равных - полной высоте подъёма

тела, то в итоге получаем **величину кинетической энергоёмкости:** $\left| \eta C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} \rightarrow \sum_i^{i=N!} \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s}$ /как сумму $\langle i \rangle$ -

сегментарных её состояний/ - равную максимальной величине (нормальной проекции) энергоёмкости потенциального поля системы тел: (М;m), но не в каком то сегменте, а на всей высоте подъёма - $\Delta h_m^{i=0;n}$.

$$\sum_i^{i=N!} \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{1}{m_T} \times m_p \cdot (\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)}) \cdot \sum_1^{N!} \Delta L_{BMP}^{i:(N!)} \rightarrow$$

$$\left[\begin{array}{l} a) \sum_i^{i=N!} \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \approx \frac{1}{m_T} \times (m_p \cdot \vec{g} \cdot \Delta h_m^{i=0;n} = \eta E_m^{i=0;n}) = \left\{ \eta C_{E \max}^{v2} - \max \right\} !!! \\ б) \left\{ \sum_i^{i=N!} \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{1}{m_T} \times m_p \cdot \Delta h_m^{i=0;n} \cdot (\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)}) \right\} - \text{!точный вариант!} \\ в) \left\{ \sum_i^{i=N!} \left| \eta C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{m_p}{m_T} \cdot \sum_1^{N!} (\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)} \cdot \Delta L_{BMP}^{i:(N!)}) \right\} \rightarrow \text{!точный вариант!} \end{array} \right] \quad 3.A.0.6)$$

//Где при: $(m_p = m_T)$ имеем три варианта: а) приблизительный и б), в) точные.

И он б) вариант (как частный случай варианта а) будет возможен, при возможности «точного усреднения» суммы $\langle i \rangle$ -

$$\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)} = \frac{\sum_1^{N!} (\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)})}{N_{(1!)}}$$

посегментных ускорений, например: $\left\{ \eta C_{E \max}^{v2} - \max \right\} !!!$?, дающих при этом скажем точное значение суммы энергоёмкостей (которую, кстати мы так же вправе принять за: $\langle i \rangle$ по $\langle N_{1!} \rangle$)//

Вывод: потенциальная энергоёмкость в принципе - имеет « $\langle i \rangle$ по $\langle N_{1!} \rangle$ » разложение через кинетические элементы движения: т.(m), и характеристики поля т.(M) /или в целом - характеристики ПВД/, в сумме дающие потенциальный максимум! Что и требовалось доказать!!!

Итак, сумма (η) -нормальных: («к»+«п»: потенциально- кинетических) энергоёмкостей, разнесённых $\langle i \rangle$ -посегментно во времени на $N(1!)$ - периодов ВМП, останется неизменной величиной, равной удвоенному потенциальному максимуму:

$$\left\{ \sum \left| \eta C_{E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{\sum (\eta E_m^{i=0;n})_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} = \frac{(\sum \eta E_m^{i=0;n} + \sum \eta E_m^{i=0;n})}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} = 2 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right\} \quad 3.A.0.6^*)$$

При наиболее точном его (максимума) значении:

$$\left\{ \left\{ \eta C_{\max}^{v2} = \frac{m_p}{m_T} \cdot \sum_1^{N!} (\vec{a}_{BMP}^{i:(N!)} \cdot \Delta L_{BMP}^{i:(N!)}) \right\} \right\} \max !!! \quad 3.A.0.0.6^*)$$

- равном точной величине суммарной: (по $N(1!)$ - сегментам) энергоёмкости.

При этом надо конечно же понимать, что например при кинетическом максимуме в начале движения (вертикально вверх) потенциальная энергоёмкость будет – нулевая (и наоборот...). Т.е. по $N(1!)$ - сегментная картина («п»-«к» потенц. кинетической суммы мгновенных энергоёмкостей) в корне отличается от её суммарной картины. Т.к. в каждом отдельно взятом /в $\langle i \rangle$ -

сегментном/ суммировании «к+п» энергоёмкостей каждая сумма их будет равна уже: $\left\{ 1 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \right\} !!!$ 1-одному

потенциальному максимуму (в отличие от 2-двойного максимума сегментов движения)! $2 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s}$, но при суммировании всех $N(1!)$

$$\left\{ \langle 1i \rangle : \left| \eta C_{E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{\langle 1i \rangle : (\eta E_m^{i=0;n})_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} = \frac{(\langle 1i \rangle : \eta E_m^{i=0;n} + \langle 1i \rangle : \eta E_m^{i=0;n})}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} = 1 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right\} \quad 3.A.0.0.0)$$

Это ф-ла каждой $\langle i \rangle$ -той внутрисегментной «п+к» - энергоёмкостной суммы. При этом по логике вещей возникает некий парадокс, когда сумма всех посегментных величин в таком случае должна быть - не удвоенным максимумом:

$$2 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s}, \quad \text{а:} \quad \langle N_{(1!)} \rangle \text{ — энкратным максимумом: } \left\{ \sum_i^{N(1!)} \left| \eta C_{E/m}^{(i)} \right|_{2.M}^{1s} = 1 \cdot \left| \eta C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \times N_{(1!)} \right\} !!! \quad 3.A.0.0.0^*)$$

Но что это: некий «фокус» или ошибка...?! Или такова двойственная природа реальности, когда в скрытом виде закладываются неизмеримо большие потенциалы в сравнении с теми, которые «лежат на поверхности»; тогда каков реальный смысл этой потенциальной перспективы; и можно ли НА практике воспользоваться данным потенциалом (морем - Е); и если можно, то ковы условия проявления именно данной стороны явления?! /С решением этого вопроса перед человечеством действительно открываются почти неисчерпаемые энергетические возможности./ Одно из объяснений данному результату далее

последует ниже по тексту. Кроме того, возможно, мы вернёмся к этому вопросу в свете соотнесения и сравнения подобных фактологических аномалий ПВД для уже рассмотренных нами систем: цСМП и ССМП в т. МТВП.

//Далее. Да видимо, энергоёмкостные пары /точнее энергетические эквиваленты в числителях/ $\left(\sum_{\kappa} \eta E_m^{i=0;n} + \sum_n \eta E_m^{i=0;n} \right)$ на деле могут быть составлены: а) либо из: $\left(\sum_{\kappa} \eta E^{i=0;n} + \sum_n \eta E_{\max}^{i=0;n} \right)$ - суммы $N(1!)$

кинетических сегментов (+) плюс максимум потенциальной энергии; б) либо например из: $\left(\sum_{\kappa} \eta E_{\max}^{i=0;n} + \sum_n \eta E^{i=0;n} \right)$ - суммы $N(1!)$ потенциальных сегментов (+) плюс максимум кинетической энергии (при этом сумму энергий потенциальных сегментов так же необходимо как то определить; и далее мы их определим через среднеарифметическое потенциальных максимумов с переходом к вероятностным формам выражения.)//

А пока верным будем считать математически проверенное нами: а) первое утверждение: $\left(\sum_{\kappa} \eta E^{i=0;n} + \sum_n \eta E_{\max}^{i=0;n} \right)$. Но

вопрос: существует ли эта посегментная сумма энергоёмкостей для: $\sum_n \eta E_m^{i=0;n}$ - потенциального варианта, через потенциальные элементы, всё таки остаётся? Для решения этого вопроса можно предложить самый простой подход типа:

«статистическое решение». А поэтому проведём следующий мысленный эксперимент. Итак, предположим, что сумма (η) - нормальных («к»+«п»: потенциально- кинетических) энергоёмкостей останется неизменной величиной

$\left(\sum_{\kappa} \eta E_m^{i=0;n} + \sum_n \eta E_m^{i=0;n} \right)$ - для двух абсолютных сумм $N(1!)$ -квантов движения /в пределах конкретного цикла движения/. Однако здесь не понятно, что именно принимать за (i)-й сегмент проявления потенциальной энергии...? Применим «универсальное» «среднеарифметическое» решение /которое, кстати мы уже использовали в предыдущей работе: т. ТП(ПВД), часть №2.Б/.

$$\left(\sum_{\kappa} \eta E_m^{i=0;n} + \sum_n \eta E_m^{i=0;n} \right) \rightarrow \left\{ \sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_m^{i=0;n} + \left(\frac{\sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n}}{N(1!)} \right) \right\} \quad 3.A.0.B)$$

Т.е. при рассмотрении $N(1!)$ -суммы потенциальных энергоёмкостей (или их энергий в числителях) необходимо брать

среднеарифметическое из $\sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n}$ - всей суммы потенциальных максимумов. Где каждый (i)-итый элемент

потенциальной энергии может быть упрощённо рассмотрен, как: $\left(\frac{\eta E_{\max}^{i=0;n}}{N(1!)} \right)$ - зная часть потенциального максимума, исходя

из тождественной записи самой суммы: $\left(\sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n} \right) / N(1!) \sim \sum_{i=1}^{i=N(1!)} \left(\frac{\eta E_{\max}^{i=0;n}}{N(1!)} \right)$.

Так или иначе, но потенциальную энергию (или энергоёмкость) мы можем лишь условно квантовать (сегментировать), где функцией распределения «п»-энергии в каждом (i)-м сегменте (за общий цикл/полу/четверть-цикл движения) может быть хоть – синусоида (гиперболоида, ... и т.д.), лишь бы итоговая «вероятность интенсивности» в цикле, описываемая данной конкретной

функцией, потенциального энергетического процесса была равна $W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N(1!)$, исходя из ф. 3.A.0.в):

$$\frac{\sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n}}{N(1!)} \rightarrow \left[\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N(1!)} \right) \cdot \sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n} = \left\{ \sum_{i=1}^{i=N(1!)} \left(W_{(1!)}^i \right) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n} \right\} \rightarrow \right. \\ \left. \rightarrow \frac{1}{N(1!)} \cdot N(1!) \times \eta E_{\max}^{i=0;n} = \eta E_{\max}^{i=0;n} !!! \right] \quad 3.A.0.B*)$$

Где: 1) $\sum_{i=1}^{i=N(1!)} \eta E_{\max}^{i=0;n} = N(1!) \times \eta E_{\max}^{i=0;n}$, т.к. $\eta E_{\max}^{i=0;n} - const$ и $\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (1_i) = N(1!)$;

$$2) W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N(1!)}$$

- есть результирующая сумма вероятностей интенсивности в $N(1!)$ -элементах. И: $(W_{(1!)}^i)$ - есть вероятность интенсивности каждого (i)-итого сегмента из $N(1!)$ -элементов! //И здесь мы можем полагать амплитуду

вероятности (в каждом сегменте) $W_{(1!)}^i$, зависящей: 1) либо от периода ВМП (который постоянен и тогда:

$$(W_{(1!)}^i) = \frac{W_{(1!)}^{\Sigma}}{N(1!)} = \frac{1}{(N(1!))^2}$$

); 2) либо от линейного параметра приращения/сокращения участка движения каждого сегмента $\Delta L_{ВМП}^{i(N(1!))}$. В 1-м случае все посегментные вероятности будут одинаковыми (и ф-ция амплитуды энергоёмкости или энергии будет

линейна); а во 2-м случае – разными (при этом и ф-ция амплитуды энергоёмкости или энергии будет а) переменной, и б) в идеале – циклической, а значит - квадратичной).//

Таким образом, кроме всего прочего, становится понятным, что **ф-ла 3.А.000*)**:

$$\left\{ \sum_i^{N(1!)} \left| \eta_{n+k} C_{E/m}^{(i)} \right|_{2,m}^{1s} = 1 \cdot \left| \eta_n C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} \times N_{(1!)} \right\}, \text{ - это: НЕ некий «фокус» или ошибка в расчётах, а результат применения «1-одновероятностной суммы?»}$$

$$\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) = 1$$

/как возможно, если не наиболее очевидного подхода к рассмотрению суммы **N(1!)** квантов движения, то – равновероятного или возможного, в рамках уже общей «энергоёмкостной индукции»/; кстати,

$$\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} {}_n E_{\max}^{i=0;n} \Rightarrow 1_W \times {}_n E_{\max}^{i=0;n} \times N_{(1!)}$$

аналогичный исход имеет формула 3.А.0.в) в записи: . Но тогда

$$W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \quad , \text{ а не: } W_{(1!)}^{\Sigma} = 1$$

возникает вопрос другого рода. Почему в ф. 3.А.0.в*) «нормально» берётся всё таки вероятность:

$$W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1!)}$$

? /Если конечно нас не удовлетворяют те построения относительно: , которые приведены выше./ И тут необходимо учесть набор следующих условий проявления вероятностных законов.

1) Если все N(1!) сегментарные вероятности: $W_{(1!)}^i$ не являются – одновременным событием (т.е. если все (i)-события не совместны), то берётся сумма посегментных вероятностей.

1.А) Для: $(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1)$ будем иметь:

$$(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = W_{(1!)}^{i=1} + W_{(1!)}^{i=2} + W_{(1!)}^{i=3} + \dots + W_{(1!)}^{i=N} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ для ВМП: } (W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = (W_{(1!)}^i) \times N_{(1!)} \\ 2) \text{ для } \Delta L_{\text{ВМП}} (W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = \sum_i^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \end{array} \right\} \Rightarrow 1) \text{ для ВМП: } \left\{ (W_{(1!)}^i) = \frac{(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1)}{N_{(1!)}} \right\}$$

3.А.1)

1.Б) Для: $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ будем иметь:

$$\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = W_{(1!)}^{i=1} + W_{(1!)}^{i=2} + W_{(1!)}^{i=3} + \dots + W_{(1!)}^{i=N} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ для ВМП: } \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = (W_{(1!)}^i) \times N_{(1!)} \\ 2) \text{ для } \Delta L_{\text{ВМП}} \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = \sum_i^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \end{array} \right\} \Rightarrow 1) \text{ для ВМП: } \left\{ (W_{(1!)}^i) = \frac{\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)}{N_{(1!)}} = \frac{1}{(N_{(1!)})^2} \right\}$$

3.А.2)

2) Если же принять /допустить/, что все N(1!) события (нахождения тела в ВМП – точках движения) одновременны (все (i)-события совместны), то в данном случае применима ф-ла: «произведения вероятностей» в определении результирующей величины вероятности.

2.А) Для: $(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1)$ будем иметь:

$$(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = W_{(1!)}^{i=1} \times W_{(1!)}^{i=2} \times W_{(1!)}^{i=3} \times \dots \times W_{(1!)}^{i=N} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ для ВМП: } (W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = (W_{(1!)}^i)^{N_{(1!)}} \\ 2) \text{ для } \Delta L_{\text{ВМП}} (W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) = \prod_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \end{array} \right\} \Rightarrow 1) \text{ для ВМП: } \left\{ \begin{array}{l} N_{(1!)} = \log_{W_{(1!)}^i} (W_{(1!)}^{\Sigma} = 1) \\ \text{или: } W_{(1!)}^i = (1)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} = 1 \end{array} \right\}$$

3.А.3)

2.Б) Для: $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ будем иметь:

$$\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = W_{(1!)}^{i=1} \times W_{(1!)}^{i=2} \times W_{(1!)}^{i=3} \times \dots \times W_{(1!)}^{i=N} \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ для ВМП: } \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = \left(W_{(1!)}^i \right)^{N_{(1!)}} \\ 2) \text{ для } \Delta L_{\text{ВМП}} \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) = \prod_{i=1}^{i=N_{(1!)}} \left(W_{(1!)}^i \right) \end{array} \right\} \Rightarrow 1) \text{ для ВМП: } \left\{ \begin{array}{l} N_{(1!)} = \log_{W_{(1!)}^i} \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) \\ \text{или: } W_{(1!)}^i = \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} \end{array} \right\}$$

3.А.4)

Из 4-х вариантов нам необходимо выбрать 2-две пары. Кроме представленных здесь пар: 1.А)+1.Б) и 2.А)+2.Б), объединённых по принципу однотипности событий /совместных или не совместных/ при различных вероятностях, для сравнения мы можем составить пары и по иному принципу. Скажем, составленные: **а.** из двух разных вероятностей и **б.** различающихся по «синхронности» /совместности или не совместности сегментарных событий/, т.е. либо: 1.А)+2.Б); либо: 1.Б)+2.А).

И возможно (как версия) более для нас приемлем (т.е. для ф. 3.А.0.6*): $\sum_{i=1}^{i=N_{(1!)}} \left(W_{(1!)}^i \right) \times \sum_{i=1}^{i=N_{(1!)}} {}^{\eta} E_{\max}^{i=0;n} \Rightarrow 1 \times {}^{\eta} E_{\max}^{i=0;n}$),

/или для «п-к» суммы энергоёмкостей: $\left\{ \sum_i^{N_{(1!)}} \left| {}^{\eta} C_{E/m}^{(i)} \right|_{2,m}^{1s} = \left| {}^{\eta} C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} \times 2 \right\}$ см. ф. 3.А.0.6*)/, но возможно менее правдоподобен (во 2-й своей части), всё таки вариант: **1.Б)+2.А), т.е.:**

$$1.Б) \left\{ \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right); \left(W_{(1!)}^i = \frac{1}{(N_{(1!)})^2} \right) \right\} \Leftrightarrow 2.А) \left\{ \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1!)}^i = \left(1 \right)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} = 1 \right) \right\}$$

3.А.5)

$$W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}}$$

Просто по причине той данности для ф-лы 3.А.0.в*), что имеем: $W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}}$ - данную суммарную вероятность именно для случая не совместных событий (не одновременного, но поочерёдного проявления тела в каждом сегменте движения). При этом вероятность в каждом отдельном сегменте почему то, можно сказать – аномально мизерная: $\left(W_{(1!)}^i \right) = 1 / (N_{(1!)})^2$ /т.е.

само тело в поочерёдных сегментах его движения слабо обнаружимо при $N_{(1!)} \gg 1$; но в целом суммарная вероятность $W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1!)}$ обеспечивает известный финал, см. ф. 3.А.0.6*); 3.А.0.6*)/. Таким образом, законы вероятности продиктовали нам условия существования двух возможных исходов, как результирующей, так и посегментной вероятности. И оказывается, что

для того, чтобы нам иметь (для случая уже совместных событий) величину: $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$ - единичной результирующей вероятности, при которой справедлива ф-ла аномально большой энергоёмкости на выходе

$\left\{ \sum_i^{N_{(1!)}} \left| {}^{\eta} C_{E/m}^{(i)} \right|_{2,m}^{1s} = 1_W \cdot \left| {}^{\eta} C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} \times 2 \cdot N_{(1!)} \right\}$: 3.А.0.0.0*), то согласно условию //для одновременных или «совместных событий», когда тело одновременно присутствует в каждом из сегментов движения//: 2.А)

$\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right) = W_{(1!)}^{i=1} \times W_{(1!)}^{i=2} \times W_{(1!)}^{i=3} \times \dots \times W_{(1!)}^{i=N} \rightarrow \left(W_{(1!)}^i = \left(1 \right)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} = 1 \right)$ - вероятности, как отдельных сегментов, так и

результата (в их произведении) будут равны: 1-единице!!! Но такое скорее всего возможно при «индулировании», т.е. при НЕ непрерывном переходе объекта из одной точки в другую (из начальной – в конечную). Хотя возможно это условие необходимое, но не достаточное. Т.к. при этом тело **м** – как бы «размножено» в «струю капель» до их количества: **N(1!)** – числа сегментов движения по своей траектории, однако, присутствуя в каждом из них с 1-единичной вероятностью?! Это даже не «экзотика»?...! И: Это ли не парадокс?!

Однако не менее парадоксально поведение и первой пары: **1.А)+2.Б); т.е.:**

$$1.А) \left\{ \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1!)}^i = \frac{1}{N_{(1!)}} \right) \right\} \Leftrightarrow 2.Б) \left\{ \left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right); \left(W_{(1!)}^i = \left(\frac{1}{N_{(1!)}} \right)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} \right) \right\}$$

3.А.6)

Единичная вероятность нормальным образом (т.е. при не совместных сегментарных событиях), проявляемая в сумме $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$, т.е. как результат не совместных событий, имеет при этом вероятность отдельного сегмента, равную: $W_{(1!)}^i = 1 / N_{(1!)}$ /т.е. в: $N_{(1!)}$ раз больше чем в 1-м варианте/. (Что кстати уд-т условию фл-лы 3.А.0.0.0*):

$$\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} {}_{\eta}E_{\max}^{i=0;n} \Rightarrow 1 \times {}_{\eta}E_{\max}^{i=0;n} \times N_{(1!)}$$

при котором тело обладает /на выходе/ максимально высоким

$$\left\{ \sum_i^{N(1!)} \left| {}_{\eta}C_{E/m}^{(i)} \right|_{2,M}^{1s} = 1_W \cdot \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} \times 2 \cdot N_{(1!)} \right\};$$

«энергёмкостным потенциалом»;

эта величина – классическая: $\left\{ \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} \right\}$, в смысле равная потенциальному максимуму.) Но при этом в альтернативном

варианте, т.е. при совместных (одномоментных; и идентичных по всему спектру $N_{(1!)}$ -ВМП) сегментарных событиях

результатирующая вероятность в произведении равна: $W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1!)}$ (кстати, значение этой величины аналогично сумме в

первом варианте $W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1!)}$; что идеально соответствует условию в формуле: 3.А.0.в*), при рассмотрении суммы

$$W_{(1!)}^i = \left(\frac{1}{N_{(1!)}} \right)^{\frac{1}{N_{(1!)}}} \rightarrow 1$$

вероятностей. Где при этом каждый сегмент (сомножитель) имеет вероятность:

единице при больших ($N_{(1!)} \gg 1$), и меньших 1-единицы при малых ($N_{(1!)} \geq 1$)!!! //Кстати, самый **минимум сегментарной**

вероятности $W_{(1!)}^i \approx 0,6922...$ наблюдается, когда в качестве $N_{(1!)}$ берём основание натурального логарифма:

$e=2,718281828...$; или при целочисленном значении: $N_{(1!)} = 3$!!!// Что естественным образом можно интерпретировать, как движение тела **m** из точки А в точку Б, когда сама траектория данного движения «вся **одномоментно**- наблюдаема» /условие событийной совместности/ с вероятностью проявления тела в каждом сегменте, близкой к 1-единичной /или меньшей/. Но как

результат произведения: $W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1!)}$ - «конечная» вероятность может оказаться весьма малой (при больших - $N_{(1!)}$), но при

$$\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} {}_{\eta}E_{\max}^{i=0;n} \Rightarrow 1 \times {}_{\eta}E_{\max}^{i=0;n}$$

этом, обеспечивающая: - величину параметра классического исхода /или то же,

$$\left\{ \sum_i^{N(1!)} \left| {}_{\eta}C_{E/m}^{(i)} \right|_{2,M}^{1s} = \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} \times 2 \right\}$$

но для «п-к» суммы энергёмкостей:

см. ф. 3.А.0.б*). И это так же весьма

парадоксально?! Хотя при этом вторая часть 2Б данного сценария – может успешно имитировать реальность. /При этом про скорость перемещения тела в данном (и во всех других) случае мы пока речи не ведем./ Конечно, все сочетания вариантов (включая даже: 1.А)+1.Б)+2.А)+2.Б)) должны быть обоснованы каким то закономерным естественным алгоритмом поведения ПВД системы тел/зарядов... И в этом смысле идеи - будут... /или появятся впоследствии у кого либо – завтра.../. Итак, если все представленные здесь положения будут развиты и практически реализованы в конкретных устройствах, то это будет – впечатляющим рывком и даже прорывом человечества на новую космическую фазу своей научно- технологической эволюции!

Однако вернёмся к нашей реальности, т.к. из всего следует ещё один вывод. А именно, **следует – эквивалентность...** «попсегментных» /т.е. индукционных/ представлений «п»-энергёмкостей (или энергетических эквивалентов в них), **выражаемых в «к»-кинетической и «п»-потенциальной форме:**

$$\left\{ \begin{array}{l} "K" \langle i \rangle :: \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} = \frac{(\vec{a}_{1,M}^{1s} \cdot \vec{t}_{0,M}^{-1/2s})_{1,M}^{1/2s} \times (\vec{p}_{0,M}^{-1/2s} \cdot \vec{v}_{M+1})}{\Phi_M} \\ \rightarrow \dots \langle \sim \rangle \dots \leftarrow \rightarrow \dots \langle \sim \rangle \dots \leftarrow \rightarrow \dots \langle \sim \rangle \dots \leftarrow \rightarrow \dots \langle \sim \rangle \dots \leftarrow \\ "P" \langle i \rangle :: \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} {}_{\eta}|\Phi_{M+2}|_{\max}^{i=0;n}}{\Phi_M} \\ \text{или вариант с произведением вероятностей:} \\ "P" \langle i \rangle :: \left| {}_{\eta}C_{E-\max}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} = \frac{\prod_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i) \times \sum_{i=1}^{i=N(1!)} {}_{\eta}|\Phi_{M+2}|_{\max}^{i=0;n}}{\Phi_M} \end{array} \right\} = \left\langle \begin{array}{l} {}_{\eta}(\vec{v}_{(M)C-\max}^2) \Rightarrow \left| {}_{\eta}C_{(M)}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} : \text{кв. скорости,} \\ \text{— есть кинетич. составляющая} \\ \text{п — нормальной энергёмкости!} \end{array} \right\rangle$$

3.А.7)

$$\prod_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i)$$

Где: - произведение сегментарных вероятностей.

$$\sum_{i=1}^{i=N(1!)} (W_{(1!)}^i)$$

- сумма сегментарных вероятностей.

По сути ф. 3.А.7: $\left| \frac{\eta}{\kappa} \vec{V}_{(M)C-\max}^2 \right|_{2.M}^{1s}$, - это есть так же ф-ла квадрата скорости – «нормально-кинетической энергоёмкости»!

Так или иначе, тривиальный вывод один, и он будет следующий. Сумма потенциальных и кинетических проекций на нормаль равна в общем случае удвоенному потенциальному максимуму, который представим, как через кинетические элементы движения (см. ф. 3.А.0.б), так и через вероятностное разложение $N(I!)$ -суммы потенциальных максимумов (см. ф. 3.А.0.в*). /Умалчивая пока о произведении вероятностей./

$$\sum \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = 2 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \quad !!!$$

И если про второй сомножитель суммарной («κ»+«п») (τ) -тангенциальной (уже) энергоёмкости мы сможем утверждать то же самое (относительно её постоянства):

$$\left[\sum \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} = \frac{\sum \left(\frac{\tau}{\kappa} E_m^{i=0;n} \right)_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} = 2 \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{E-\max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right], \quad 3.A.8)$$

- то видимо и общее произведение двух сумм (η) -нормально- (τ) -тангенциальных энергоёмкостей в пределах конкретного движения, рассматриваемое нами, как «энергоёмкостная индукция», будет так же величиной постоянной:

1): Итак, для вариантов Либо: 1.Б)+1.Б) т.е. для случая событийной сегментарной не совместности; Либо вариант: 2.Б)+2.Б)

т.е. для случая событийной посегментной совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = 4 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9)$$

ЭТО: «Закон Сохранения «Энергоёмкостной индукции»!!!

2): Далее, для вариантов Либо: 1.Б)+2.Б) т.е. для смешанного случая: событийной сегментарной 1.Б) не совместности (+) и

случая событийной 2.Б) совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = 4 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9.a)$$

3): Или: для вариантов Либо: 1.А)+1.А) т.е. для случая событийной сегментарной не совместности; Либо вариант: 2.А)+2.А)

т.е. для случая событийной посегментной совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = 4 \cdot N_{1!}^2 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9.б)$$

4): Или: для вариантов Либо: 1.А)+2.А) т.е. для смешанного случая: событийной сегментарной 1.А) не совместности (+) и

случая событийной 2.А) совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = 4 \cdot N_{1!}^2 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9.в)$$

5): Или: 1.Б)+2.А) т.е. для смешанного случая: событийной сегментарной 1.Б) не совместности при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ (+) и

случая событийной 2.А) совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = N_{1!} \cdot 4 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9.г)$$

6): Или: 1.А)+2.Б) т.е. для смешанного случая: событийной сегментарной 1.А) не совместности при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = 1 \right)$ (+) и

случая событийной 2.Б) совместности; при - $\left(W_{(1!)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1!)}} \right)$ имеем:

$$\left[\left| \prod \left(\sum \frac{\eta;\tau}{\kappa} C_{E/m}^{v4} \right) \right|_{4.M}^{2s} = N_{1!} \cdot 4 \cdot \left| \frac{\eta}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} \cdot \left| \frac{\tau}{\kappa} C_{Max}^{v2} \right|_{2.M}^{1s} - const \right] !!! \quad 3.A.9.д)$$

ЭТО ВСЁ, - есть вероятностные вариации «Закона Сохранения «Энергоёмкостной индукции»!!!

Итак, мы имеем (6+2=8) основных вариантов сочетаний типов вероятностей для двух: «п+κ» энергоёмкостей внутри 1-одной

лишь составляющей- проекции (либо на: (η) -нормаль, либо на: (τ) -тангенциаль). При этом число возможных сочетаний (η)

-нормальных (+) (τ) -тангенциальных) будет равно $(8 \times 8 = 64)$, которое в их произведении представляет собой 64 возможных варианта «Энергоёмкостной индукции»!!! Вот - каков примерный масштаб многообразия форм движения (т.е. ПВД) с учётом вероятностных вариаций /только при рассмотрении сил зарядового потенциала/!

Однако было бы затруднительно произвольным (равновероятным) образом сориентироваться во всём ЭТОМ массиве вероятностных вариантов индукции. И если подходить наиболее последовательно, то конечно необходимо вернуться к ситуации рассмотрения вариантов А) и В) /см. т. ТП(ПВД) часть №2.Б/, рассматривая их уже либо, как совместные, либо, как не совместные события (или как то смешанно). Естественно применительно к ф-ле «энергоёмкостной индукции» 3.А.0):

$$\begin{aligned} \left| \prod \left(\sum_{n;\kappa} \frac{\eta;\tau}{C^{v4}} E/m \right) \right|_{4,M}^{2s} &= \left| \sum_{n;\kappa} \frac{\eta}{C^{v2}} E/m \right|_{2,M}^{1s} \times \left| \sum_{n;\kappa} \frac{\tau}{C^{v2}} E/m \right|_{2,M}^{1s} = \dots \rightarrow \\ 1: &\left\{ \frac{\sum \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{1,M}^{0s}}{(m_T)^{-1s}} \times \frac{\sum \left(\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{1,M}^{0s}}{(m_T)^{-1s}} \right\}_{4,M}^{2s} \sim 1/\Pi \Phi_{4,M}^{2s} \Rightarrow \\ 1*: &\left\{ \left(\frac{\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}}{(m_T^2)^{-2s}} \right) + \left(\frac{\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}}{(m_T^2)^{-2s}} \right) + \left(\frac{\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}}{(m_T^2)^{-2s}} \right) + \left(\frac{\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}}{(m_T^2)^{-2s}} \right) \right\}_{4,M}^{2s} \\ \text{«1»):} &\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}, \text{«2»):} \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}, \text{«3»):} \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s}, \text{«4»):} \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)_{2,M}^{0s} \end{aligned}$$

Итак, согласно вариантам А) и В), а так же исходя из самой «геометрии движения», представленной нами на Рис.4), см. [7], следует выделить два ортогональных базиса (направлений движения), а в нашем случае ещё и направлений «п+к» проекций самих энергий на (η) -нормаль и (τ) -тангенциаль. И нами (в т. ТП(ПВД) часть №2.Б) предложено два варианта орт. базисов:

1) 1): $\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$ - исходный, «не проективный» (η) -нормально (τ) -тангенциальный (или: «радиально-эквипотенциальный») «базис потенциальных энергий» /или энергетических эквивалентов в 4-х триплетах/. Этот базис совпадает с 1)-ым произведением энергий из всей суммы 4-х произведений; см. выше.

2) $\left(\frac{\alpha\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\alpha\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$ - это «базис отклоняющих направлений», имеющий угол отклонения относительно (η) -

нормали, равный - $\alpha_g^{0;i}$. А вот (см. в-т: 4) выше) необходимый нам:

4): $\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$ - «проективный базис отклоняющих направлений» /он же «проективный базис кинетических энергий»/, из него: $\left(\frac{\alpha\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\alpha\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$ можно получить, как раз посредством поворота на угол- $\alpha_g^{0;i}$ до

совмещения его с «исходным» «базисом потенциальных энергий»:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\alpha\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\alpha\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) &\rightarrow \left| \angle \alpha_g^{0;i} \right| \rightarrow \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) \Rightarrow \\ \Rightarrow &\left[\begin{aligned} a): &\left(\frac{\alpha\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\alpha\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) \times (\cos \alpha_g^{0;i})^2 = \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) \\ б): &\left(\frac{\alpha\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\alpha\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) \times \frac{1}{(-M_{H/h}^{i=0;n})^2} = \left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right) \end{aligned} \right] \end{aligned}$$

3.А.10)

$$\left\{ \frac{\left[\begin{smallmatrix} * \\ \Delta \end{smallmatrix} h_m^{i=0} \right]}{\left(-\Delta h_m^{i=0;n} \right)} = \left(-M_{H/h}^{i=0;n} \right)^{-1} \right\} = \left| \cos \alpha_g^{0;i} \right|$$

Где, согласно ф-ле 3.1), см. [7],

3); 4): Кроме того нами ни как не рассмотрены оказались ещё два базиса (а точнее, два не основных $(\eta) + (\tau)$ базисных сочетания) 2): $\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$ и 3): $\left(\frac{\eta}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \times \frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \right)$, которые необходимо так же включить в общий механизм конкретного (четверть цикла) движения тела. И уже всё вместе соединить в общей ф-ле/схеме, что ниже по тексту мы и осуществим.

Далее, относительно вариантов А), В) необходимо учесть так же следующее: Вообще то нами ранее предполагалось как бы сценарное развитие событий движения. Т.е. например (при нормальном не индукционном перемещении), для (τ) -

тангенциальной составляющей либо наличествует: $\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n}$ - кинетическая составляющая «нормального /не аномального/ сценария»: А), рассмотренного нами в части №2.Б т. ТП(ПВД), но отсутствует энерго-деформационная (она же: $\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n} \sim \frac{\partial}{\partial A} E_m^{i=0;n}$ - тангенс-потенциальная энергия). Либо в соответствии со сценарием (индукционного движения): В)

имеет место быть уже: $\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n}$ - тангенс-потенциальная (она же: энерго-деформационная) (τ) -составляющая аномального (индукционного) движения, но отсутствует: $\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n}$ - кинетическая составляющая (рассматриваемая в рамках классического

нормального, а не индукционного движения). Однако $\frac{\tau}{C^{v2}} E_m^{i=0;n}$ - кинетическая составляющая у нас присутствует, как элемент вращения, так же и в индукционном движении, что требует некой коррекции для получения некой синтетической модели...

Но если ещё точнее, как альтернатива и коррекция, или вариант правильной трактовки,... то она - ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ (кинетическая составляющая) в паре с ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}(\tau)$ - тангенц-потенциальной энергией принимает две возможных формы вероятностного

$$\frac{\sum \left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)_{1..m}^{0s}}{\left(m_T \right)_{-1..m}^{-1s}}$$

проявления внутри энергоёмкостной суммы: . В **1-первом** случае ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - потенциальная энергия реализует индукционное (мгновенное) движение, а кинетическая: ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - нормальное вращение. /При поочередности их проявления, т.е. при вероятностном суммировании./ Во **2-м случае** ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - реализует волновое движение (с конечной скоростью), а ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - реализует индукционное (мгновенное) вращение. /Так же, при поочередности их проявления, т.е. при вероятностном суммировании этих элементов движения./ А поэтому, в **1-первом** случае для ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ характерна **1-единичная**

$$2.A \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1)}^i = \left(1 \right)^{\frac{1}{N_{(1)}}} = 1 \right) \right\}$$

вероятность (произведения) в совместном событии (см. ф. 3.А.5, в-г:

для ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ характерна $W_{(1)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1)}$ **вероятность (суммы) в НЕ совместном событии** (см. ф. 3.А.6, в-г:

$$1.B \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1)}} \right); \left(W_{(1)}^i = \frac{1}{\left(N_{(1)} \right)^2} \right) \right\}$$

). Во **2-м случае** всё с точностью до наоборот. Так, для ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ характерна 1-

$$2.A \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1)}^i = \left(1 \right)^{\frac{1}{N_{(1)}}} = 1 \right) \right\}$$

единичная вероятность (произведения) в совместном событии (см. ф. 3.А.5, в-г:

Тогда, как для ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ характерна $W_{(1)}^{\Sigma} = 1 / N_{(1)}$ **вероятность (суммы) в НЕ совместном событии** (см. ф. 3.А.6, в-г:

$$1.B \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1)}} \right); \left(W_{(1)}^i = \frac{1}{\left(N_{(1)} \right)^2} \right) \right\}$$

). При этом теперь уже ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - испытывает индукционное вращение, а

${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - волновой характер движения. Однако для того, чтобы тангенциальным энергиям: ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ и ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ проявиться автономно друг от друга /т.е. с разными по типу вероятностями/ необходимо так суммировать произведения энергий, чтобы в

этих суммах возникала именно «дубль связь»: $\left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)$ и $\left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)$ с рассмотренными выше вероятностями. То есть, имеем две пары сочетаний (в которых заложены и параллельно встроены и реализуются сценарии А) и В):

$$\{1\}: \left({}^{\eta}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)_{+3\}: \left({}^{\eta}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right) \}$$

$$\{2\}: \left({}^{\eta}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)_{+4\}: \left({}^{\eta}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right) \}$$

$$\left({}^{\eta}E_m^{i=0;n} + {}^{\eta}E_m^{i=0;n} \right) \quad \left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right) \quad (\eta)$$

Причём, сумма: «п+к» (η) - нормальных энергий будет проявлять в сочетаниях произведений:

(1;3) и (2;4) типы вероятностей (см. ниже два варианта ф-л/схем: 3.А.10.а). В первом варианте (**1.случае**) для: (η) -

составляющей соответственно: $2.B : \Pi(W = 1 / N_{(1)})$ //и кстати вообще (η) - потенциальную энергию ${}^{\eta}E_m^{i=0;n}$ - вполне

допустимо было бы представлять, как посегментно-совместный ряд событий, т.е. - 2.Б для индукционного сценария// и $1.A : \Sigma(W = 1)$ - для классического сценария. Тогда, как во втором случае имеем обратный порядок, т.е.: 1.А и 2.Б). Или для

(τ) - составляющей для 1-го сл. берётся: $2.A : \Pi(W = 1)$ и $1.B : \Sigma(W = 1 / N_{(1)})$. И для **2-го сл.** - в обратном порядке: 1.Б

и 2.А). Ещё раз напомним, что в **1-м Сл.** парадоксально «индуцирует» сумма: $\left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)$, а во **2-м Сл(учае)**,

соответственно сумма: $\left({}^{\tau}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}E_m^{i=0;n} \right)$, проявляя при этом 1-единичную вероятность: $2.A : \Pi(W = 1)$ для совместных событий.

Попробуем свести всё это в одну схему/формулу. Итак, версия 1-я:

$$\begin{aligned}
W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{c}l.1: \left(\begin{array}{l} \{1;3\}: \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -2.B: \Pi(W=1/N_{!!}) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \{2;4\}: \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -1.A: \Sigma(W=1) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -1.B: \Sigma(W=1/N_{!!}) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \rightarrow + \leftarrow \end{array} \right) \\ \text{c}l.2: \left(\begin{array}{l} \{1;3\}: \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -1.A: \Sigma(W=1) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -1.B: \Sigma(W=1/N_{!!}) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \{2;4\}: \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -2.B: \Pi(W=1/N_{!!}) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \left| -2.A: \Pi(W=1) - \left(\begin{array}{l} \leftrightarrow \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \\ \times \\ \leftrightarrow \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \rightarrow + \leftarrow \end{array} \right) \end{array} \right\} \Rightarrow \\
\Rightarrow |1;3\rangle \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle: \Pi W \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1/N_{!!} \\ \langle \tau \rangle: \Pi W \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 \end{array} \right\} + |2;4\rangle \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle: \Sigma W \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 \\ \langle \tau \rangle: \Sigma W \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1/N_{!!} \end{array} \right\} \Rightarrow \\
\Rightarrow W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}} = \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle: \Pi W + \Sigma W: \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 + 1/N_{!!} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \\ \langle \tau \rangle: \Pi W + \Sigma W: \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} ; \begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"\kappa"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 + 1/N_{!!} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \end{array} \right\}
\end{aligned}$$

Где по умолчанию в качестве классического элемента (сценария) будем иметь: *Сл.1:* $\{2;4\}$. Здесь классическая пара энергий ${}^{\eta}E_m^{i=0;n} \leftrightarrow 1.A : \Sigma(W=1) \leftrightarrow {}^{\eta}E_m^{i=0;n}$ в классическом (для потенциальной энергии) вероятностном формате обеспечивает трансформацию: «п-к» видов энергий. И ${}^{\tau}E_m^{i=0;n} \leftrightarrow 1.B : \Sigma(W=1/N_{!!}) \leftrightarrow {}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - (τ) -составляющая кинетической энергии, так же имеет классический (нами выявленный) вид вероятности. А все вместе - описывают классическую форму движения тела **m** в поле тела **M**. Тогда, как *Сл.1:* $\{1;3\}$ - является проявлением парадоксального индукционного движения в отношении (τ) -составляющей «п»-энергии: ${}^{\tau}E_m^{i=0;n} \leftrightarrow 2.A : \Pi(W=1) \leftrightarrow {}^{\tau}E_m^{i=0;n}$. // *Во втором случае:* *Сл.2 в качестве классического элемента (сценария) будем иметь: Сл.2:* $\{1;3\}$ (но не для инерционного, а для волнового вида движения), где элемент: ${}^{\tau}E_m^{i=0;n} \leftrightarrow 1.B : \Sigma(W=1/N_{!!}) \leftrightarrow {}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ имеет «классический вид вероятностной связи», при которой переменная тангенциально-(поперечная): ${}^{\tau}E_m^{i=0;n}$ - потенциальная энергия формирует так же: «классический объект – волну». Тогда, как *Сл.2:* $\{2;4\}$ - является проявлением парадоксального индукционно- вращательного движения в отношении уже кинетической составляющей: ${}^{\tau}E_m^{i=0;n} \leftrightarrow 2.A : \Pi(W=1) \leftrightarrow {}^{\tau}E_m^{i=0;n}$. // Таким образом, случаи: *Сл.1* и *Сл.2* являются вариантами дуального («инерционно- волнового») поведения микро (макро) объекта, /т.к. инерционное движение всегда содержит в себе скрытую фазу волнового движения, и наоборот/ в зависимости от его фермион- бозонной принадлежности (которая всего то - регулируется путём прибавки фазовых изменений к импульсу). Хотя, как «фундаментальный реликт» единую силу необходимо всегда рассматривать в расщеплённом состоянии на: 1) силу зарядового потенциала /инерция/, и 2) лучевую силу /волна/ (что мы, кстати, совсем недавно проходили, см. [6]) в контексте событийной равновероятности этих двух половинок целого.

При этом сумма энергий: $\left({}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$ - как **скрытая связь** (2-х индукционных элементов) в виде суммы (τ) - тангенциальных составляющих должна иметь вероятность в виде суммы их собственных вероятностей, как не совместных событий. (Хотя их не совместность тоже может оказаться под вопросом.) То есть:

$$\text{Для: } \left(2 \cdot {}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} + 2 \cdot {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right) :: \Pi(W=1) + \Sigma(W=1/N_{(1)}) \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{или: } \left[\begin{array}{l} 2 \cdot \left({}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right) :: W = (1 + 1/N_{(1)}); \\ \text{или: } \left({}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right) :: W = \frac{(1 + 1/N_{(1)})}{2} !!! \end{array} \right] \quad 3.A10.a*)$$

Итак, скрытыми связями остаются связи: $\left({}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} + {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$ (внутри проекций: (η) или (τ)) между сочетаниями: $\{1;3\}$ и $\{2;4\}$ при рассмотрении одного (каждого) из случаев: сл.1 или скажем сл.2.

$$\text{Где так же: } 2.B \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1)}} \right); \left(W_{(1)}^i = \left(\frac{1}{N_{(1)}} \right)^{\frac{1}{N_{(1)}}} \right) \right\} \quad \text{и} \quad 2.A \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1)}^i = \left(1 \right)^{\frac{1}{N_{(1)}}} = 1 \right) \right\}$$

$$1.A \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = 1 \right); \left(W_{(1)}^i = \frac{1}{N_{(1)}} \right) \right\} \quad \text{и} \quad 1.B \left\{ \left(W_{(1)}^{\Sigma} = \frac{1}{N_{(1)}} \right); \left(W_{(1)}^i = \frac{1}{(N_{(1)})^2} \right) \right\} - \text{представляют из себя соответствующие связи}$$

(как вероятности для сумм энергий какой то одной составляющей: (η) либо (τ)) в сочетаниях произведений: $(1;3)$ и $(2;4)$ этих энергий.

//В принципе можно предложить (рассмотреть, как альтернативную версию) и ещё один вариант исходя из следующих соображений относительно вариантов $(1;3)$ и $(2;4)$.

A: {1}: $\left({}^{\eta}_{n}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} \right) + 3): \left({}^{\eta}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} \right)$ см. W-исходы $\rightarrow W://1.A)+2.B)//$; или $W://2.A)+1.B)//$ и соответственно:

B: {2}: $\left({}^{\eta}_{n}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right) + 4): \left({}^{\eta}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \times {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$ см. W-исходы $\rightarrow W://2.A)+1.B)//$; или $W://1.A)+2.B)//$

- имеют ту особенность, что как в **A): $\left({}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n}, {}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n} \right)$** , так и в **B): $\left({}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n}, {}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$** вариантах имеется по два дубль энергетических элемента, которые можно рассматривать только, как не совместные события (т.к. одно и то же событие не может осуществляться в 2-х процессах; или - выпадение одного и того же числа в двух испытаниях), применяя к ним сумму

вероятностей. Тогда, как для энерго- элементов в вариантах: **A): $\left({}^{\eta}_{n}E_m^{i=0;n}, {}^{\eta}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$** и **B): $\left({}^{\eta}_{n}E_m^{i=0;n}, {}^{\eta}_{\kappa}E_m^{i=0;n} \right)$** логичнее применить – вероятностное произведение при совместности данных событий, т.к. это, как бы - части одного и того же движения

/где элементы: ${}^{\tau}_{n}E_m^{i=0;n}$ и ${}^{\tau}_{\kappa}E_m^{i=0;n}$ в них соответственно чередуются! Итак, представим здесь исходы 1-го типа, т.е.: **W://2.B)+1.A)//; W://2.A)+1.B)//**. И далее 2-го типа (сл.2) – в обратном порядке.

Итак, версия 2-я:

$$\begin{aligned}
 W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}} &= \left\{ \begin{array}{l} 1\text{сл.} \rightarrow + \leftarrow \\ \left\{ \begin{array}{l} \{1;3\} : \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \left| \begin{array}{l} -2.B : \Pi(W=1/N_{!!}) - \\ -1.A : \Sigma(W=1) \end{array} \right| \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \{2;4\} : \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \left| \begin{array}{l} -2.A : \Pi(W=1) - \\ -1.B : \Sigma(W=1/N_{!!}) \end{array} \right| \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \end{array} \right\} \Rightarrow \\
 2\text{сл.} \rightarrow + \leftarrow \\ \left\{ \begin{array}{l} \{1;3\} : \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \left| \begin{array}{l} -2.A : \Pi(W=1) - \\ -1.B : \Sigma(W=1/N_{!!}) \end{array} \right| \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \\ \{2;4\} : \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \left| \begin{array}{l} -2.B : \Pi(W=1/N_{!!}) - \\ -1.A : \Sigma(W=1) \end{array} \right| \left(\begin{array}{l} \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \times \\ \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) \end{array} \right) \end{array} \right\} \Rightarrow \\
 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle : \Pi W \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} ; \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1/N_{!!} \\ \langle \tau \rangle : \Sigma W \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} ; \text{"n"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle : \Pi W \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} ; \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 \\ \langle \tau \rangle : \Sigma W \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} ; \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1/N_{!!} \end{array} \right\} \Rightarrow \\
 \Rightarrow W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}} = \left\{ \begin{array}{l} \langle \eta \rangle : \Pi W + \Sigma W : \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} ; \text{"n"} E_m^{i=0;n} + \\ + \eta E_m^{i=0;n} ; \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 + 1/N_{!!} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \\ \langle \tau \rangle : \Sigma W + \Pi W : \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} ; \text{"n"} E_m^{i=0;n} + \\ + \tau E_m^{i=0;n} ; \text{"k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right) = 1 + 1/N_{!!} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \end{array} \right\} \\
 3.A.10.6) //
 \end{aligned}$$

Данная версия выглядит вполне логичной, и возможно её так же необходимо взять на вооружение. Но, тем не менее, по умолчанию будем склоняться - к первой версии представленных 2-х схем.

Итак: для каждой из составляющих: (η) и (τ) (в обоих представленных здесь схематических вариантах) имеем следующие результирующие вероятности:

$$\left\{ W_{(W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}})}^{\eta} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \right\} \text{ и } \left\{ W_{(W_{\{1;3\}} + W_{\{2;4\}})}^{\tau} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \right\} ! \quad 3.A.10.в)$$

А теперь, если мы вернёмся к фрагменту ф-лы 3.A.0) /в части: 1-го «м»-триплета/, то мы увидим, что полученные результирующие вероятности мы должны перемножить между собой.

То есть:

$$\text{Для : } 1/\Pi \Phi_{4.M}^{2s} \sim \left\{ = \frac{\sum \left(\begin{array}{l} \eta E_m^{i=0;n} \\ \text{"n; k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right)_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} \times \frac{\sum \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"n; k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right)_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} \right\}_{4.M}^{2s} \text{ имеем } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Pi : \left\{ W_{(W_{A\{1;3\}} + W_{B\{2;4\}})}^{\eta} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \right\} \times \left\{ W_{(W_{A\{1;3\}} + W_{B\{2;4\}})}^{\tau} = (N_{!!} + 1)/N_{!!} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\Pi W^{\eta\tau} = ((N_{!!} + 1)/N_{!!})^2 = \frac{N_{!!}^2 + 2N_{!!} + 1}{N_{!!}^2} !!! \right]$$

3.A.10.г)

//Здесь необходимо **особо отметить** то, что для индукции: $1/\Pi \Phi_{4.M}^{2s}$ - наличие у неё анти-преонной группы: $1/\Pi$ возможно лишь когда (в системе: **M;m** - «силы зарядового потенциала») только один сомножитель (для «n*k»- энергий), скажем:

$$\frac{\sum \left(\begin{array}{l} \tau E_m^{i=0;n} \\ \text{"n; k"} E_m^{i=0;n} \end{array} \right)_{1.M}^{0s}}{(m_T)_{-1.M}^{-1s}} \times \left| \frac{1}{F} \right| \text{ - для } (\tau) \text{ - составляющей, подвергается воздействию оператора обратной силы! При этом саму}$$

систему: $M; m$ «силы зарядового потенциала» необходимо рассматривать в паре с волновой системой «лучевой силы»! В отношении которой (для (τ) - составляющей) должен уже действовать оператор силы в первой степени, скажем:

$$\frac{\sum \left("n; \kappa" E_m^{i=0; n} \right)_{1, m}^{0s}}{(m_T)_{-1, m}^{-1s}} \times {}^{\Pi} F \dots!!!!$$

И ЭТО: « $\Pi W^{\eta\tau}$ » - есть «общеиндукционная вероятность» относительно потенциального максимума (который мы определили пока только для (η) -х составляющих и не рассматривали (τ) - составляющую; что необходимо сделать, т.к. потенциальные максимумы в них будут разные). Так, что данная ф-ла не является исчерпывающей, но даёт некоторое общее представление. Так, вполне очевидно, что при больших $(N_{!!} \gg 1)$ величина $(\Pi W^{\eta\tau} \rightarrow 1)$ - «общеиндукционной вероятности» стремится к 1-единице. А это значит, что данная ф-ла «общеиндукционной вероятности» является к тому же ещё и условием вероятностной стабильности материи, требующей наличия (хотя бы в рассмотрении 1-го триплета) как можно большего числа $(N_{!!} \gg 1)$ - сегментарных частиц, **которое кстати в микромире, скажем для протонов имеет порядки: 10^{20} штук** в нормальном их состоянии (см. т. МТВП часть №3(а), см. [3]). Далее. Максимальная величина данной вероятности, равная $(\Pi W^{\eta\tau} = 4)$, возникает при $(N_{!!} = 1)$. А скажем при $(N_{!!} = 2)$ она равна $(\Pi W^{\eta\tau} = 2,5)$. При $(N_{!!} = 3)$ она равна $(\Pi W^{\eta\tau} = 16/9 = 1,777\dots)$; и т.д. Вполне очевидно, что некой вероятностной константой должно быть предельное /т.е. для $(N_{!!} \rightarrow \infty)$ / значение вероятности: $\left\{ \left\{ 1 \Pi W_{\lim}^{\eta\tau} = 1 - const!!!! \right\} \right\}$.

Но тогда мы вправе полагать, что данный: $1 \Pi W_{\lim}^{\eta\tau}$ - вероятностный экстремум – есть (или должен) являть собой некое – ЦЕЛОЕ по отношению к двум частностям. При этом одна из этих частных вероятностей, - есть величина $(\Pi W^{\eta\tau})$ - «общеиндукционной вероятности». А о второй составляющей мы пока не знаем ни чего! Тогда обозначая её через неизвестную величину, **полагая при этом, что обе составляющих вероятности событийно- совместны** (хотя не отменяется возможность и другой версии – о не совместности данных событийных компонент /что приведёт к: а) ветвлению возможностей и б) к приравниванию их, приводящее – к результату рассмотрения величины: $\left\{ 1 \Pi W_{\lim}^{\eta\tau} = \langle 1 \rangle \right\}$ - по типу золотого сечения!...) будем иметь следующее выражение их произведения:

$$\left[\left\{ 1 \Pi W_{\lim}^{\eta\tau} = \langle 1 \rangle \right\} = \Pi W^{\eta\tau} \times W_X^{\eta\tau}; \text{ или : } \left\{ W_X^{\eta\tau} = (\Pi W^{\eta\tau})^{-1} = \frac{N_{!!}^2}{N_{!!}^2 + 2N_{!!} + 1} \right\}!!!! \right] \quad 3.A.10.d)$$

А это в свою очередь говорит о том, что наряду с «энергёмкостной индукцией» существует ещё одна индукционная компонента, находящаяся в П-преонной группе: $\Pi \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_X^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right|$ с вероятностью: $W_X^{\eta\tau} = (\Pi W^{\eta\tau})^{-1}$, кстати обратной вероятности: $\Pi W^{\eta\tau} = (1/\Pi)$ «энергёмкостной индукции» //т.е: $\frac{1}{\Pi} \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_{E/m}^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right|$, которая - есть суть $(1/\Pi)$ «антигравитационное поле-тело»!!!!

Назовём эту П-преонную индукционную компоненту:

$$\left\{ \left\{ \Pi \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_X^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right| \right\} \right\} \quad 3.A.11)$$

- совместно существующим с телом: «П-преон-эфирным плазмидом» (или: «преон-эфирным поле-телом»)!!! Вполне очевидно, что произведение этих индукций имеет нейтральный (т.е. абстрактный) групповой индекс: $\Pi/\Pi=1!!!$

$$\left[\sqrt{\frac{1/\Pi}{1(\Pi/\Pi)}} \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_{E/m}^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right| \times \Pi \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_X^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right| = \frac{1(\Pi/\Pi)}{1(\Pi/\Pi)} \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_{Z=X+E}^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right| \right] \quad 3.A.12)$$

Где: для конечной (предельной или результирующей) «энергёмкостной индукции»: $\frac{1(\Pi/\Pi)}{1(\Pi/\Pi)} \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_{Z=X+E}^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right|$ группа

$\Pi/\Pi=1$ – представляет собой Абстрактную группу! (Группу абстрактных пространств – $\left\langle \frac{\Pi}{\Pi} \Phi \rightarrow \left(\frac{\Pi}{\Pi} \right)_{2p} \right\rangle$).

Причём, если $1/\Pi$ - антигравитационная (по своей сути) величина: $\frac{1}{\Pi} \left| \Pi \left(\sum "n; \kappa" C_{E/m}^{\eta\tau} \right)_{4, m}^{2s} \right| = \frac{1}{\Pi} G_{4, m}^{2s}$ - есть гравитационная постоянная (что дальше мы и покажем) в меж-массовом взаимодействии тел;

то величина: $\prod \left| \prod (\sum_{n;\kappa} \eta;\tau C_X^{v4}) \right|_{4,M}^{2s} = \prod G_{4,M}^{2s}$ - есть **П-преонный аналог** постоянной гравитационного взаимодействия, вот только с помощью её осуществляется уже взаимодействие между двумя: 1/П - анти гравитационными телами. Т.е. это:

$\prod \left| \prod (\sum_{n;\kappa} \eta;\tau C_X^{v4}) \right|_{4,M}^{2s} = \prod G_{4,M}^{2s}$:: **будет уже, - «АНТИгравитационная постоянная»!** Так следует полагать, что величина силы гравитационного взаимодействия напрямую зависит от уровня «П-преонной разряженности» пространства (читай $1/\prod G_{4,M}^{2s}$). //Т.к. всплесковая система, как реализация потенциальных в том числе и гравитационных полей сама является одним из качественных типов проявления антигравитации, в части представления всплесков - через продольные волны: «прямые-первичные» и «обратные-вторичные» в данной антигравитационной среде-проводнике. О чём в следующей раз.// Тогда, как силы АНТИгравитационного взаимодействия напрямую зависят уже от уровня (1/П)-АНТИпреонной разряженности пространства. То есть - от потенциала «П-преонной гравитационности» пространственной среды...; или в локальном проявлении её - через посредство: «П-преон-эфирного плазмоида» - $\prod G_{4,M}^{2s}$, посредством которого вполне таки оказывается возможно экранировать (косвенно уменьшить) силу воздействия поля планеты на пробное тело (посредством увеличения «веса» - сил антигравитации между **М** и **м**), в качестве которого может выступать: ЛА, который в таком случае - частично или полностью теряет свой вес (зависает... и т.д.)!

Но. Тогда по логике вещей должна существовать ещё и некая «абстрактная сила» с абстрактной константой взаимодействия:

$$\left[\begin{aligned} & 1(\prod/\prod) \left| \prod (\sum_{n;\kappa} \eta;\tau C_{Z=X+E}^{v4}) \right|_{4,M}^{2s} = 1(\prod/\prod) (G_{4,M}^{2s})_{Z=X+E}; \\ & \rightarrow \left\{ \left\{ \prod/\prod (F_{0,M}^{0s})_{Z=X+E} = \frac{1}{F_{0,M}^{0s}} \times \prod F_{0,M}^{0s} \right\} \right\} \end{aligned} \right] \quad 3.A.13)$$

Данное абстрактное силовое поле по причине своей не параметричности /по крайней мере в отношении преонности/ **будет представлять собой род информационного поля** (как отношение двух сил; в части проявления 1-го мерностного триплета через это «инфо- поле»)....!!!

Гл. №2 Доказательство идентичности «общего» и «вероятностного» подходов применительно к рассмотрению «закона сохранения энергоёмкостной индукции».

А теперь конкретизируем энергетический состав формулы для вида - «произведения двух энергоёмкостных сумм» (в отличие от записи в виде энергоёмкостной индукции, см. серию ф-л: 3.A.0)...3.A.0.в*); или в вероятностной форме: 3.A.1)...3.A9.д).

$$\left[\begin{aligned} & \left| \prod C_{E/M}^{v4} \right|_{4,M}^{2s} = \sum \left| \eta C_{E/M}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} \times \sum \left| \tau C_{E/M}^{v2} \right|_{2,M}^{1s} = \dots \rightarrow \\ & 1: \left\{ \left(\frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} = \frac{\eta}{n} \left(\frac{*v_{E_m}^{i=n}}{\perp} \right)^2 \right) + \frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} \right\} \times \left\{ \left(\frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \sim \frac{\partial E_m^{i=0;n}}{A} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right) + \frac{(\tau E_m^{i=0;n})_{1M}^{0s}}{m_T} \right\} \sim 1/\prod \Phi_{4,M}^{2s} \\ & 2: \left\{ \left(\frac{\eta \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} = \frac{\eta}{n} \left(\frac{*v_{E_m}^{i=n}}{\perp} \right)^2 \right) + \frac{\eta \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} \right\} \times \left\{ \left(\frac{\tau \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} \sim \frac{\partial \Phi_{3M}^{1s}}{A} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right) + \frac{\tau \Phi_{3M}^{1s}}{(E_m)_{1M}^{0s}} \right\} \sim 1/\prod \Phi_{4,M}^{2s} \\ & 3: \left\{ \left(\frac{\eta \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} = \frac{\eta}{n} \left(\frac{*v_{\Phi_{3M}}^{i=n}}{\perp} \right)^2 \right) + \frac{\eta \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \right\} \times \left\{ \left(\frac{\tau \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \sim \frac{\partial \Phi_{5M}^{2s}}{A} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right) + \frac{\tau \Phi_{5M}^{2s}}{\Phi_{3M}^{1s}} \right\} \sim 1/\prod \Phi_{4,M}^{2s} \\ & 4: \left\{ \left(\frac{\eta \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} = \frac{\eta}{n} \left(\frac{*v_{\Phi_{5M}}^{i=n}}{\perp} \right)^2 \right) + \frac{\eta \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \right\} \times \left\{ \left(\frac{\tau \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \sim \frac{\partial \Phi_{7M}^{3s}}{A} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right) + \frac{\tau \Phi_{7M}^{3s}}{\Phi_{5M}^{2s}} \right\} \sim 1/\prod \Phi_{4,M}^{2s} \end{aligned} \right] \quad 3.A.14)$$

$$\left(\frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \sim \frac{\partial E_m^{i=0;n}}{A} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right)$$

Величину: - **деформационной энергоёмкости** (ф-ла 3.0.а. т. ТП(ПВД) ч. №2.Б) здесь (или при рассмотрении: **В-** сценарного варианта, **когда исключаются (2-е) и (4-е) слагаемое** //из суммы четырёх: **1:** $\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} \times \frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \right)$, **2:** $\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} \times \frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \right)$, **3:** $\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} \times \frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \right)$, **4:** $\left(\frac{\eta E_m^{i=0;n}}{m_T} \times \frac{\tau E_m^{i=0;n}}{m_T} \right)$ // - на деле необходимо рассматривать, как произведение её на обратную силу:

$$\left[\frac{1}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \times \left(\frac{\tau E_m^{i=0;n} \sim_A E_m^{i=0;n}}{(m_T)} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right) \Rightarrow \right. \\ \left. \Rightarrow \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \times \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \right) = \left\{ \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \right)^{1/\Pi} \left| I_m^{-1} \right|_{1,m}^{1/2s} = \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \right)^{1/\Pi} \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \right) \right\} \right\} \right] \quad 3.A.14*)$$

Где: $\frac{1}{\Pi} \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{(F_{0,m}^{0s} = \vec{p}/t)} \right) = \frac{1}{\Pi} \left| I_m^{-1} \right|_{1,m}^{1/2s}$ - есть обратный ток массы.

Подставляя эту величину в выражение 3.A.1), и заменяя 4-четыре энергоёмкости:

$\left| {}_{\text{н}}^{\eta} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s}; \left| {}_{\text{к}}^{\eta} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s}; \left| {}_{\text{н}}^{\tau} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s}; \left| {}_{\text{к}}^{\tau} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s}$ (и их вариации в 4-х «м.» триплетах) на соответствующие им «энергоёмкостные скорости», получаем в результате размерность суммарной энергоёмкости (или «энергоёмкостной индукции»), причём равной, /ВНИМАНИЕ:/ размерности – ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ!!! /Находящейся в группе: (1/Π)/

$$\left[\frac{1}{\Pi} \left| \Pi C_{E/m}^{v4} \right|_{4,m}^{2s} \sim \left| \frac{M^2}{c^2} \times \left(\frac{M}{c} \cdot \frac{c}{\kappa \varepsilon} \right) = \left\{ \left\{ \frac{M^3}{c^2 \kappa \varepsilon} \right\} \right\} \right\} \right]_{4,m}^{2s} \sim \left\{ \left\{ \frac{1}{\Pi} \left| G \right|_{4,m}^{2s} \right\} \right\} \right] \quad 3.A.15)$$

Прим: Здесь принадлежность «энергоёмкостной индукции» к группе 1/Π приписана нами искусственно, как показатель

принадлежности её к виду константы: $\frac{1}{\Pi} \left| G \right|_{4,m}^{2s}$ - гравитационной постоянной. А на деле, как бы возможны 2-два сценария в соответствии с которыми Π-преонная принадлежность формируется: А) либо на стадии рассмотрения «силы зарядового потенциала» (или соответственно: «лучевой силы») по отдельности; и Б) либо на стадии рассмотрения силы, включающей первые две – в единое целое. По сути вариант Б) мы уже рассмотрели в финале первой главы: «вероятностных вариаций...» /без учёта нюансов/. Но далее с учётом некоторых нюансов нам откроется другое очевидное решение в соответствии с которым обе группы: «1/Π» и «Π» - возникают уже внутри «энергоёмкостной индукции» скажем для «силы зарядового потенциала», уже по схеме варианта: А). Но при этом «суммарная» или обобщённая групповая принадлежность в сумме произведений (о чём

далее): $\frac{\Pi+1/\Pi}{\Pi} \left| \Pi C_{E/m}^{v4} \right|_{4,m}^{2s} = \frac{1/\Pi}{\Pi} \left| G^* \right|_{4,m}^{2s} + \frac{\Pi}{\Pi} \left| G^* \right|_{4,m}^{2s} \Rightarrow$ («1/Π» + «Π»)? - весьма сложно определима!!! Где величина:

$\frac{\Pi}{\Pi} \left| G^* \right|_{4,m}^{2s}$ (в отличие от: $\frac{1/\Pi}{\Pi} \left| G^* \right|_{4,m}^{2s}$) является уже (как собственно нами ранее установлено) – «константой антигравитационного взаимодействия»... /О чём так же см. далее./

Однако при всём при этом во всех 4-х мерностных триплетах размерность и «групповая» принадлежность «энергоёмкостной индукции» не будет меняться, т.е. будет оставаться прежней, хотя бы в одной своей части (из общей индукции - $\Pi C_{E/m}^{v4}$) качественно равной (хотя возможно и не количественно) величине гравитационной постоянной:

$\frac{1/\Pi}{\Pi} \left| \Pi C_{E/m}^{v4} \right|_{4,m}^{2s} \sim \frac{1/\Pi}{\Pi} \left| G \right|_{4,m}^{2s} - const$! Что, кстати, свидетельствует об универсальном характере закона сохранения этой

величины («энергоёмкостной индукции», являющейся сутью гравитационной постоянной - $\frac{1/\Pi}{\Pi} \left| G \right|_{4,m}^{2s}$) в отличие, скажем, от закона сохранения энергии! И что кстати так же свидетельствует И о том, что гравитационная постоянная – НЕ «упала» на Исаака Ньютона откуда то с дерева (ни во сне, ни в здравии...), и следовательно не является просто прилагательным предметом (коэффициентом пропорциональности) типа ослиного хвостика, который Виннипук с Пятачком и поныне пытаются прицепить Иа (к филейной его части) в день его рождения... Т.е. на деле в осуществлении силы гравитационного взаимодействия (кроме произведения масс в числителе и квадрата радиуса в знаменателе) в качестве гравитационной постоянной участвует:

$\frac{1/\Pi}{\Pi} \left| \Pi C_{E/m}^{v4} \right|_{4,m}^{2s} \sim \frac{1/\Pi}{\Pi} \left| G \right|_{4,m}^{2s} - const$, правильно, - вполне содержательная по смыслу величина и характеристика:

«Энергоёмкостной Индукции»!!! Которая и для остальных 4-х мерностных триплетов – так же является составной частью констант этих взаимодействий!!! (см. ТП(ПВД) ч. №2.А – [6].)

Покажем все эти (точнее некоторые на данный момент) нюансы более детально, переобозначив 4-ре энергоёмкости через квадраты соответствующих им скоростей (пока для 1-го мерностного триплета).

$$-1.M : \left\{ \begin{array}{l} 1) \left| {}_{\text{н}}^{\eta} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{\eta}{\text{н}} \left(\frac{{}^*\vec{v}_M^{i=n}}{\perp} \right)^2; 2) \left| {}_{\text{к}}^{\eta} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{\eta}{\text{к}} \left(\vec{v}_{(-1.M)C-\max} \right)^2; \\ 3) \left| {}_{\text{н}}^{\tau} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{\tau}{\text{н}} \left(\frac{{}^*\vec{v}_{Hn/t}}{\partial} \right)^2; 4) \left| {}_{\text{к}}^{\tau} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{\tau}{\text{к}} \left(\frac{{}^*\vec{v}_{p.m}^{i=n}}{\perp} \right)^2 = \left(\sqrt{k_{(p;a)}^{i=0}} \times \left(\frac{{}^*\vec{v}_M^{i=n}}{\perp} \right) \right)^2 \end{array} \right. \quad 3.A.16)$$

Это квадраты скоростей соответствующих 4-х энергоёмкостей, которые - есть суть 4-е вида: гравитационных потенциалов (для 1-го мерностного триплета). Или то же самое, но по отдельности:

1) Исходя из ф-лы: 3.0/5.д), см. [7], либо из ф-лы: 7.а), см. [6],

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\eta}{\text{н}} \left(\frac{{}^*\vec{v}_M^{i=n}}{\perp} \right)^2 = \left| {}_{\text{н}}^{\eta} C_{E/m}^{v2} \right|_{2,m}^{1s} = \frac{A E_m^{i=0;n}}{m} = \sin^2(\alpha_g^{0;i}) \times \left(\frac{{}^*\vec{v}_3^{i=n}}{\perp} \right)^2 = \left(\frac{{}^*\vec{v}_3^{i=n}}{\perp} \right)^2, \text{ или:} \\ \frac{\eta}{\text{н}} \left(\frac{{}^*\vec{v}_M^{i=n}}{\perp} \right)^2 = \left(\frac{{}^*\vec{v}_3^{i=n}}{\perp} \right)^2 = \left(\frac{{}^*\vec{v}_3^{i=n}}{\perp} \right)^2 - \left(\frac{{}^*\vec{v}_3^{i=0}}{\perp} \right)^2 = \vec{g}_3^{i=n} (R_3 + h_m^{i=n}) - \vec{g}_3^{i=0} (R_3 + h_m^{i=0}) \end{array} \right. \quad 3.A.16.a)$$

2) Исходя из формул: 3.A.0.б):

$$\left\{ \left| \eta_{\kappa} \vec{v}_{i:C(M=-1)}^2 \right|_{2M}^{1s} = \left| \eta_{\kappa} C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} = \sum_i^{i=N1!} \left| \eta_{\kappa} C_{i:E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} = \frac{m_p}{m_T} \cdot \sum_1^{N1!} \left(\vec{a}_{BMP}^{i:(N1!)} \cdot \Delta L_{BMP}^{i:(N1!)} \right) \right\} \quad 3.A.16.б)$$

3) См. ф.: 3.0.а) – в [7], (или ф-лу: 3.0.7) в [7], для 4-х мерностных триплетов):

$$\left\{ \left| \tau_{n''} \left(\frac{*}{\partial} \vec{v}_{Hn/t}^{i=n} \right)^2 \right|_{2M}^{1s} = \left| \tau_{n''} C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} = \left\{ \frac{\partial E_m^{i=0;n}}{m_T} \right\} = \left(1 - \frac{1}{M_{H/h}^{i=0;n}} \right)^2 \times \left(\frac{\Delta h_m^{i=0;n}}{t_0} \right)^2 \right\} \quad 3.A.16.в)$$

4) Исходя из ф. 3.0.е), см. [7].

$$\left\{ \left| \tau_{\kappa''} \left(\frac{*}{\perp} \vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \right|_{2M}^{1s} = \left(\sqrt{k_{(p;a)}^{i=0}} \times \left(\frac{*}{\perp} \vec{v}_M^{i=n} \right) \right)^2 = k_{(p;a)}^{i=0} \times \left(\vec{g}_3^{i=n}(R_3 + h_m^{i=n}) - \vec{g}_3^{i=0}(R_3 + h_m^{i=0}) \right) \right\} \quad 3.A.16.г)$$

Тогда величина «Энергоёмкостной Индукции», как произведения двух энергоёмкостных сумм (для 1-го мерностного триплета) по сценарию А) («1/Π» + «Π») – для смешанного типа групповой принадлежности выразится след-м образом. Для чего нам необходимо осуществить умножение (τ)-составляющей общего энергоёмкостного произведения на операторы силы:

«прямой» - F_{0M}^{0s} и «обратной» - $\frac{1}{F_{0M}^{0s}}$, (но осуществляя такое умножение на разные (её, т.е. (τ)-составляющей) – слагаемые «п;к»-компоненты из общего произведения $\left| \prod C_{E/m}^{v4} \right|_{4M}^{2s} = \sum \left| \eta_{n;\kappa} C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s} \times \sum \left| \tau_{n;\kappa} C_{E/m}^{v2} \right|_{2M}^{1s}$, от чего заметьте в результате и возникает смешанная группа - $\left| \prod C_{E/m}^{v4} \right|_{4M}^{2s}$). Такой приём, кстати не только очень даже математически оправдан (именно, как один из известнейших видов классики математического представления вообще!), но и будет нами специально рассмотрен, как пример обоснованной и правомерной математической операции (в очередной части т. МТВП, но в отношении уже к общей энергии Ф-формального и ПФ-вакуумного её состояния). Итак:

$$\left[\begin{aligned} & \left| \prod C_{E/m}^{v4} \right|_{4M}^{2s} = \left[\eta_{n''} \left(\frac{*}{\perp} \vec{v}_M^{i=n} \right)^2 + \eta_{\kappa''} \left(\vec{v}_{(-1M)C-\max} \right)^2 \right] \times \left[\begin{aligned} & \langle \text{Сл.1} \rangle: \tau_{n''} \left(\frac{*}{\partial} \vec{v}_{Hn/t}^{i=n} \right)^2 \times (F_{0M}^{0s} = \vec{p}/t) + \frac{\tau_{\kappa''} \left(\frac{*}{\perp} \vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2}{(F_{0M}^{0s} = \vec{p}/t)} \\ & \langle \text{Сл.2} \rangle: \frac{\tau_{n''} \left(\frac{*}{\partial} \vec{v}_{Hn/t}^{i=n} \right)^2}{(F_{0M}^{0s} = \vec{p}/t)} + \tau_{\kappa''} \left(\frac{*}{\perp} \vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \times (F_{0M}^{0s} = \vec{p}/t) \end{aligned} \right] \Rightarrow \\ & \left| \prod C_{E/m}^{v4} \right|_{4M}^{2s} = {}^{1/\Pi} |G^*|_{4M}^{2s} + {}^{\Pi} |G^*|_{4M}^{2s}, \text{—зарядовая _форма _энергоёмкостной _индукции; т.е.:} \\ & |Z|_{4M}^{2s} = {}^{1/\Pi} |Z|_{4M}^{2s} + {}^{\Pi} |Z|_{4M}^{2s}, \text{характерная _для _волнового _расщепления _пары: } {}^{1/\Pi} |Z|; {}^{\Pi} |Z| \\ & \text{но _возможно — в _промежуточной _стадии _процесса _движения.} \end{aligned} \right] \quad 3.A.17)$$

Где величина: ${}^{\Pi} |G^*|_{4M}^{2s}$ – является «константой антигравитационного взаимодействия»...

Тогда расписывая данное выражение в виде суммы произведений и применяя вероятностную аналогию градации, получаем уже открытые ранее нами два случая: Сл.1 и Сл.2, в которых меняется очерёдность следования «энергоёмкостных индукций»:

${}^{\Pi} |G^*|_{4M}^{2s} + {}^{1/\Pi} |G^*|_{4M}^{2s}$ и ${}^{1/\Pi} |G^*|_{4M}^{2s} + {}^{\Pi} |G^*|_{4M}^{2s}$ – соответ-но.

$$\text{Сл.1} \left\{ \begin{aligned} & \Pi \langle 1;3 \rangle : {}^{\Pi} |G|_{4.M}^{2s} = \langle 1 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_M^{i=n} \right)^2 \times F_{0.M}^{0s} \cdot \frac{\tau}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_{Hn/t} \right)^2 \right) + \langle 3 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{C-\max} \right)^2 \times F_{0.M}^{0s} \cdot \frac{\tau}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_{Hn/t} \right)^2 \right) \\ & \text{— есть _аналог : } {}^{\Pi} |G|_{4.M}^{2s} \text{ — АНТИгравитационной _постоянной! / аномаль! /} \\ & \Sigma \langle 2;4 \rangle : {}^{1/\Pi} |G|_{4.M}^{2s} = \langle 2 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_M^{i=n} \right)^2 \times \frac{\tau}{F_{0.M}^{0s}} \left(\vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \right) + \langle 4 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{C-\max} \right)^2 \times \frac{\tau}{F_{0.M}^{0s}} \left(\vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \right) \\ & \text{— есть _аналог : } {}^{1/\Pi} |G|_{4.M}^{2s} \text{ — гравитационной _постоянной! / нормаль! /} \end{aligned} \right\}$$

$$\text{Сл.2} \left\{ \begin{aligned} & \Sigma \langle 1;3 \rangle : {}^{1/\Pi} |G|_{4.M}^{2s} = \langle 1 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_M^{i=n} \right)^2 \times \frac{\tau}{F_{0.M}^{0s}} \left(\vec{v}_{Hn/t} \right)^2 \right) + \langle 3 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{C-\max} \right)^2 \times \frac{\tau}{F_{0.M}^{0s}} \left(\vec{v}_{Hn/t} \right)^2 \right) - \\ & \text{— есть _аналог : } {}^{1/\Pi} |G|_{4.M}^{2s} \text{ — гравитационной _постоянной! / нормаль! /} \\ & \Pi \langle 2;4 \rangle : {}^{\Pi} |G|_{4.M}^{2s} = \langle 2 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"н"}} \left(\vec{v}_M^{i=n} \right)^2 \times \frac{\tau}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \cdot F_{0.M}^{0s} \right) + \langle 4 \rangle \left(\frac{\eta}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{C-\max} \right)^2 \times \frac{\tau}{\text{"к"}} \left(\vec{v}_{p.m}^{i=n} \right)^2 \cdot F_{0.M}^{0s} \right) \\ & \text{— есть _аналог : } {}^{\Pi} |G|_{4.M}^{2s} \text{ — АНТИгравитационной _постоянной! / аномаль! /} \end{aligned} \right\}$$

3.A.17*)

Таким образом, мы видим, что **все нормальные** вариации, связанные с суммой вероятностей: $\Sigma \langle 2;4 \rangle$ и $\Sigma \langle 1;3 \rangle$, (т.е. ${}^{1/\Pi} |G|_{4.M}^{2s}$) получены в результате действия (либо на «п»-часть, либо на «к»-часть: (τ) -составляющей) **оператора**: $1 / F_{0.M}^{0s}$ — **обратной силы**. И наоборот, **все аномальные** вариации, связанные с произведением вероятностей: $\Pi \langle 1;3 \rangle$ и $\Pi \langle 2;4 \rangle$, (т.е. ${}^{\Pi} |G|_{4.M}^{2s}$) получены в результате действия (либо на «п»-часть, либо на «к»-часть: (τ) -составляющей) **оператора**: $F_{0.M}^{0s}$ — **силы**! Где оператор $1 / F_{0.M}^{0s}$ — обратной силы детерминирует суммирование вероятностей, а оператор $F_{0.M}^{0s}$ — силы детерминирует произведение вероятностей. Т.е. 4-ре вероятностных варианта на деле оказываются обеспеченные — математически правомерным приёмом с участием операторов сил: $1 / F_{0.M}^{0s}$ и $F_{0.M}^{0s}$!!!

Сравним теперь данную формулу с ранее полученному результату по чисто вероятностному раскладу:

$$\begin{aligned} \text{Сл.1: } & \left(\begin{aligned} & \{1;3\} : \left(\begin{aligned} & \frac{\eta}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ & \times \\ & \frac{\tau}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \end{aligned} \right) \left| \begin{aligned} & -2.B : \Pi(W = 1 / N_{!!}) - \\ & -2.A : \Pi(W = 1) - \end{aligned} \right| \left(\begin{aligned} & \leftrightarrow \frac{\eta}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \\ & \times \\ & \leftrightarrow \frac{\tau}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \end{aligned} \right) \\ & \rightarrow + \leftarrow \end{aligned} \right. \\ \text{Сл.2: } & \left(\begin{aligned} & \{2;4\} : \left(\begin{aligned} & \frac{\eta}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ & \times \\ & \frac{\tau}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \end{aligned} \right) \left| \begin{aligned} & -1.A : \Sigma(W = 1) - \\ & -1.B : \Sigma(W = 1 / N_{!!}) - \end{aligned} \right| \left(\begin{aligned} & \leftrightarrow \frac{\eta}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \\ & \times \\ & \leftrightarrow \frac{\tau}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \end{aligned} \right) \\ & \rightarrow + \leftarrow \end{aligned} \right. \\ & \left(\begin{aligned} & \{1;3\} : \left(\begin{aligned} & \frac{\eta}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ & \times \\ & \frac{\tau}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \end{aligned} \right) \left| \begin{aligned} & -1.A : \Sigma(W = 1) - \\ & -1.B : \Sigma(W = 1 / N_{!!}) - \end{aligned} \right| \left(\begin{aligned} & \leftrightarrow \frac{\eta}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \\ & \times \\ & \leftrightarrow \frac{\tau}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \end{aligned} \right) \\ & \rightarrow + \leftarrow \end{aligned} \right. \\ & \left(\begin{aligned} & \{2;4\} : \left(\begin{aligned} & \frac{\eta}{\text{"н"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \\ & \times \\ & \frac{\tau}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \leftrightarrow \end{aligned} \right) \left| \begin{aligned} & -2.B : \Pi(W = 1 / N_{!!}) - \\ & -2.A : \Pi(W = 1) - \end{aligned} \right| \left(\begin{aligned} & \leftrightarrow \frac{\eta}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \\ & \times \\ & \leftrightarrow \frac{\tau}{\text{"к"}} E_m^{i=0;n} \end{aligned} \right) \end{aligned} \right) \end{aligned}$$

3.A10.a)

И действительно, результаты оказываются — абсолютно идентичны!

Что собственно и требовалось доказать!!!

Литература

1. Международный научно-исследовательский журнал 2012. №6(6), стр. (9-14). МТВП часть №1.
2. Международный научно-исследовательский журнал 2012. №7(7), стр. (9-21). ТП(ПВД) часть №1.

3. Международный научно-исследовательский журнал 2013. №2(9), стр. (12-22). МТВП часть №2, часть №3(а).
4. Международный научно-исследовательский журнал 2013. №3(10), стр. (22-37). МТВП часть №3(б).
5. Международный научно-исследовательский журнал 2013. №4(11), стр. (28-35). МТВП часть №2.1.(а).
6. Международный научно-исследовательский журнал 2013. №5(12), стр. (11-30). ТП(ПВД) часть №2.А.
7. Международный научно-исследовательский журнал 2013. №8(15), стр. (32-55). ТП(ПВД) часть №2.Б.
8. Д.В. Ширков, Физика микромира (1980) // Маленькая энциклопедия.

Филонин О.В.¹, Талызин Ю.Б.², Николаев П.Н.³

¹Доктор технических наук, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), Россия; ²аспирант; ³магистр;

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГРУППИРОВОК МИКРОСПУТНИКОВ НА ПЛАНЕТАРНЫХ ОРБИТАХ, РЕШАЮЩИХ ЗАДАЧИ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕР

Аннотация

В статье рассмотрен метод 2D-реконструкция параметров атмосферы планеты, основанный на методе обращения Радона, реализуемый с помощью интеллектуальной колонии микроспутников.

Ключевые слова: обращение Радона, микроспутник, атмосфера.

Phylonin O.V.¹, Talyzin I.U.B.², Nikolaev P.N.³

¹Doctor of Engineering Science, Samara State Aerospace University (National Research University), Russia; ²postgraduate student; ³master student;

MATHEMATICAL SIMULATION OF MICROSATELLITE CONSTELLATIONS ON PLANETARY ORBITS SOLVING THE TOMOGRAPHIC RECONSTRUCTION PROBLEMS OF ATMOSPHERIC PARAMETERS.

Abstract

The article considers 2D-reconstruction method of planet atmospheric parameters, based on Radon transform and implemented with intellectual colony of microsattellites.

Keywords: Radon transform, microsattelite, atmosphere.

Одним из наиболее перспективных направлений детального исследования планетарных атмосфер является метод, основанный на решении обратных задач радоновского типа, с помощью радио- и лазерного зондирования атмосферного слоя. Наиболее перспективным, на наш взгляд, для этой цели является способ предложенный авторами [1]. Суть его заключается в том, что с помощью основного средства доставки (ОСД) на орбиту данной планеты транспортируется семейство малых спутников с массами порядка 10 кг. Каждый такой спутник, содержит: миниатюрный гироскоп, многопроцессорный блок для текущих вычислений орбитальных данных и параметров реконструкций, модуль связи, лазерный дальномер, устройство для импульсного лазерного зондирования атмосферного слоя, приёмопередающий СВЧ-блок для радиозондирования, ионные или плазменные микродвигатели ориентации (ДО) и другие модули, в зависимости от особенностей конкретных решаемых задач. Как правило, ОСД располагается на стационарной орбите, поэтому группы малых исследовательских спутников, размещаемых на заданной орбите, целесообразно размещать на промежуточных средствах доставки (ПСД). ПСД стартуют с ОСД на заданную орбиту, и с них производится запуск малых спутников на исследовательскую орбиту, с учётом геометрии их распределения см. рис. 1.

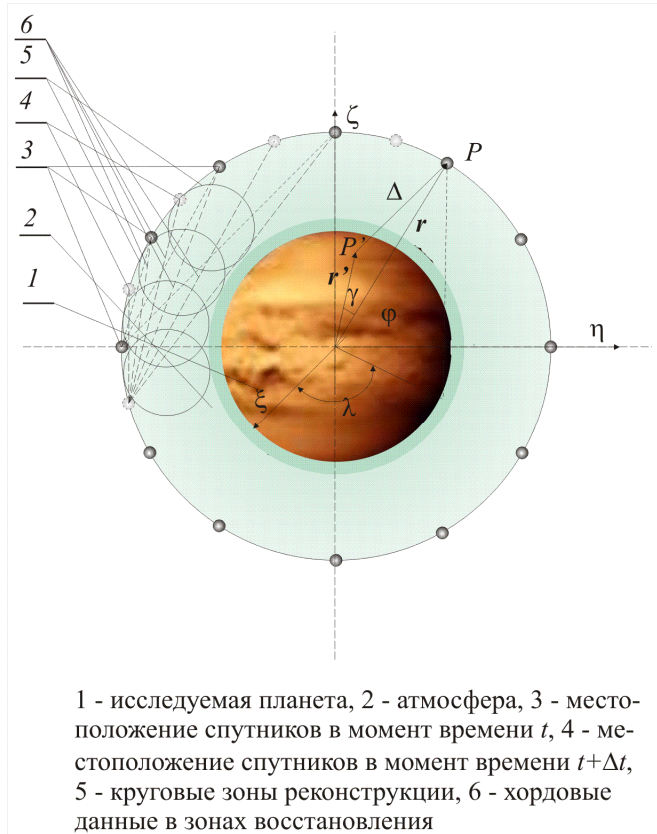


Рис. 1 Геометрия размещения исследовательских спутников на орбите планеты

Для решения поставленной задачи – реконструкция пространственного распределения параметров атмосферы планеты, с помощью методов восстановления информации, основанных на обращении Радона, прежде всего, необходимо точно знать конфигурацию орбиты движения каждого спутника и точные значения расстояний между ними. Действительно, даже в

простейшем случае, в предположении круговой орбиты и строго распределённых на равных расстояниях совокупности спутников (рис. 1) получение хордовых данных, например, для задачи радиотомографии ионной компоненты атмосферы задача достаточно сложная. В этом случае зону реконструкции - кольцевую зону при 2D-реконструкции целесообразно разбить на пересекающиеся круговые зоны восстановления см. рис. 1. Траектория зондирующего сигнала, таким образом, оказывается распределенной в нескольких зонах восстановления, при этом геометрия зондирования напоминает геометрию веерного пучка. Следовательно, возникает задача по разделению хордовых данных для данной круговой зоны восстановления, с другой стороны необходимо в каждой такой зоне свести хордовые данные к ортогональной геометрии проецирования и далее доопределить недостающие данные до заданного формата реконструкции.

В этом случае удобна, например, система уравнений, приведенная в работе [2]:

$$\begin{aligned}\frac{d}{du}p &= 2r^3\tilde{T}, \\ \frac{d}{du}g &= r^2 \left[-\tilde{S}\cos u + \tilde{T}(1+r/p)\sin u + \frac{r}{p}(\tilde{T}g - \tilde{W}hctgi\sin u) \right], \\ \frac{d}{du}h &= r^2 \left[\tilde{S}\cos u + \tilde{T}(1+r/p)\sin u + \frac{r}{p}(\tilde{T}h - \tilde{W}hctgi\sin u) \right], \\ \frac{d}{du}i &= \frac{r^3}{p}\tilde{W}\cos u, \\ \frac{d}{du}\Omega &= \frac{r^3}{p}\tilde{W}\frac{\sin u}{\sin i}, \\ \frac{d}{du}t &= \frac{r^2}{\sqrt{fm_0p}}\tilde{\Theta}\end{aligned}\tag{1}$$

где в качестве независимой переменной выбран аргумент широты, а элементы g и h имеют вид:
 $g = e\sin\omega$; $h = e\cos\omega$.

Компоненты возмущающего ускорения \tilde{S} , \tilde{T} , \tilde{W} определяются формулами:

$$\tilde{S} = \frac{S}{\Theta}, \quad \tilde{T} = \frac{T}{\Theta}, \quad \tilde{\Theta} = \frac{\sqrt{fm_0p}}{\Theta},\tag{2}$$

здесь

$$\Theta = \sqrt{fm_0p} - \frac{r^3}{p}Wctgi\sin u.\tag{3}$$

Отметим, что последнее уравнение в (1) даёт связь оскулирующего и драконического периодов обращения спутника. При построении аналитических и численно-аналитических алгоритмов прогнозирования движения ИСЗ используются также уравнения Лагранжа для оскулирующих кеплеровых элементов, которые связывают изменения элементов с частными производными от возмущающей функции по элементам [2].

Авторами разработан пакет прикладных программ (ППП), на основе рассмотренных выше соотношений, позволяющий моделировать поведение группировки микроспутников движущихся почти по круговой орбите для задач томографической диагностики параметров атмосферы планеты. Структурная схема данного пакета приведена на рис. 2 а). Программное обеспечение, установленное в вычислительных многопроцессорных модулях каждого спутника должно решать две главные задачи:

- «отслеживать» и «корректировать» отклонения ИС от заданной траектории движения по орбите и «следить» за ориентацией в пространстве самого спутника;
- в соответствующие интервалы времени, благоприятные, с точки зрения геометрии расположения орбитальной группировки, производить замеры лучевых данных при лазерном зондировании с последующим их пересчётом в хордовые данные круговых зон реконструкции.

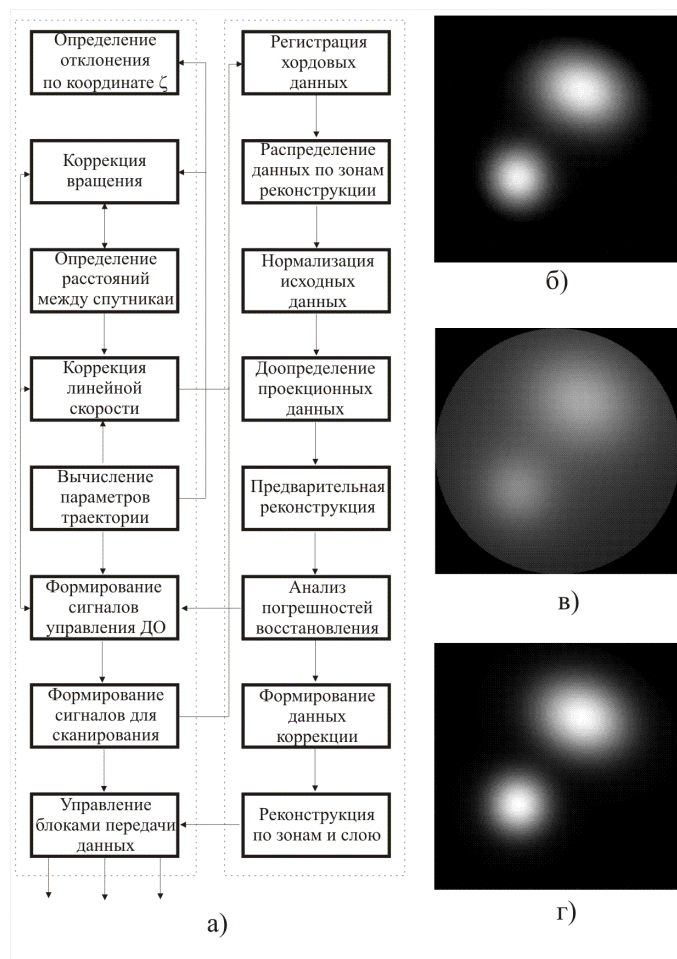


Рис. 2 а) – структурная схема ППП,
б), в), г) – этапы реконструкции
в круговой зоне

На рис. 2 а) соответствующие модули ППП выделены пунктирными прямоугольниками – слева показаны модули анализирующие состояние орбиты, скорости спутника его пространственной ориентации и т.д. и вырабатывающие сигналы управления. В правой части изображены программные модули, отвечающие за формирование наборов исходных данных, их нормализацию, процедур реконструкции, анализа реконструированных функций, вычисления погрешностей шумовой составляющей и пр. Последние моменты, связанные с анализом уровня артефактов и зашумленности восстановленного изображения являются весьма важными, так как дают возможность подобрать параметры процедуры реконструкции для данного метода исследования: способы интерполяции при процедурах доопределения данных, подбор конфигурации ядра, при заданном формате восстановления и т.д. Некоторые результаты в этом плане приведены на рис. 2 б) – исходная модельная функция распределения ионной концентрации в атмосфере, в) – результат неудачной реконструкции (размазанность, дефокусировка, высокий уровень шумовой составляющей), г) – результат реконструкции при автоматическом выборе оптимальных параметров восстановления (свёрточный алгоритм, формат 512×512 элементов).

Так как предполагается, что каждый микроспутник оборудован каналом обмена цифровыми данными с ближайшими соседями и с ОСД, то в такой системе несложно организовать процесс параллельных вычислений, связанных с задачами реконструкции искомым функциональных распределений параметров атмосферы планеты. Именно эта возможность позволяет назвать описанную исследовательскую группировку малых спутников интеллектуальной группировкой, способной самостоятельно решать, как задачи навигации, так и задачи реконструкции и передачи информации на основное средство доставки.

Литература

1. Филонин О.В., Талызин Ю.Б. Математическое моделирование процессов исследования планетарных атмосфер с помощью колоний малых спутников // Материалы 3-й Всероссийской н-т конф. «Актуальные проблемы ракетно космической техники» (3 Козловские чтения), Самара, 2013, С. 367 – 371.
2. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.: Наука, 1968. – 800 с.

Полищук С.В.¹, Петров К.А.², Смахун Я.А.³

¹Магистрант; ²магистрант; ³магистрант, Дальневосточный федеральный университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНЫХ БРОУНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация

Предложен и исследован алгоритм моделирования фрактальных броуновских изображений. Установлено, что интегральная характеристика спектра броуновского изображения с параметром Херста α хорошо аппроксимируется степенной функцией с показателем $2(\alpha + 1)$ при $\alpha \in (0, 1/2]$ и показателем степени равным 3 для $\alpha \in (1/2, 1)$.

Ключевые слова: фрактальный броуновский процесс, пространственно-частотная фильтрация, структурная функция.

Polischuk S.V.¹, Petrov K.A.², Smekhun Y.A.³

¹Undergraduate; ²undergraduate; ³undergraduate, Far Eastern Federal University

THE SIMULATION OF FRACTIONAL BROWNIAN IMAGES

The modeling algorithm of fractal Brownian images has been proposed and studied. It is established that an integral characteristic of the spectrum of Brownian image with Hurst's parameter α is well approximated by a function power with an exponent $2(\alpha + 1)$ in $\alpha \in (0, 1/2]$ and the exponent which is equal to 3, for $\alpha \in (1/2, 1)$.

Keywords: the fractal Brownian process, spatial frequency filtering, a structure function.

Введение. Фрактальный анализ изображений проводится в тех случаях, когда необходимо установить, в какой степени, отображенные на изображениях объекты и структуры, проявляют фрактальные свойства.

Одним из наиболее распространенных критериев наличия фрактальных признаков у структур основан на использовании структурной функции первого порядка (математическое ожидание модуля приращения) и структурной функции второго порядка (математическое ожидание квадрата модуля приращения).

Моделирование фрактальных броуновских изображений. Случайный процесс $\xi(t)$ с математическим ожиданием $\mathbf{M}\xi(t) = 0$, удовлетворяющий условию:

$$\mathbf{M}[\xi(t_2) - \xi(t_1)]^2 = \sigma^2 |t_2 - t_1|^{2\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1)$$

где α - показатель Херста, σ^2 - приращение дисперсии за единицу времени, будем считать фрактальным броуновским. Других ограничений на процесс не накладывается. Можно показать, что для такого процесса спектральная плотность существует и совпадает с известной степенной зависимостью только для значений показателя $\alpha \in (0, 1/2]$. В интервале $\alpha \in (1/2, 1)$ спектральная плотность не существует, а периодограммная оценка показателя имеет постоянное значение, равное $1/2$ [1]. Этот факт наряду с нестационарностью фрактального броуновского процесса существенно ограничивает применение методов для моделирования фрактальных броуновских полей.

Для примера рассмотрим частный случай процесса (1) при условии, что $\xi(0) = 0$ - процесс начинается в нуле, и его приращения - величины независимые. Тогда в соответствии с центральной предельной теоремой случайный процесс - нормальный с нулевым математическим ожиданием, дисперсией $\mathbf{M}\xi^2(t) = \sigma^2 t$ и параметром $\alpha = 0.5$. Если P_0 - вероятность события $|\xi(t)| > \sigma\sqrt{t}$, то несложно получить $P_0 \approx 0.32$. Это означает, что примерно 1/3 всех траекторий процесса выходит за интервал $(-\sigma\sqrt{t}, \sigma\sqrt{t})$, что не может обеспечить стационарная модель.

Используем тот факт, что в одномерном случае приращение $v(t) = \xi(t + \Delta) - \xi(t)$ процесса $\xi(t)$ по интервалу фиксированной длительности Δ является стационарным в широком смысле случайным процессом с коэффициентом корреляции [13]

$$\psi(\tau) = \frac{\mathbf{M}v(t + \tau)v(t)}{\mathbf{M}v^2(t)} = \frac{1}{2} [1 + |z|^{2\alpha} + |1 - z|^{2\alpha} - 2|z|^{2\alpha}] \quad (2)$$

где $z = \tau/\Delta$. Спектральная плотность $I(\omega)$ (ω - частота) процесса приращений $v(t)$ $I(\omega) \sim F[\psi(\tau)]$, где F - оператор преобразования Фурье. Процесс $v(t)$ можно смоделировать, пропуская реализации «белого шума» через фильтр с передаточной функцией $\sqrt{I(\omega)}$. Затем траектории процесса $\xi(t)$ находятся интегрированием стационарных приращений $v(t)$.

Двумерный процесс $\eta(x, y)$ зададим в виде суперпозиции [2]

$$\eta(x, y) = \frac{1}{\sqrt{K}} \sum_{i=1}^K \xi_i(x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i) \quad (3)$$

независимых фрактальных броуновских процессов ξ_i с параметром Херста α , математическим ожиданием $\mathbf{M}\xi_i = 0$ и структурной функцией вида (1), $\varphi_i = 2\pi i/K$, $i = 1, \dots, K$. В соотношении (3) каждое слагаемое ξ_i представляет собой функцию двух аргументов (x, y) . Эта функция - величина постоянная на прямой $t = x \cos \varphi_i + y \sin \varphi_i$ для любого фиксированного t и совпадает с фрактальным броуновским процессом в направлении, перпендикулярном этой прямой. Структурная функция поля η

$$D_2(x_1 y_1; x_2 y_2) = \mathbf{M} |\eta(x_2, y_2) - \eta(x_1, y_1)|^2 = \mathbf{M} \frac{1}{K} \left| \sum_{i=1}^K [\xi_i(t_2) - \xi_i(t_1)] \right|^2 =$$

$$= \frac{1}{K} \mathbf{M} \sum_{i=1}^K [\xi_i(t_2) - \xi_i(t_1)]^2 =$$

$$= \frac{\sigma^2}{K} \sum_{i=1}^K |(x_2 - x_1) \cos \varphi_i + (y_2 - y_1) \sin \varphi_i|^{2\alpha} \quad (4)$$

поскольку ξ_i - независимые процессы и $\mathbf{M} \xi_i = 0$. В полярной системе координат $r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$, $\vartheta = \arctg[(y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)]$ из (13) получаем

$$D_2 = \frac{\sigma^2}{K} \sum_{i=1}^K |r \cos \vartheta \cos \varphi_i + r \sin \vartheta \sin \varphi_i|^{2\alpha} =$$

$$= \frac{\sigma^2}{K} r^{2\alpha} \sum_{i=1}^K |\cos(\vartheta - \varphi_i)|^{2\alpha} \quad (5)$$

Если $K \rightarrow \infty$, то сумма в соотношении (5) может быть представлена интегралом:

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{2\pi}{K} \sum_{i=1}^K |\cos(\vartheta - \varphi_i)|^{2\alpha} = \int_0^{2\pi} |\cos(\vartheta - z)|^{2\alpha} dz =$$

$$= \int_{\vartheta}^{2\pi + \vartheta} |\cos u|^{2\alpha} du = \int_0^{2\pi} |\cos u|^{2\alpha} du \quad (6)$$

Таким образом, при большом K структурная функция $D_2 \sim r^{2\alpha}$ и, следовательно, $\eta(x, y)$ - фрактальное броуновское поле с параметром Херста α .

Для моделирования фрактальных броуновских изображений использовался следующий алгоритм. Генерировались из «белого шума» одномерные броуновские процессы $\xi_i(j)$, с показателем Херста α , $i = 1, \dots, K$, $j = -N, \dots, 0, \dots, N$. Далее формировались K изображений, в которых строки заполнялись соответствующими значениями процесса $\xi_i(j)$. Каждое изображение поворачивалось вокруг точки (0,0) на заданный угол $\varphi_i = 2\pi i/K$, и все K изображений суммировались. Затем из суммарного изображения вырезалась область размером $(N \times N)$ отсчетов с центром в точке (0,0). Статистический анализ смоделированных таким образом фрактальных броуновских изображений ($K \geq 32$) показал, что если $0.35 \leq \alpha < 1$, то для функции $D_1(l)$ область скейлинга $L_S = [1; N/8]$ при $\varepsilon = 0.02$. Если $0.01 \leq \alpha < 0.35$, то при малых значениях l отклонения функции $D_1(l)$ от степенной зависимости становятся значительными. Для устранения этих отклонений можно применить пространственно-частотную фильтрацию к уже смоделированным изображениям. Важно отметить, что интегральная характеристика оценки спектральной плотности $V(k)$ смоделированных фрактальных броуновских изображений для частот $2\pi k/N$ в интервале $[\pi/64; \pi/2]$ хорошо аппроксимируется степенной функцией $V(k) \sim k^{-\beta}$, ($\beta \approx 2\alpha + 2$), если $0 < \alpha \leq 0.5$, и $V(k) \sim k^{-3}$ если $0.5 < \alpha < 1$.

Заключение. В данной работе предложен и исследован алгоритм моделирования фрактальных броуновских изображений на основе генерирования одномерных реализаций фрактального броуновского процесса. Установлено, что существует достаточно широкий диапазон пространственных частот, в котором интегральная характеристика спектра броуновского изображения хорошо аппроксимируется степенной функцией $V(k) \sim k^{-2(\alpha+1)}$, если $0 < \alpha \leq 0.5$, и $V(k) \sim k^{-3}$, если $0.5 < \alpha < 1$.

Литература

1. Кулешов Е.Л., Грудин Б. Н. Спектральная плотность фрактального броуновского процесса // Автотметрия. 2013. Том 49, № 3. С.18 -24.
2. Yin Z.-M. New method for simulation of fractional Brownian motion // Journal of computational physics, 1996, № 127, P. 66-72.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУР АМОРФНЫХ СПЛАВОВ СРЕДСТВАМИ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ (GPGPU)

Аннотация

Данная работа посвящена моделированию атомных структур аморфных сплавов средствами GPU. Модель аморфного сплава представляется как набор атомов. Моделирование производится в двух вариантах: двумерном, как электронно-микроскопическое изображение, и трехмерном, как 3d-модель атомов сплава. В первом, случае высокая скорость расчета кадра достигается путем использования возможностей параллельных вычислений, с помощью программного интерфейса CUDA. Для визуализации объемных моделей используется Vertex Array Object (VAO) – расширение OpenGL.

Ключевые слова: моделирование структур, аморфные сплавы, графические процессоры.

Polishchuk S.V.¹, Smekhun Y.A.²

¹Undergraduate, ²undergraduate, Far Eastern Federal University

MODELING THE STRUCTURE OF AMORPHOUS ALLOYS BY MEANS OF GRAPHICS PROCESSORS (GPGPU)

Abstract

This work is devoted to modeling the atomic structures of amorphous alloys by means of GPU. The model of the amorphous alloy is represented as a set of atoms. There are two variants of modeling: it is a two-dimensional variant, where images are as electron microscopic and three-dimensional images as the 3d- model atoms of the alloy. In the first case, the high speed calculation frame is achieved through the use of parallel computing, using the API of CUDA. For visualization of three-dimensional models used Vertex Array Object (VAO) - extension of OpenGL.

Keywords: modeling of structures, amorphous alloys, graphics processors.

Введение. Аморфные металлические и нанокристаллические сплавы (АМС) – перспективный класс металлических материалов, обладающих уникальным сочетанием магнитных, электрофизических, механических и коррозионных свойств. В процессе исследования АМС методами просвечивающей электронной микроскопии получают изображения наноструктур, где необходимо проанализировать морфологию и атомную структуру поверхности сплава. Одним из эффективных инструментов анализа электронно-микроскопических изображений является их моделирование, которое позволяет создавать модели с заданными параметрами.

Среди наиболее эффективных методов моделирования и визуализации выступает использование графического процессора (GPGPU) в качестве вычислителя.

Для реализации моделирования изображений наноструктур, изменения и обработки моделей атомов был создан средствами языка программирования C++ программный комплекс, использующий возможности графического процессора (GPGPU), обеспечивающий относительно высокую скорость считывания и обработки данных.

Так как необходимо визуализировать статичные данные: координаты, цвета и индексы, которые в процессе моделирования не изменяются, то наиболее оптимальным решением является использование ARB_vertex_buffer_object (VBO) – расширения OpenGL.

Для упрощения процесса кодирования целесообразно использовать следующее расширение OpenGL – ARB_vertex_array_object (VAO), которое позволяет упростить процедуры активации буферов до одной команды.

При моделировании атомной структуры аморфного сплава, производится работа с файлом модели [1], в котором каждый атом представляется набором параметров: название элемента, степень окисления, три координаты, радиус и коэффициент заполнения. Основная идея заключается в изменении параметров элементов с помощью, элементарных стереометрических объектов: сфера, плоскость, sin-плоскость, тетраэдр и цилиндр. Все это позволяет создавать флуктуации плотности в заданных областях, внедрять кристаллические структуры в аморфные, изменять морфологию поверхности модели.

Построение 2D моделей. Моделирование средствами GPGPU [2] производится в несколько этапов [3]. Производится вычисление проекций потенциалов отдельных атомов (1) и последующее формирование потенциала модели путем линейной суперпозиции потенциалов каждого атома в данной модели (2):

$$v_z(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} V_a(x, y, z) dz =$$

$$= 4\pi^2 a_0 e \sum_{i=0}^3 a_i K_0(2\pi r \sqrt{b_i}) + 2\pi^2 a_0 e \sum_{i=0}^3 \frac{c_i}{d_i} \exp(-\pi^2 r^2 / d_i)$$
(1)

где $X = (x, y)$ – положение атома в плоскости, перпендикулярной к оптической оси микроскопа; $K_0(x)$ – модифицированная функция Бесселя нулевого порядка; a_0 – радиус орбиты Бора для электрона; a_i, b_i, c_i, d_i – коэффициенты, значения которых зависят от атомного номера и приводятся в соответствующих таблицах [4].

$$v_z(X) = \sum_{j=1}^N v_{zj}(X - X_j)$$
(2)

Далее необходимо вычислить функцию прохождения электронов через исследуемый объект (3):

$$t(X) = \exp[i\sigma v_z(X)]$$
(3)

где σ – постоянная взаимодействия электронного пучка с образцом.

Получаем преобразование Фурье от функции прохождения (4).

$$T(k) = FT[t(X)]$$
(4)

Умножаем функцию (4) на передаточную функцию объектива (5), чтобы получить волновую функцию в обратной фокальной плоскости (6).

$$H_0(k) = \exp[-i\chi(k)]A(k) \quad \chi(k) = \pi\lambda k^2 (0.5C_s \lambda^2 k^2 - \Delta f)$$
(5)

где Δf - дефокусировка; C_s - коэффициент сферической аберрации; $A(k)$ - функция апертуры.

$$\psi_t(k) = FT^{-1}[H_0(k)T(k)] \quad (6)$$

Вычисляем квадрат модуля волновой функции изображения (в реальном пространстве), чтобы получить конечную интенсивность (7).

$$g(x) = |\psi_t(X)|^2 \quad (7)$$

Производя визуальное сравнение между реальным и смоделированным изображением, показанных на рисунке 1 мы можем сделать заключения о типе дефекта структуры в реальном объекте.

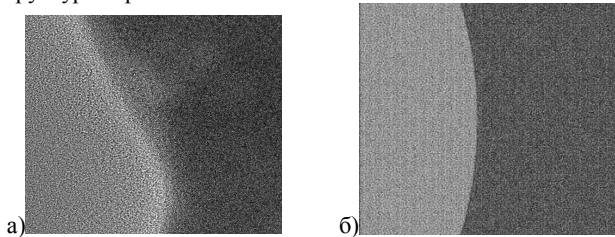


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения: а) реальное; б) смоделированное

3D визуализация. Перед вычислением проекции потенциалов модели, необходимо убедиться в корректности дефектов внесенных в модель, так как процесс создания проекций очень затратный по времени и ресурсам. Визуализация реализуется средствами OpenGL 2.1 с помощью расширения ARB_vertex_array_object (VAO). Данные вершин, цветов и индексов, считываются, полностью загружаются в память видеоустройства, и удаляются из системной памяти. Расчеты производились на станции NVIDIA GTX 690. Примерное время обработки модели 51*51*51 нм составляет 2-3 минуты. Расчет проекций потенциалов для данной модели составляет около 5-6 минут.

Заключение. В данной работе представлен метод визуализации моделей атомных структур аморфных сплавов средствами GPU. В результате исследования был реализован программный комплекс, который позволяет модифицировать и визуализировать модели в двумерном виде, как электронно-микроскопическое изображение и трехмерное, как модель атомов сплава. Процесс моделирование-визуализация происходит практически в реальном времени, что позволяет быстро изменять модели для достижения наибольшего сходства между реальным образцом и смоделированным. Все это позволяет более эффективно интерпретировать результаты экспериментов, позволяя получать материалы с заданными техническими характеристиками.

Литература

1. Кристаллография: Лабораторный практикум / Под ред. Проф. Е.В. Чупрунова: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2005. – 412 с. – ISBN 5-94052-103-7
2. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu. *Programming Massively Parallel Processors*, 2012. – p. 514.
3. Earl J. Kirkland. *Advanced Computing in Electron Microscopy*, 2010. – p. 289.
4. P.A. Doyle and P.S. Turner. *Relativistic Hartree-Forck x-ray and electron scattering factors. ActaCryst.*, 1968, p. 390-397.

Попов И.П.

Курганский государственный университет

ОЦЕНКА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ВЕРОЯТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ ВОЛН ДЕ БРОЙЛЯ

Аннотация

Показано, что эксперименты по интерференции и дифракции единичных частиц позволяют оценить верхнюю границу вероятных значений фазовой скорости волн де Бройля. При этом установлено, что фазовая скорость не может быть больше скорости частицы.

Ключевые слова: интерференция, дифракция, фазовая скорость, волны де Бройля.

Popov I.P.

Kurgan State University

UPPER BOUND PROBABILITY OF THE VALUE OF THE PHASE VELOCITY OF THE DE BROGLIE

Abstract

It is shown that experiments on interference and diffraction of single particles allow us to estimate the upper limit of possible values of the phase velocity of de Broglie waves. It was found that the phase velocity can not be greater than the velocity of the particle.

Keywords: interference, diffraction, phase velocity, the de Broglie wavelength.

Фазовая скорость волн де Бройля считается принципиально не наблюдаемой величиной [1]. Этим отчасти объясняется наличие в литературе ее двух существенно отличающихся друг от друга значений:

$$v_\phi = \frac{c^2}{v}, \quad (1)$$

$$v_\phi = \frac{v}{2},$$

где c – скорость света, v – скорость частицы [1]. Первое выражение получено при обобщении формулы для волновой энергии на полную энергию частицы, а второе – на кинетическую [2–5]. Непосредственно измерить фазовую скорость не представляется возможным. Однако эксперименты по интерференции и дифракции единичных частиц позволяют оценить верхнюю границу ее вероятных значений.

Пусть фазовая скорость волн де Бройля для инертной частицы удовлетворяет выражению (1). Это означает, что фазовая скорость в любом случае больше скорости частицы. Поэтому любая фаза волны опережает частицу.

Пусть в момент $t_0 = 0$ единичная частица проходит через одну из щелей устройства для наблюдения интерференции частиц. Пусть в этот же момент времени задний фронт части волны де Бройля проходит через другую щель. Этот задний фронт, распространяющийся с фазовой скоростью, достигнет детектора в момент t_1

$$t_1 = \frac{b}{v_\phi}$$

где b – расстояние до детектора. Интерференционная картина закончится в момент t_1 , *не позднее*. Частица достигнет детектора в момент t_2

$$t_2 = \frac{b}{v}$$

Поскольку в соответствии с (1) скорость частицы меньше фазовой скорости, частица окажется в детекторе тогда, когда интерференционная картина *уже закончилась*. Поэтому местоположение частицы *не будет подчиняться* распределению плотности вероятности, которого *уже нет*.

Таким образом, условие (1) несовместимо с возможностью возникновения интерференционной картины от единичных частиц.

Приведенные рассуждения в равной мере справедливы для дифракции единичных частиц на кристаллах.

Факты возникновения интерференционной и дифракционной картины от единичных частиц установлены экспериментально. Следовательно, из этих экспериментов очевидным образом следует соотношение

$$v_\phi \leq v$$

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 5. Атомная и ядерная физика. М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ. 2002. 784 с.
2. Попов И.П. Об одном проявлении инертности // Естественные и технические науки. 2013. № 1(63). С. 23–24.
3. Попов И.П. О влиянии инертности частицы на ее волновое представление // Вестник Забайкальского государственного университета. 2013. № 04(95). С. 90–94.
4. Попов И.П. Корпускулярный и волновой походы к теории эффекта Комптона // Естественные и технические науки. 2013. № 1(63). С. 41–43.
5. Попов И.П. О волновой энергии инертной частицы // Зауральский научный вестник. 2013. № 1(3). С. 60–61.

Смехун Я.А.², Полищук С.В.¹

¹Магистрант, ²магистрант, Дальневосточный федеральный университет

ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ

Аннотация

Данная работа посвящена анализу серий изображений аморфных сплавов, полученных методом просвечивающей электронной микроскопии. Предложен способ выделения неровностей на поверхности сплава на основании спектральной оценки.

Ключевые слова: обработка изображений, аморфные сплавы, спектральные оценки.

Smekhun Y.A.², Polischuk S.V.¹

¹Undergraduate, ²undergraduate, Far Eastern Federal University

PROCESSING OF ELECTRON MICROSCOPIC IMAGES WITH THE GPU

Abstract

This work is devoted to the analysis of series images of amorphous alloys obtained by transmission electron microscopy. The method of separating of roughness on the alloy surface is offered on the basis of spectral estimation.

Keywords: image processing, amorphous alloys, spectral estimation.

Введение. Аморфные и нанокристаллические металлические сплавы с их уникальными механическими и магнитными свойствами представляют в настоящее время большой практический интерес. Важное место в исследовании аморфных металлических сплавов занимают методы, основанные на прямом наблюдении их структуры с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Задача восстановления точной морфологии поверхности сплава и детектирования дефектов в объеме сплавов является весьма важной при исследовании материалов и трудно разрешимой для методов просвечивающей электронной микроскопии. Изображение в просвечивающем микроскопе является проекцией трехмерной структуры, сложность заключается в получении информации о третьем измерении.

Определение неровностей на поверхности сплава. При изучении образцов сплава с применением просвечивающего микроскопа с атомным разрешением нет возможности определения неровностей на поверхности исследуемого образца. Поэтому, имея набор изображений, полученных в разных фокальных плоскостях, необходимо сделать оценку перепадов высот на поверхности образца. Оценить эти перепады можно анализируя локальные спектры имеющихся изображений.

Для получения карты высот неровностей поверхности сплава необходимо вычислить спектры локальных изображений постоянного размера с некоторым шагом на всех кадрах, соответствующие конкретному пикселю (рис. 1). Величина шага и размер спектров отвечают за точность построения карты, размытость границ резких перепадов высоты и напрямую влияют на количество производимых расчетов и время работы алгоритма.

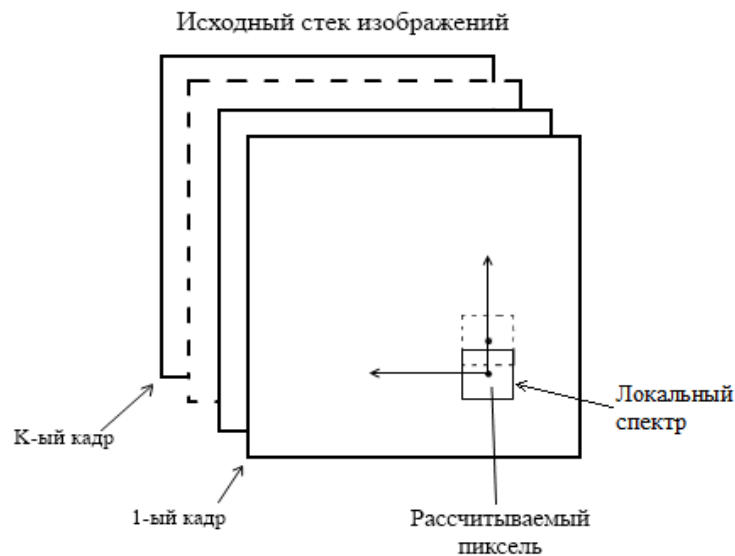


Рис. 1: Зависимость среднего спектра от номера кадра.

Вычисление карты высот неровностей поверхности сплава. Суть алгоритма состоит в пошаговом анализе среднего значения локальных спектров изображений при различных дефокусировках относительно некоторого начального положения фокальной плоскости.

Получение карты высот состоит из двух основных шагов:

- Покадровое вычисление локального спектра изображения;
- Вычисление карты высот неровностей поверхности сплава.

Для вычисления карты высот поверхности сплава необходимо вычислить спектры локальных изображений постоянного размера с некоторым шагом на всех кадрах, соответствующие конкретному пикселю (рис. 1).

Чтобы определить перепад высот, необходимо найти экстремумы (точки минимума) среднего спектра серий изображений и сопоставить им номера кадров, которым они принадлежат. Это обусловлено методом формирования изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Зная дефокусировку, при которой был снят кадр изображения, можно определить высоту относительно начального положения фокальной плоскости, заданной в микроскопе при получении изображений, тем самым пиксель за пикселем построить карту поверхности образца сплава.

Анализ результатов. При обычном последовательном выполнении алгоритма на CPU и выходном размере изображения 1024×1024 пикселей, размере спектра локального участка изображения 32×32 пикселя, для которого вычисляется

спектр, и количестве кадров равным 32 требуемое количество операций вычисления равно примерно $5,5 \cdot 10^{12}$, что может занять несколько часов расчетов. Поскольку конечная точка на карте зависит только от соответствующих ей на каждом кадре спектров, было решено выполнять расчеты параллельно на видеокартах с использованием CUDA. Расчет одного спектра и средней яркости его пикселей в одном потоке графического ядра приводит к уменьшению времени выполнения в 50 раз.

Алгоритм расчетов карты высот поверхности сплава проверялся на точно известных данных. Для этого были смоделированы тестовые серии микроскопических изображений аморфного сплава с тремя ступеньками от 0,5 нм до 5 нм. Шаг дефокусировки при снятии кадров – 1 нм.

Результаты работы программы приведены на рисунке 2. Можно видеть, что при ступеньке 1,5 нм, некротной шагу получения изображений, точно определить высоту средней ступеньки не представляется возможным. При перепаде высот кратном шагу дефокусировки детектирование достаточно точное с небольшими погрешностями на границе ступенек.

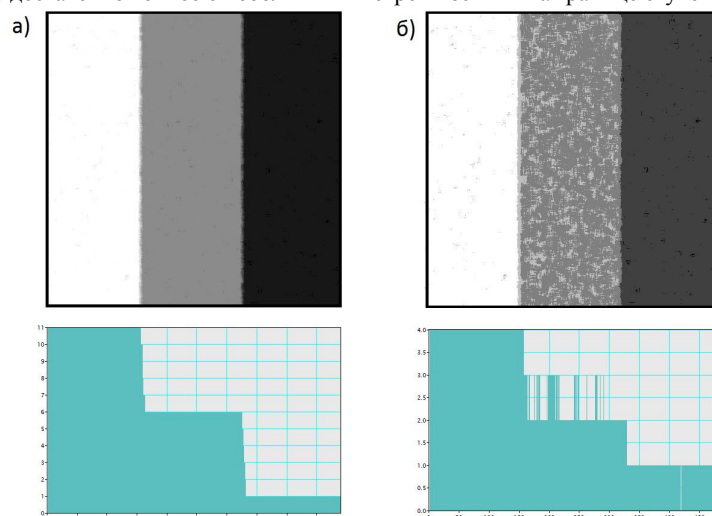


Рис. 4: Построенные карты высот для смоделированных изображений и соответствующие им профили: а) три ступеньки по 5 нм; б) три ступеньки по 1,5 нм

Заключение. В работе рассматривается алгоритм построения карты высот по микроскопическим изображениям. Использование оценки спектра приводит к достаточно точным результатам. Реализация вычислений на графических процессорах позволяет уменьшить время выполнения расчетов в 50 раз. В данной работе технология CUDA является базисом для построения параллельных вычислений, в связи с огромным количеством одновременно выполняемых потоков. В качестве направления

дальнейших исследований и усовершенствований может быть выбрана реализация более быстрого алгоритма получения спектра изображения, например: косинусное преобразование, Q-преобразование.

Литература

1. Р. Блейхут. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
2. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005. – 1070 с.
3. CUDA toolkit documentation. URL: <http://docs.nvidia.com/cuda/index.html>

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES

Асадов З.Г.-оглу¹, Саламова Н.В.-кызы², Поладова Т.А.-кызы³

¹Профессор, докт. хим. наук; ²старш. научн. сотр., докт. филос. по химии; ³старш. научн. сотр., Институт Нефтехимических Процессов НАН Азербайджана, г.Баку

НОВОЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО НА ОСНОВЕ ГОВЯЖЬЕГО ЖИРА И ДИЭТИЛЕНТРИАМИНА

Аннотация

В настоящее время потребность в нефтесобирающих и диспергирующих реагентах постоянно растет. Аварии при нефтедобыче и ее транспортировке приводят к загрязнению гидросферы. Для этой цели используют особые виды поверхностно-активных веществ, которые, наряду с высокой нефтесобирающей и нефтесодержащей способностью должны быть экологически безвредными.

Ключевые слова: поверхностно-активное вещество, говяжий жир.

Asadov Z.H.-oglu¹, Salamova N.V.-gyzy², Poladova T.A.-gyzy³

¹prof., d.ch.sc., ²senior researcher, PhD ch, ³senior researcher, Institute of Petrochemical Processes NANA Azerbaijan, Baku

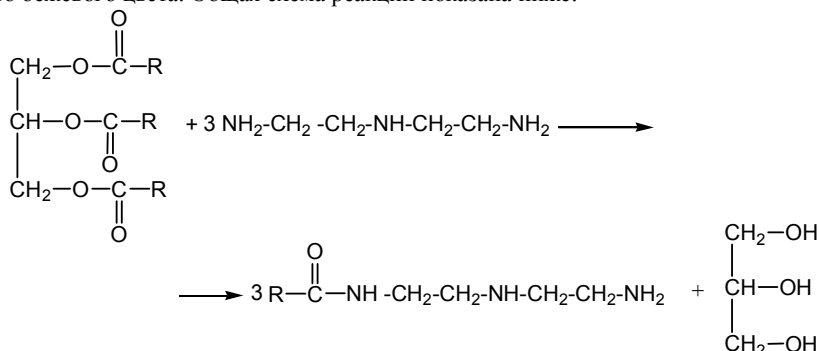
NEW SURFACE ACTIVE REAGENT ON THE BASIS OF BEEF FAT AND DYETHYLENETHIRIAMINE

Abstract

Currently the demand for oil collecting and dispersing agents is constantly growing. The accident at the oil production and its transportation to result in pollution of the hydrosphere. For this purpose we use the special types of surface-active substances, which, along with high oil gathering and oil dispersive ability must be ecologically harmless.

Keywords: surface-active substance, beef fat.

Взаимодействие триглицеридов говяжьего жира с диэтилентриамином осуществлено при мольном соотношении 1:3.2. Реакция проведена при температуре 140-150°C. Синтезированный аминоксид фракции кислот говяжьего жира является парафинообразное вещество бежевого цвета. Общая схема реакции показана ниже:



Аминоксид кислотной фракции говяжьего жира идентифицирован методом ИК-спектроскопии.

Стагмометрическим методом исследованы поверхностно-активные свойства аминоксида кислотной фракции говяжьего жира. Значения межфазного натяжения (σ), измеренные на границе керосин-вода в присутствии различных количеств продуктов, свидетельствуют об их высокой поверхностной активности. Надо отметить, что межфазное натяжение на границе керосин-вода в отсутствие ПАВ равно 46.5 мН/м при комнатной температуре. Измерения поверхностной активности аминоксида говяжьего жира проведены стагмометрическим методом при 25°C. Установлено, что синтезированный аминоксид на границе керосин-вода снижает поверхностное натяжения до 1.7 мН/м.

Аминное число аминоксида говяжьего жира составляет 8.6 мгHCl/г. Аминоксид хорошо растворяется в этиловом и изопропиловом спирте, частично в воде, керосине и п-ксилоле, в изоктане и в гексане.

Нефтесобирающая и диспергирующая способность аминоксида кислотной фракции говяжьего жира изучена в виде сухого продукта и 5%-ных водных растворов на примере тонкой пленки Раманинской нефти на поверхности трех типов вод – дистиллированной, пресной и морской. Реагент в обеих формах применения в среде дистиллированной воде оказывает смешанное нефтесобирающее-диспергирующее действие. Реагент как в неразбавленном виде, так и 5%-ном водном растворе действует как нефтесодержатель. От нефтяной пленки очищается 97.5% водной поверхности. Продолжительность действие реагента составляет около 9 суток.

Литература

1. Леснов А. Е. и др. Применение расслаивающихся систем вода—поверхностно-активное вещество—высаливатель для целей экстракции //Журн. приклад. химии. – 2010. – Т. 83. – №. 8.

Куручкина Г.Н.

Кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Учреждение Российской академии наук Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения (ИФХиБПП РАН)

ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПЛЕНОК СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация

Разработаны составы полимерных композиций и способ получения на их основе защитных деградирующих пленок сезонного использования, гидролизующихся в почве после окончания вегетационного периода растений. Композиции саморазрушающихся пленок включают карбамидформальдегидную смолу, модифицирующую добавку, пластификатор, отвердитель и полимер. Составы наполненных полимерных композиций для получения конструкционного материала

дополнительно включают наполнитель. Получаемые пленки оптимального состава обладают повышенной эластичностью (до 70 %) и достаточной прочностью 5-6 МПа в начальном состоянии.

Ключевые слова: Почва, полимерная композиция, гидролиз.

Kurochkina G.N.

Kandidate Chemistry Senior Research, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, Russian Academy of Sciences,

THE TECHNOLOGY FOR ECOLOGICALLY SAFETY SPONTANEOUS DECOMPOSITION FILMS PRODUCTION ON THE BASE OF POLYMER COMPOSITION

Abstract

The methods of spontaneous decomposition films production for season using on the base of specially development polymer composition was created. After vegetation period of plant growth this films can be spontaneous hydrolyze in soil. This films of optimal composition have a higher elasticity (to 70%), satisfied strength (5-6 MPa) in the initial state and regulated capacity to spontaneous decomposition. The covering of soils by this film can be made using of solution or preferably produced films, flexible tubes end other products. The films may by use in agriculture for different aims: safe of seeds from bacteria and light frost, for special vessels for seedlings, pipes for season's subsoil irrigation. The products of decomposition after hydrolysis can be as additional nutrition for plants.

Keywords: Soil, Polymer Composition, hydrolysis.

Разработка и внедрение природоохранных технологий является радикальным решением вопросов охраны окружающей среды от загрязнения токсичными и трудноразлагаемыми отходами производственной и бытовой деятельности человека. К числу таких отходов относятся различные синтетические полимерные пленки, полученные на основе полиэтилена, полипропилена и т.д., используемые в промышленности, в сельском хозяйстве и быту. Они попадают в биосферу – воду и почву и медленно, в течение длительного времени разрушаются в ней, загрязняя окружающую среду токсичными веществами, угрожая здоровью людей. В связи с этим, в последние годы, как в нашей стране, так и за рубежом возрос интерес к биоразлагаемым полимерным материалам, которые разрушаются при воздействии различных микроорганизмов или физических факторов [1, 2]. Создание технологий для получения новых синтетических пленочных материалов, саморазрушающихся и биodeградирующих под влиянием природных факторов и на основе экологически безопасных компонентов является важной и актуальной задачей.

Цель работы – разработка технологии производства новых полимерных материалов – деградирующих (гидролизующихся) пленок сезонного использования.

В данной работе разработана полимерная композиция для получения защитных пленок сезонного использования. При гидролизе такого материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений. Состав полимерной композиции для получения мульчирующих пленок без наполнителя включает карбамидформальдегидную смолу (66 %-ный раствор, ГОСТ 14231-78), водорастворимый полимер, пластификатор и отвердитель. Для получения конструкционного материала составы полимерных композиций содержат различного вида наполнители. В качестве наполнителя используют кровельный картон с влажностью 65 % или древесные опилки [3]. В таблице приведены физико-механические свойства полимерной пленки.

Таблица. Физико-механические свойства деградирующих пленок

Относительное удлинение при разрыве, %		Разрушающее напряжение, МПа	при рас
Начальное – 70-75		5,4- 5,5	
При выдерживании образцов во влажном грунте (100%-ная влажность):			
1	месяц 62-68	5,2 – 5,4	
3	месяца 50-52	5,0 – 5,2	
6	месяцев 2,0-2,5	0,062-0,065	
12	месяцев	Пленка разрушается	

Получаемые пленки оптимального состава (толщина 1 мм) обладают повышенной эластичностью (до 70 %) и достаточной прочностью - 5-6 МПа в начальном состоянии. При выдерживании ее в грунте при 100%-ной влажности в различные сроки 1, 3, 6, 12 месяцев свойства ее резко изменяются в зависимости от времени выдерживания. Так от 1 до 3 месяцев эластичность и прочность снижаются незначительно. Однако к 6 месяцам наступает резкий перелом в изменении свойств, в частности, эластичность и прочность падают в десятки раз, а к 12 месяцам пленки полностью гидролизуются, разрушаются и установить их свойства невозможно. Следовательно, пленки оптимального состава приобретают способность к саморазрушению в определенный срок выдерживания во влажном грунте.

Технология нанесения. Пленка может быть получена распылением раствора непосредственно на почву или растения как ручным, так и механизированным способом. Для нанесения мульчирующей пленки на грунты с ранними посевами (для достижения парникового эффекта) разработана технология механизированного нанесения защитного покрытия в полевых условиях.

При гидролизе полученного материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений.

Полученные полимерные композиции могут быть использованы:

1. В сельском хозяйстве для получения мульчирующих пленок при защите семян от заморозков и бактерий.
2. Для наполненных композиций - при изготовлении горшочков для рассады, при формировании трубок сезонного использования в подпочвенном орошении (в мелиорации) с целью экономии расхода воды (на багарных почвах, горных склонах).
3. Для изготовления пленок в виде полотна для бытовых целей (мусорные мешки)

При гидролизе полученного материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений.

Вывод.

Таким образом, разработанная технология получения деградирующих пленок и композиционных материалов с регулируемой во времени растворимостью позволяет получать саморазрушающиеся в почве материалы, что способствует решению проблемы экономии расхода воды (пример водосберегающих технологий) и улучшению экологического состояния окружающей среды.

Литература

1. Amulya K. Saxena A. K., Benvenuto M., Marler J., Joseph P. Vacanti J. P. Skeletal Muscle Tissue Engineering Using Isolated Myoblasts on Synthetic Biodegradable Polymers: Preliminary Studies. // Tissue Engineering 1999. V. 5. №6. P.525 – 531.

2. Hodges G. M., Livingston D. C., Franks L. M. The localization of trypsin in cultured mammalian cells. \ J.Cell Sci. 1973. V.12. P.887-902.

3. Котлик С.И., Духовный В.А., Махмудов Ш.М., Вилькова С.Н., Курочкина Г.Н., Холтаева М.Х., Рахимов У. Полимерная композиция. Авт.св. СССР. № 1634683. Бюл. изобр. 1991. № 10.

Биряльцев Е.В.¹, Беляев С.Н.², Игнатова Н.М.³, Суншалиева А.Э.⁴, Тинакина Л.В.⁵

¹Кандидат физико-математических наук, сотрудник ЗАО «Октопус»; ²Начальник геологического отдела ЗАО «Октопус»;

³Студентка Астраханского государственного университета - сотрудница ЗАО «Октопус»; ⁴сотрудница ЗАО «Октопус»;

⁵сотрудница ЗАО «Октопус»

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО РАДИОНУКЛИДА НА СКВАЖИНАХ АСТРАХАНСКОГО ГКМ

Аннотация

Учитывая особенности скважин АГКМ, обусловленные сложностью геолого-технических условий, а также уникальным составом добываемой пластовой смеси (сероводорода 28 % и диоксида углерода 20 %), необходим эффективный мониторинг герметичности конструкции скважин и заколонного пространства. Традиционные способы исследования скважин обладают небольшим радиусом действия и оказываются, в большинстве своем, низкочувствительны к слабоинтенсивной заколонной флюидации, поэтому в процессе мониторинга применяются радиоактивные индикаторы.

Проведен анализ эффективности радионуклида Цезия-137, определяющий месторасположения источников МКД. Даны рекомендации по дальнейшему его использованию.

Ключевые слова: радиоактивный индикатор, Цезий-137, межколонное пространство, радионуклид, протяженные метки, гамма-каротаж.

¹Biryaltsev E.V., ²Belyaev S.N., ³Ignatova N.M., ⁴Sunshalieva A.E., ⁵Tinakina L.V.

PhD in Physics and mathematics, employee of company "Octopus"¹; Head of the Geology Department of company "Octopus"²;

student of Astrakhan State University³; employee of company "Octopus"⁴; employee of company "Octopus"⁵

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF THE RADIONUCLIDE USED IN THE WELLS OF THE ASTRAKHAN GAS CONDENSATE FIELD

Abstract

The article considers analysis of the effectiveness of the radionuclide cesium-137, which determines the location of the sources of the intercolumned pressure. There are recommendations for its further use.

Keywords: radiotracer, Cesium-137, intercolumned space, radionuclide extended label, gamma ray.

Для обеспечения контроля за герметичностью обсадных колонн, межколонных и заколонных пространств на Астраханском ГКМ применен метод радиоактивных индикаторов (РАИ). Установка РАИ проводится с 1993г и по настоящее время, за это время РАИ были установлены в 46 скважинах. Для решения промыслово-геологических задач используются гамма-каротажные РК (ГК) исследования, определяющие места расположения РАИ по стволу скважины и околоствольной зоне, а также дальнейшие изменения, происходящие с ними (см. рис.1).

Радиоактивные индикаторы (РАИ) находятся в латунных капсулах, помещенных в цилиндрический контейнер, который устанавливается на центраторах обсадных колонн с таким расчетом, чтобы располагаться над проявляющимися пластами (см. рис. 2).

Контейнер имеет перфорированную боковую поверхность. На дне корпуса и крышки капсулы имеются отверстия. Внутри контейнера, также помещается навеска кристаллического каустика. Дно капсулы изготовлено из алюминия высокой чистоты, в крышке капсулы установлен обратный клапан шарикового типа. Контейнеры капсулы устанавливаются на центраторе и закрепляются металлической скобой.

После спуска колонны и ее цементирования, под воздействием температуры и химических составляющих окружающей жидкости, контейнеры разрушаются и раствор изотопа попадает в межколонное пространство. При движении флюида происходит перенос радиоактивной жидкости, что фиксируется при записи гамма-каротажа.

При этом к РАИ предъявлялись следующие требования, как:

- индикатор должен меньше адсорбироваться на поверхности цементного камня, должен иметь период полураспада, позволяющий регистрировать гамма-аномалии через 10-15 лет после его введения;

- радионуклид должен хорошо растворяться в воде.

Исходя из этих требований, в качестве РАИ был выбран хлорид щелочной группы металлов - Цезий-137 (Cs-137).

Хлориды щелочной группы металлов входят в состав пластовой воды и жидкости затвердения цементного раствора.

Ядерно-физические характеристики радионуклида Цезий-137 представлены в таблице 1

Таблица 1 - Ядерно-физические характеристики радионуклида Цезий-137

Период полураспада, лет	30.174
Энергия гамма-квантов, МэВ	0.661
Гамма-постоянная, Р*см ² /ч*мКн	3.192
Группа радиационной опасности	Б
Предел годового поступления, Бк/год	4.8*10 ⁹
Растворимость в воде	хорошая

Пусковая активность используемого на АГКМ радионуклида (Цезий-137) для одной капсулы составляет 0.169 мКн.

Способ определения межколонных и межпластовых перетоков с помощью радиоактивных индикаторов (РАИ) признан изобретением и включен в «Технологический регламент крепления эксплуатационных скважин на Астраханском ГКМ» 2004г.

В скважинах, где РАИ не прослеживаются, γ -активность снизилась, по сравнению с первоначальными показаниями РК (ГК) в колонне, проведенном сразу же, после спуска эксплуатационной колонны и сопоставима с радиоактивностью пород, напротив которых они установлены. В скважинах, где РАИ сохраняются, γ -активность или сохраняется на прежнем уровне (РАИ установлены 2010 – 2013 гг.), или снижается за счет естественного распада радионуклида. Практически во всех скважинах, где РАИ сохранились, в интервалах, ниже и выше их установки отмечается увеличение радиоактивности пород, связанное с размывом РАИ во время цементации. Проводя анализ сводной интерпретации (см. таблицу 2), мы отмечаем, что только в двух скважинах геофизические исследования подтверждают «сохранность» РАИ на протяжении 9 и 13 лет. В среднем регистрация приборами РК (ГК) радиоактивного вещества (РВ) составляет 6 – 8 лет. Повышение количества РВ, для увеличения срока регистрации РАИ будет угрожать экологической безопасности эксплуатации месторождения.

Анализируя процессы, протекающие после установки радиоактивных изотопов, можно отметить, что:

1. РАИ устанавливается с 1993 г. В период с 1993 г. по 2001 г. установлены на 13-и скважинах, с 2001 г. по 2006 г. на 6-и скважинах, с 2006 г. по 2011 г. – на 20-и скважинах и с 2011 г. по 2013 г. – на 7-и скважинах.

2. Не все установленные радионуклиды прослеживаются на временных замерах РК (ГК).

Таблица 2

Кол- во скважин	Радионуклиды не прослеживаются после установки через.....								
	0 лет	1 год	2	3	4	6 лет	8 лет	9 и	Всег
	5	2	года	года	года	1	2	более	о
	5	2	2	1	2	1	2	2	17

В остальных 22-х скважинах, кроме семи скважин, на которых установлены РАИ в 2010 – 2013 гг. произошло снижение радиоактивности в 2 – 5 раз.

- Особенно быстрое снижение радиоактивности РАИ до естественной радиоактивности окружающих пород наблюдается в сакмаро-артинских (P_{1s-arg}) и филипповских отложениях ($P_{1k fl}$). Эти отложения отличаются повышенным содержанием радиоактивных изотопов, относительно пород других стратиграфических подразделений.
- Существуют две скважины, на которых с 2005г. был установлен РАИ. При проведении временных геофизических исследований было зарегистрировано увеличение γ -активности радиоактивного вещества (РВ) выше пусковой. Природа этого явления не выяснена.
- В интервале установки РАИ отмечается, как правило, максимальное значение γ -активности и постепенное уменьшение ее в интервале протяженностью 2 – 3 м над установкой радионуклида до уровня показаний в открытом стволе скважины, что связано с размывом РАИ при цементации.
- В 2-х скважинах при спуске и цементации колонн произошел разрыв капсул с РАИ, с продвижением его по затрубному пространству и дальнейшей фиксацией на глубинах отличных от глубин установки (см. рис. 3).
- Наблюдается размыв РАИ протяженностью 15 – 20 м на временных замерах РК (ГК), связанный с продвижением флюида по МКП 7(6)×9 в 7-и скважинах, по МКП 9×12 в одной скважине. При этом давление было в МКП 6×9 в 16-и скважинах, 9×12 в 8-и скважинах.
- В одной скважине размыв РАИ наблюдался с 1998 г., а МКД 9×12 появилось только в 2007 г. (источник – возможно рапонасыщенный пропласток $P_{1k ir}$).
- В 4-х скважинах размыва РАИ не наблюдается, происходит снижение радиоактивности, вследствие естественного распада. В тоже время присутствует МКД в МКП 7(6)×9 и 9×12.
- Устанавливаемые на центраторах капсулы с РАИ являются стационарными точечными метками на основе изотопа Cs-137.

Выводы и рекомендации

- Проведенный анализ установленных РАИ в 46 скважинах на Астраханском ГКМ указывает на необходимость применения не только радиоактивного изотопа Цезия-137 на месторождении, но возможно предложение другого радиоактивного изотопа, так как мы наблюдаем малый срок регистрации приборами РК (ГК) Цезия-137 (6 – 8 лет).
- В настоящее время на скважинах АГКМ устанавливаются в заколонном пространстве стационарные точечные метки на основе изотопа Cs-137.

Основным недостатком точечных меток является то, что они охватывают очень ограниченный объем заколонного пространства, поэтому в случае возникновения заколонного перетока вероятность воздействия на них возникшим потоком пластовых флюидов сокращается. Данное обстоятельство требует увеличения количества капсул в интервале установки РАИ, что приведет к экологическому ухудшению объекта мониторинга, и к технологическому осложнению. Поэтому эффективнее устанавливать метки, которые заполняют полностью заколонное пространство, мощностью 50 – 100 м (протяженные).

- Протяженные метки можно получить, если в тампонажный раствор на устье вводить расчетное количество радиоактивных изотопов.
- Не всегда наличие размыва РАИ поступающим флюидом подтверждается появлением давлений в МКП. Флюид может поступить к устью через несколько лет или не поступить совсем.
- При отсутствии размыва РАИ и наличии МКД, источником его являются вышерасположенные пласты-коллекторы, поэтому необходимо установка дополнительных РАИ.

Рекомендуемые интервалы установки РАИ:

- в МКП, в районе башмаков колонн с целью определения интервала расположения источника МКД ниже или выше башмака;
- в МКП и заколонном пространстве, в кровле вероятного источника МКД (кепрок, ангидритовые пачки, рапоносные линзы $P_{1k ir}$, меловые (K_2, K_1), юрские (J_3, J_2), неогеновые отложения N_2a);
- интервалы установок РАИ за различными колоннами не должны совпадать, минимальное расстояние между индикаторами должно составлять не менее 100 м.

(См. рис. 5).

- Опыт применения Cs-137 на АГКМ показывает, что его период полураспада (6 – 8 лет) недостаточен для длительного мониторинга при установке протяженной метки. Использование указанного изотопа для удаленного мониторинга имеет тот недостаток, что для подобного типа индикаторов наблюдается отставание его от движущегося заколонного потока. Указанного выше недостатка можно избежать, если использовать для длительного мониторинга заколонного (околоствольного), межколонного и внутрискважинного пространства другие РАИ.
- Новые радионуклиды, выбранные к применению в целях мониторинга, должны отвечать следующим требованиям:
 - иметь период полураспада, обеспечивающий надежный, длительный мониторинг скважин до 50 лет в условиях АГКМ;
 - иметь при распаде гамма-кванты с энергией более 0,5 Мэв;
 - обладать растворимостью или подвижностью в газообразных и жидких углеводородах;
 - быть инертным веществом, либо иметь водорастворимые соединения, то есть слабо адсорбироваться на твердой поверхности (в целях обнаружения заколонных перетоков и для удаленного мониторинга);
 - быть экономически доступным и экологически безопасным.

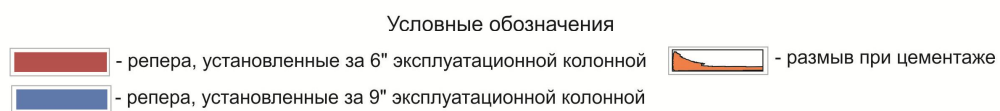
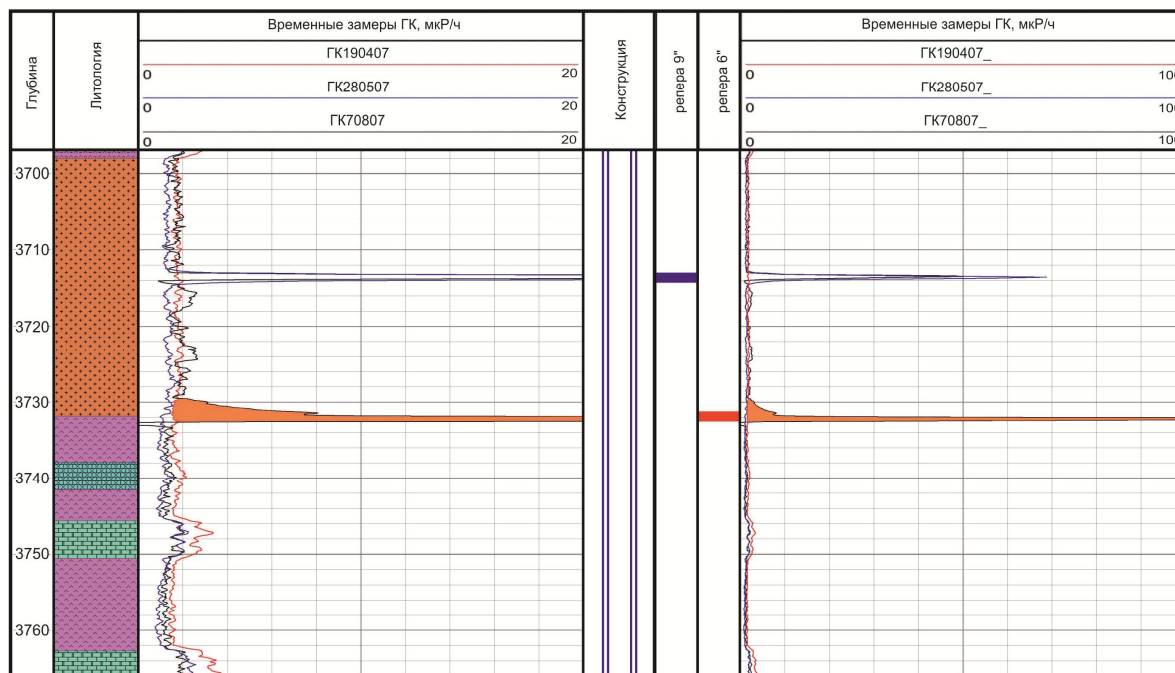


Рис. 1. Пример интерпретации радиоактивных методов с разрывом при цементатже

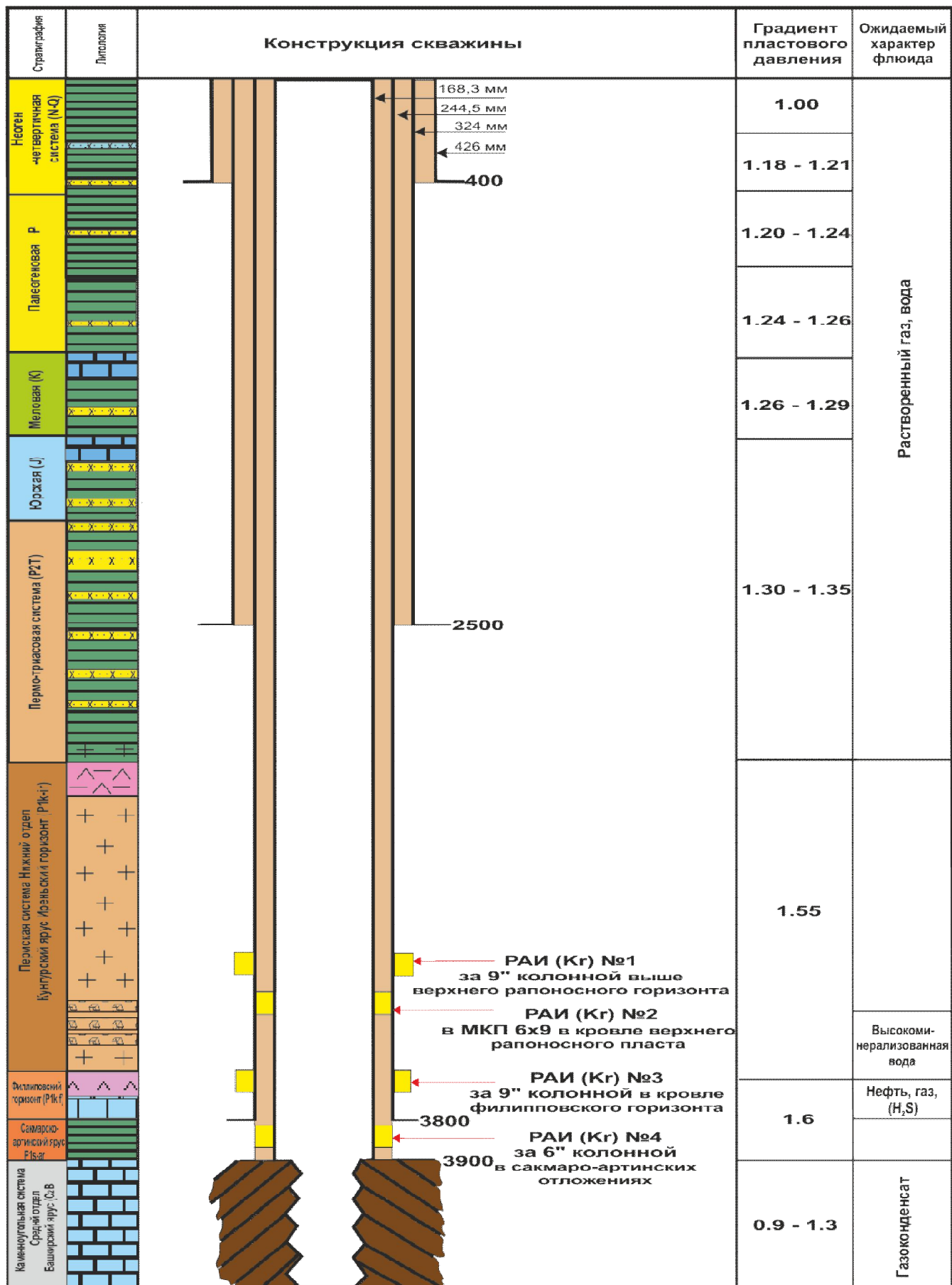
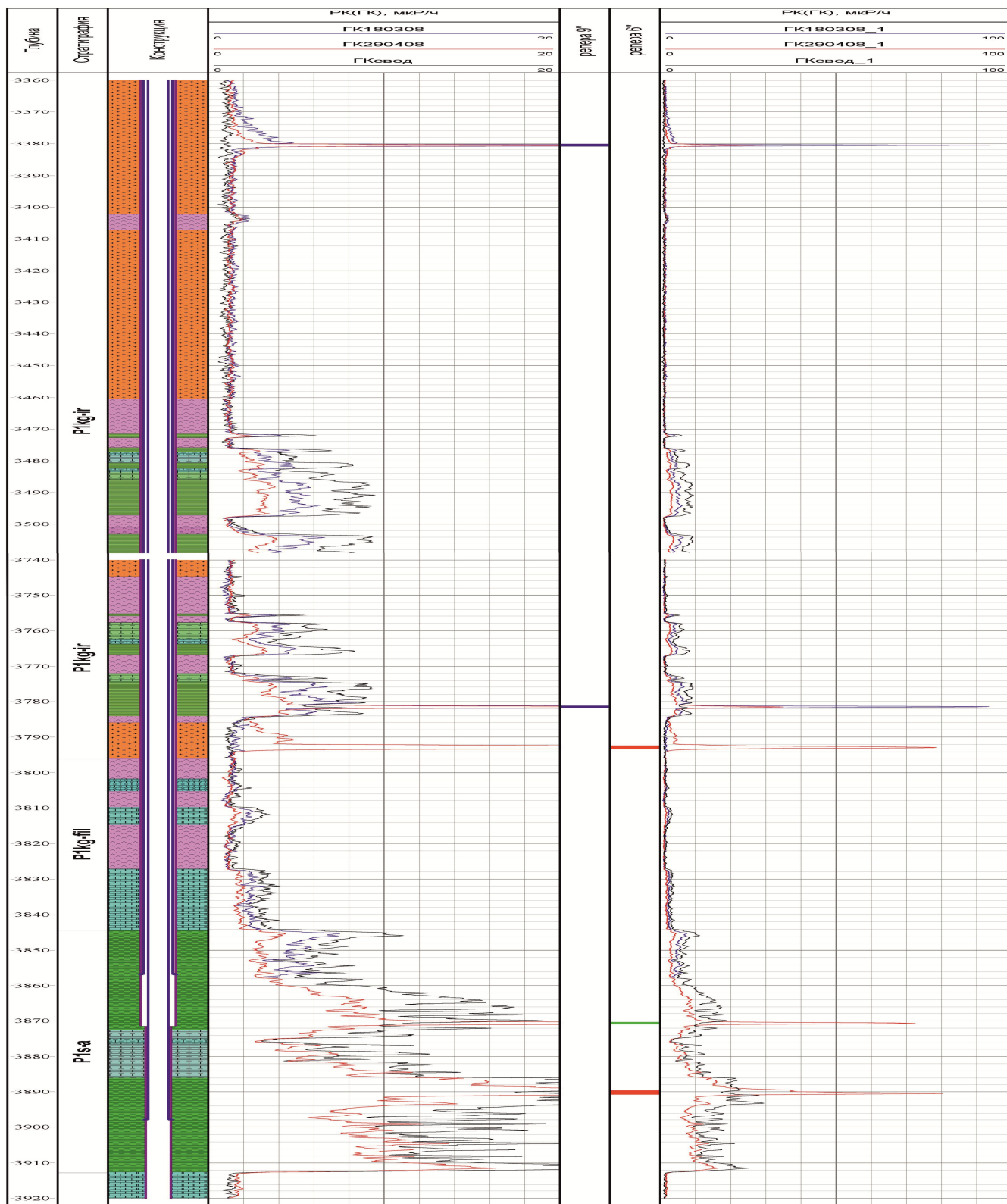


Рис. 2. Схема фактической установки РАИ



Условные обозначения:

- | | |
|---|---|
| репера, установленные за 6" эксплуатационной колонной | отрыв РВ при спуске/ цементаже |
| репера, установленные за 9" технической колонной | планируемые интервалы установки РАИ |

Рис. 3. Пример интерпретации радиоактивных методов с разрывом капсул РАИ

Схема установки РАИ в скважинах АГКМ

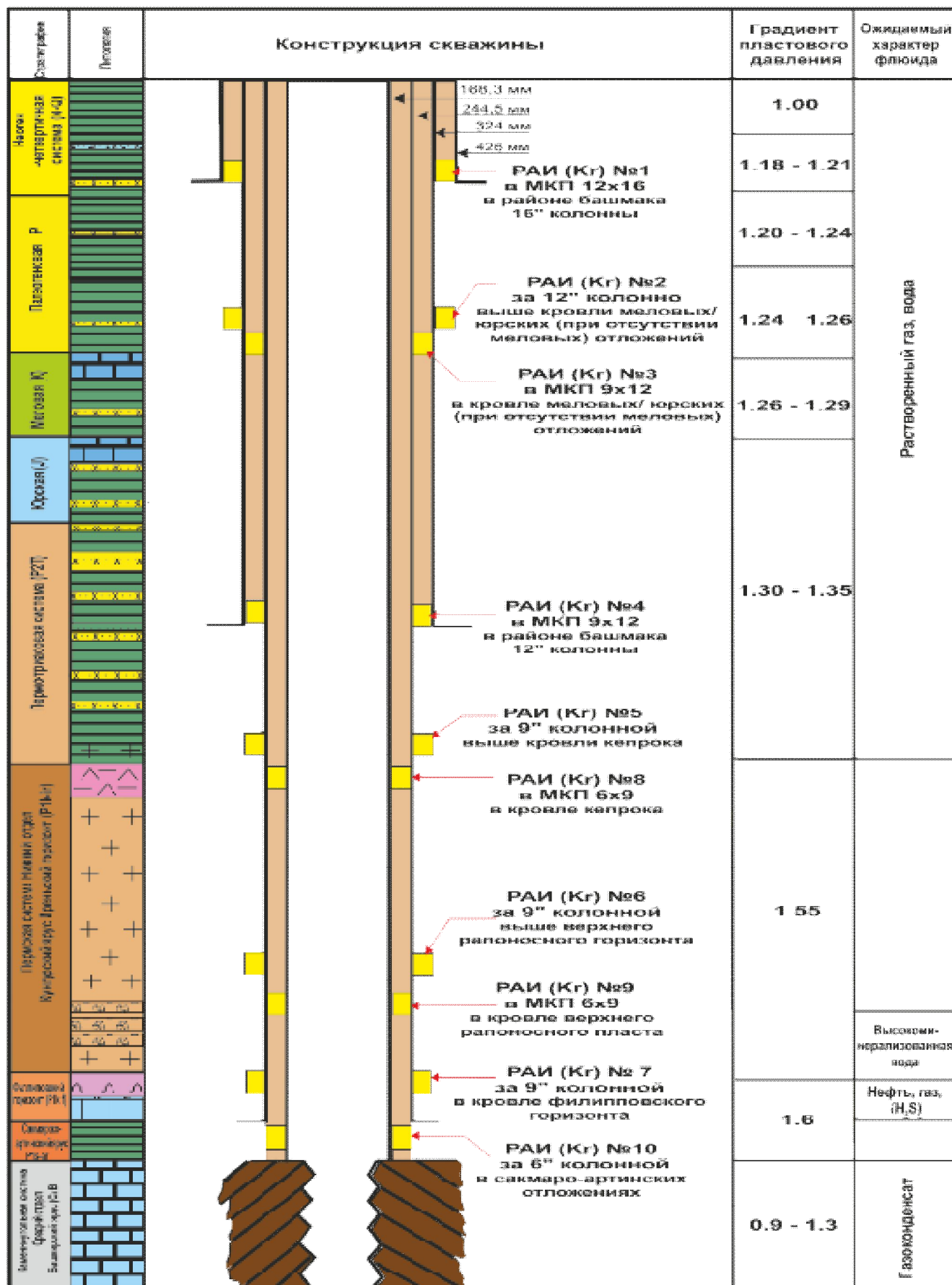
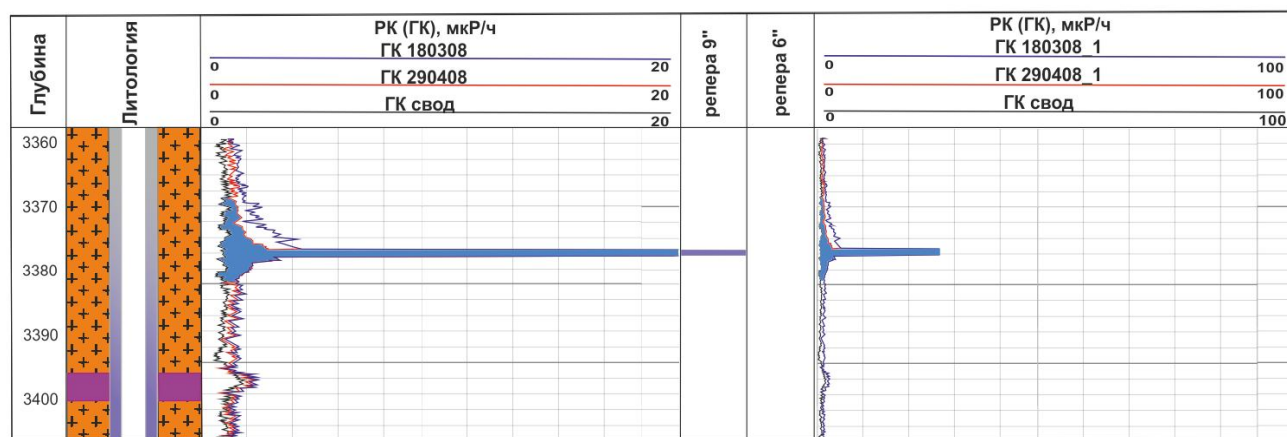


Рис. 4 Рекомендуемая схема установки РАИ



Условные обозначения:



- разрыв РАИ поступающим флюидом в МКП

Рис. 5 Пример интерпретации радиоактивных методов с разрывом РАИ поступающим флюидом в МКП

Литература

1. Соколовский Э. В., Зайцев В. М., Применение изотопов в нефтяных промыслах, М., 1971.
2. Химия изотопов. М., Бродский А.И. Изд-во АН СССР, 1957.
3. Геохимия стабильных изотопов углерода. Галимов Э.М. М., "Недра", 1968.
4. Новиков Г.Ф., Капков Ю.Н. Радиоактивные методы разведки.-Л.:ЛГИ, 1984. 110с.
5. М.С. Макаров. Применение индикаторного метода по радону при цементировании скважин. ВНИИОЭНГ, НТС, сер. Нефтегазовая геология, геофизика и бурение, вып. 5, 1985.
6. Практическое руководство по применению индикаторного метода для долготейшей оценки герметичности затрубного пространства, РД – 05 – 10 – 03, Волгоград, 2003, ООО «Лукойл - Нижневожжскнефть», ООО «Лукойл - ВолгоградНИПИморнефть».
7. Патент РФ 2054537. Способ определения качества цементирования скважин /Горбунов А.Н., Гуринов Д.Н., Камалов О.Р., Рылов Е.Н., Казьмин А.В./.
8. Патент РФ 2171888. Способ мониторинга герметичности затрубного пространства /Белоусов Г.А., Авдеев А.И., Киляков В.Н. и др.
9. Application of radiotracer techniques for interwell studies. - Vienna: International Atomic Energy Agency, 2012.
10. Radioactive Tracer Survey (RTS or RATS), Bob Allen, Allen Machine, www.allenwl.com.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Замана С.П.¹, Кондратьева Т.Д.²

¹Доктор биологических наук, профессор, Государственный университет по землеустройству; ²ООО «Живые бактерии»

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АГРОАКТИВ НА СИСТЕМУ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация

Приведены результаты исследований по применению биопрепарата Агроактив - уникальной совместной разработки ученых Бельгии и России. В условиях выпадения кислотных дождей при выращивании тыквы на сильно деградированном черноземе Агроактив оптимизировал состояние почвенно-биотического комплекса - повысились показатели ферментативной активности почвы, усилилась аккумуляция эссенциальных химических элементов и снизилась - токсичных элементов плодами тыквы, что позволяет считать применение биопрепарата Агроактив перспективным.

Ключевые слова: биопрепарат, химические элементы, ферментативная активность, кислотные дожди.

Zamana S.P.¹, Kondratjeva T.D.²

¹Doctor of Biology, Professor, State University of Land Use Planning; ²Live Bacteria Ltd

THE IMPACT OF AGROACTIVE BIOTECHNOLOGICAL PRODUCT ON THE SOIL - PLANT SYSTEM IN THE ENVIRONMENT UNFAVORABLE CONDITIONS

Abstract

The study explores the results of Agroactive biotechnological product application, unique joint development of Belgian and Russian scientists. In the conditions of acid rain Agroactive product has substantially improved the soil-biotic complex when growing pumpkin on heavily degraded chernozem soil: the performance indicators of soil enzymatic activity have enhanced, accumulation of essential chemical elements has also increased while toxic elements accumulation in pumpkin fruit has decreased. All these factors allow us to consider the perspective application of Agroactive bioproduct.

Keywords: bioproduct, chemical elements, enzymatic activity, acid rains.

Расширение ассортимента биопрепаратов и применение их для получения экологически чистой продукции с высокой пищевой ценностью, в частности, с высоким содержанием эссенциальных микроэлементов и витаминов, остается актуальной задачей биологической науки и производственного опыта.

Почвенные микроорганизмы являются обязательным компонентом любой агроэкосистемы, они обладают мощным ферментативным аппаратом, выполняют многообразные функции в круговороте веществ, обеспечивая постоянное функционирование. Чтобы создать оптимальные почвенные условия для жизни растений, необходимо изучить, в первую очередь, реакцию растений на те или иные меры воздействия на почву, изучить функционирование системы почва - растения.

Несмотря на важное значение проблемы и большое количество литературы, посвященной описанию свойств, состава и функционирования микробных сообществ почв, микробиологические аспекты плодородия в России до настоящего времени изучены слабо. В то же время задача регулирования доступности питательных элементов из почвы в растения с помощью биопрепаратов и бактериальных удобрений в практике мирового земледелия успешно решается. Многие зарубежные ученые [1-2] отмечают, что применение непатогенных почвенных бактерий, живущих на корнях растений, является очень перспективным направлением. Бактерии, относящиеся к роду *Bacillus*, и особенно штаммы *Bac. subtilis*, эффективны для биологической борьбы со многими болезнями растений, вызываемыми почвенными патогенами [3-6].

К биопрепаратам, характеризующимся потенциально высокой ростостимулирующей активностью, относится препарат *Агроактив*. Он является уникальной совместной разработкой ученых Бельгии и России, предназначен для активации почвенной микрофлоры и управления защитными реакциями растений. Препарат *Агроактив* разработан согласно ТУ 9819-002-42298338-09.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния биопрепарата *Агроактив* на аккумуляцию химических элементов растениями и на ферментативную активность почв в условиях выпадения кислотных дождей.

Материалы и методы

Характеристика биопрепарата *Агроактив*. В состав *Агроактива* входят бактерии, гуминовые вещества и их производные, аминокислоты, витамины, минеральные соли и другие вещества. Препарат содержит 15 видов уникальных почвенных микроорганизмов, живущих в плодородной почве - черноземе типичном, в том числе спорообразующие бактерии *Bac. subtilis*. *Агроактив* представляет собой порошок, вносимый в почву в виде питательного раствора. Перед использованием биопрепарат предварительно растворяют в теплой (температура +20⁰ - +30⁰С) не хлорированной воде, а затем дают постоять в теплом и темном помещении в течение суток. Первыми из составляющих компонентов биопрепарата начинают действовать энзимы, разрушающие клетчатку, вследствие чего органические компоненты становятся доступными аборигенной микрофлоре. Затем вступают в симбиотические отношения с корешками растений азотфиксаторы. В период роста растений бактерии препарата образуют с аборигенной микрофлорой ассоциации и вступают в симбиоз с корешками растений. Регулярное использование *Агроактива* существенно снижает развитие корневых гнилей и фитопатогенов любых типов, усиливая тем самым иммунитет растений, соответственно, повышая стойкость растений к неблагоприятным факторам среды.

Место проведения опыта. Опыт по влиянию *Агроактива* на систему почва - растения проводился нами на типичном малогумусном и сильно деградированном черноземе Черкасской области (Украина) при выращивании тыквы в условиях выпадения кислотных дождей. Опытный участок был расположен в 5 км от завода «Азот» (г. Черкассы). Выбросы этого завода, содержащие оксиды азота (которые при взаимодействии с атмосферной влагой образуют азотную кислоту), способствуют выпадению кислотных дождей (рН менее 5,0). Поступая в почву, кислые осадки увеличивают подвижность и вымывание химических элементов из ее верхних горизонтов, снижают активность редуцентов, азотфиксаторов и других организмов почвенной среды. При рН, равном 5 и ниже, в почвах резко возрастает растворимость минералов, из них высвобождается алюминий, который в свободной форме ядовит. Он повреждает молодые корни растений и создает очаги для проникновения в них инфекции.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка. По результатам проведенного перед закладкой опыта агрохимического анализа типичный малогумусный и сильно деградированный чернозем опытного участка имел слабокислую реакцию среды (рН 5,4), низкое содержание гумуса (3,2%) и обменного калия (47 мг/кг), среднее содержание подвижного фосфора (90 мг/кг).

Выращиваемые в опыте растения. Для опыта использовали бахчевую культуру – тыкву сорта «Народная». Это однолетнее растение семейства тыквенных, характеризующееся мощной корневой системой (длина стержневого корня до 2 м, боковых корней 1-го порядка – до 2-5 м), поэтому из-за хорошо развитой корневой системы была выбрана данная культура.

Методика проведения опыта. Опыт предусматривал два варианта: 1) контроль, 2) *Агроактив*. Делянки имели размер 100 м², повторность четырехкратная. Биопрепарат вносили при посеве культур, а затем 3 раза в течение вегетации (из расчета 1 г препарата на 1 растение, предварительно растворяя в 100 мл воды и настаивая 20 часов). В конце вегетации отбирали образцы почвы для определения ферментативной активности, а также плоды тыквы для определения химического элементного состава и витамина С.

Методы анализа. Ферментативную активность почвы определяли следующими методами: каталазу – газометрическим методом; инвертазу – по методу Бертрана, дегидрогеназу – методом восстановления индикаторов с низким редокспотенциалом [7]. Химический элементный состав плодов тыквы определяли с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США) и с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на приборе Elan 9000 (Perkin Elmer, США). Статистическую обработку полученных данных осуществляли стандартными методами.

Результаты и обсуждение

Ферментативная активность почвы является индикаторным показателем экологического состояния системы почва-растение. Ферменты – это биологические катализаторы белковой природы, образуемые живыми организмами и характеризующиеся лабильностью и специфичностью действия. По результатам наших исследований в малогумусном сильно деградированном черноземе активность каталазы (О₂ см³/г/мин) в контрольном варианте составляла 1,1, в варианте с *Агроактив* – 1,9; активность дегидрогеназы (мг ТФФ на 10 г за 24 ч.) в контрольном варианте - 2,4, в варианте с *Агроактив* – 3,0; активность инвертазы (мг глюкозы на 1 г за 24 ч.) в контрольном варианте - 3,5, в варианте с *Агроактив* – 4,0. Исследуемый чернозем можно отнести по показателям активности каталазы к очень бедным и бедным, по показателям активности дегидрогеназы – к бедным, по показателям активности инвертазы – к очень бедным. Биопрепарат *Агроактив* оптимизировал агроэкологическое состояние почвенно-биотического комплекса, что привело к повышению показателей биологической активности почвы в опытном варианте на 73% по каталазае, на 25% по дегидрогеназе и на 14% по инвертазе относительно контроля.

Химический элементный состав плодов тыквы. В высушенных плодах тыквы определяли содержание 25 химических элементов. Полученные результаты оценивали с позиций отношения изучаемых элементов к живым организмам. Согласно классификации А. Ленинджера [8], к необходимым неорганическим макроэлементам относятся калий, кальций, фосфор, натрий, магний и др. Установлено, что в плодах тыквы, выращенной с применением *Агроактива*, содержание калия в 1,4 раза, кальция в 2,1 раза, натрия в 1,3 раза, магния в 1,5 раз было выше, чем в плодах контрольного варианта; содержание фосфора, наоборот, в 1,5 раза было выше в тыкве контрольного варианта (табл. 1).

Согласно А.П. Авцыну с соавторами [9], к важнейшим эссенциальным (жизненно-важным) микроэлементам относятся железо, цинк, марганец, медь, селен, хром, йод, кобальт, а к условно эссенциальным – бор, литий, никель, кремний и ванадий. Как видно из таблицы 2, под воздействием вносимого биопрепарата в плодах тыквы

Таблица 1. Уровни содержания макроэлементов в плодах тыквы (мг/кг)

Элементы	Варианты опыта	
	Контроль, $X \pm x$	Агроактив, $X \pm x$
K	29489 \pm 1452	41786 \pm 1748
Ca	4429 \pm 186	9505 \pm 334
P	1958 \pm 103	1318 \pm 232
Na	240 \pm 10	306 \pm 13
Mg	990 \pm 38	1445 \pm 60

Таблица 2. Уровни содержания эссенциальных микроэлементов в плодах тыквы (мг/кг)

Элементы	Варианты опыта		Естественный уровень в овощах [10]
	Контроль, $X \pm x$	Агроактив, $X \pm x$	
Fe	17,84 \pm 1,45	21,24 \pm 1,61	7,0
Zn	7,66 \pm 0,32	8,55 \pm 0,32	4,0
Mn	4,94 \pm 0,20	5,05 \pm 0,20	
Cu	2,87 \pm 0,07	3,20 \pm 0,15	1,1
Se	0,34 \pm 0,02	0,63 \pm 0,02	0,1
Cr	0,19 \pm 0,01	0,77 \pm 0,03	0,04
J	0,09 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	0,1
Co	0,16 \pm 0,01	0,16 \pm 0,01	
B	18,56 \pm 0,63	27,41 \pm 1,06	
Li	0,03 \pm 0	0,06 \pm 0	
Ni	1,76 \pm 0,10	1,64 \pm 0,06	0,1
Si	339 \pm 21	313 \pm 18	
V	0,03 \pm 0	0,05 \pm 0	

увеличивалось также накопление многих жизненно-важных микроэлементов: железа и лития – в 2 раза, меди и цинка – в 1,1 раза, селена – в 1,9 раза, йода – в 1,4 раза, хрома – в 4,1 раза, бора – в 1,5 раза, ванадия – в 1,7 раза. По накоплению кобальта, марганца, никеля и кремния опытный вариант практически не отличался от контрольного. По сравнению с естественными уровнями содержания эссенциальных микроэлементов в овощах [10], нами обнаружено более высокое содержание в плодах тыквы железа, цинка, меди, никеля и, особенно, селена и хрома. Так, при естественном уровне содержания селена в овощах, равном 0,1 мг/кг, в тыкве варианта с Агроактив его содержание составляло 0,63 мг/кг, в контрольном – 0,34 мг/кг; при естественном уровне содержания хрома в овощах, равном 0,04 мг/кг, в варианте с Агроактив его содержание – 0,77 мг/кг, в контрольном варианте – 0,19 мг/кг. По-видимому, тыква является тем растением, которое концентрирует хром и селен. Естественные уровни содержания в овощах марганца, кобальта, бора, лития, кремния и ванадия в работе Л.Ф. Щелкунова с соавторами [10] не указаны, однако из других литературных источников [11] известно, что в разных растениях уровни содержания марганца варьируют от 1,3 до 113 мг/кг, кобальта – от 0,03 до 0,57 мг/кг, бора – от 0,1 до 38 мг/кг, лития – от 0,1 до 200 мг/кг, кремния – от 50 до 28000 мг/кг; средняя концентрация ванадия в высших растениях составляет 1,0 мг/кг. В тыкве содержание вышеперечисленных элементов находилось в указанных диапазонах концентраций.

Особое внимание при оценке элементного состава продуктов питания должно быть уделено уровням содержания в них токсичных элементов. Согласно докладом ЮНЕП/ФАО/ВОЗ, свинец, кадмий, ртуть и мышьяк представляют наиболее реальную опасность и значительную угрозу здоровью человека. Кроме перечисленных элементов, к токсичным относятся также олово, стронций, алюминий и некоторые другие. В плодах тыквы уровни содержания свинца (в 1,8 раз), кадмия (в 2,3 раза), ртути (в 2,8 раза) в варианте с биопрепаратом были ниже, чем в контрольном варианте; причем в тыкве обоих вариантов содержание данных элементов значительно меньше предельно допустимых концентраций (табл. 3). Содержание мышьяка и алюминия в обоих вариантах были ниже ПДК.

Следовательно, биопрепарат Агроактив позволяет улучшить макро- и микроэлементный состав выращиваемой продукции, что связано с деятельностью бактерий, которые, помимо перевода трудно доступных форм некоторых эссенциальных элементов в доступные, могут, наоборот, способствовать снижению поступления в растения таких тяжелых металлов, как свинец, кадмий, ртуть.

Таблица 3. Уровни содержания токсичных элементов в плодах тыквы (мг/кг)

Элементы	Варианты опыта		Естественный уровень в овощах [10]	ПДК в овощах [10]
	Контроль, $X \pm x$	Агроактив, $X \pm x$		
Pb	0,09 \pm 0,002	0,05 \pm 0,001	0,2	4,0
Sn	0,02 \pm 0,001	0,04 \pm 0,002	0,1	
As	0,02 \pm 0,001	0,02 \pm 0,001	0,1	5,0
Cd	0,07 \pm 0,003	0,03 \pm 0,001	0,02	0,3
Hg	0,02 \pm 0,002	0,007 \pm 0,0003	0,003	0,1
Sr	11,09 \pm 0,42	22,29 \pm 0,83		
Al	4,68 \pm 0,21	5,30 \pm 0,20	5,0	200

В тыкве (в сыром виде) определяли содержание витамина C; его среднее содержание в образцах контрольного варианта составляло 5,0 мг/100 г, в образцах опытного – 5,3 мг/100 г. Урожай тыквы в варианте с Агроактив (16,4 т/га) был на 76% выше по сравнению с контрольным (9,3 т/га) вариантом.

Таким образом, входящие в состав биопрепарата Агроактив микроорганизмы создают оптимальные условия для жизни более сложных живых систем, избирательно переводя более токсичные элементы в неподвижные формы, а элементы, активно участвующие в наращивании биомассы, – в подвижные.

Литература

- Handelsman, J. Biocontrol of soilborne plant pathogens / J. Handelsman, E. V. Stabb // Plant Cell. - 1996. Vol. 8. – P. 1855-1869.
- Whipps, J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. // J. Exp. Bot. – 2001. Vol. 52. – P. 487-511.
- Asaka, O. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14 / O. Asaka, M. Shoda // Appl. Environ. Microbiol. – 1996. Vol. 62. – P. 4081-4085.

4. Backman, P. A. Bacteria for biological control of plant diseases / P. A. Backman, M. Wilson, J. F. Murphy // Environmentally safe approaches to crop disease control. – 1997. – P. 95-109.
5. Brannen, P. M. Kodiak – a successful biological-control product for suppression of soil-borne plant pathogens of cotton / P. M. Brannen, D. S. Kenney // J. Ind. Biotechnol. – 1997. Vol.19. – P. 169-171.
6. Chen, T. W. Biological control of carrot black rot. / T. W. Chen, W. S. Wu // J. Phytopathol. – 1999. Vol. 147. – P. 99-104.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / МГУ; [под ред. Д.Г. Звягинцева] М.: Изд-во МГУ, 1980. – 224 с.
8. Ленинджер А. Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – Т.1. – 365 с.
9. Авцын А.П. Микроэлементозы человека / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
10. Щелкунов Л.Ф. Пища и экология / Л. Ф. Щелкунов, М. С. Дудкин, В. Н. Корзун. – Одесса: Оптимум, 2000. – 517 с.
11. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2: Атомовиты. – М.: Гелиос АРБ, 2000. – 672 с.

Ляпало А.С.¹, Емтыль М.Х.², Шумейко Д.В.³

¹Аспирант, Кубанский государственный университет, ²К.б.н., доцент, Кубанский государственный университет

³Студент, Кубанский государственный университет

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВОГО И ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА ОСОБЕЙ АЗОВСКОГО ПУЗАНКА ALOSA CASPIA TANAICA В НАЧАЛЕ НЕРЕСТА ИЗ РЕКИ ПРОТОКА

Аннотация

В статье рассмотрены некоторые особенности полового и возрастного состава нерестующей части популяции азовского пузанка, отобранной из реки Протока. Данные представлены за 2012 и 2013 год.

Ключевые слова: нерест, выборка, возрастной состав, половой состав.

Lyapalo A.S.1, Emtyl M.X.2, Shumeyko D.V.

¹Postgraduate student, Kuban State University, ²K. b.s., docent, Kuban State University, ³Student, Kuban State University

SOME OF FEATURES SEXUAL AND AGE STRUCTURE OF INDIVIDUALS AZOV ALOSA CASPIA TANAICA IN THE BEGINNING OF SPAWNING FROM THE RIVER OF PROTOKA.

Abstract

In the article some sexual and age structure spawning parts of population of the Azov Alosa caspia tanaica which selected from the river of Protoka are considered. Data are presented for 2012 and 2013.

Keywords: spawning, sample, age structure, sexual structure.

Азовский пузанок полупроходной вид, нерестящийся в водах бассейна Дона и реки Кубань. В лиманах дельты Кубани появляется в первой половине апреля, разгар хода в конце апреля (Световидов, 1964). В начале идут более крупные особи (Световидов, 1964) По Световидову, в кубанских лиманах половой зрелости достигает в два года, а также встречаются зрелые одно годовалые особи.

В рамках исследования, на участке реки Протока, близ Тиховского гидроузла, в начале нереста, в 2012 и 2013 годах, нами были отобраны две выборки азовского пузанка, 50 и 78 штук соответственно. В результате их обработки выяснились некоторые особенности полового и возрастного состава особей, зашедших на нерест. Первая выборка была представлена тремя возрастными группами: годовиками, двухгодовиками и трёхгодовиками. Среди годовалых особей не было ни одной самки, а среди трёхгодовиков ни одного самца, и лишь две самки. Основное число особей представляют самки двухгодовики – 11 особей, и двухгодовалые и годовалые самцы – 25 и 12 особей соответственно. Соотношение полов в выборке составило 2,8 : 1 в пользу самцов (табл. 1).

Таблица – 1. Возрастной и половой состав выборки 2012 года

Возраст	Кол-во самок, шт.	Кол-во самцов, шт.	Соотношение полов в целом
Годовики	0	12	самцы : самки 2,8:1
Двухгодовики	11	25	
Трёхгодовики	2	0	

Вторая исследованная выборка состояла из четырёх возрастных групп: годовиков, двух-, трёх-, и четырёхгодовалых особей. Основную массу составляли самки двухгодовики – 17 штук, а также годовалые и двухгодовалые самцы – 26 и 27 штук соответственно. Среди годовиков в исследуемой группе, в отличие от первой выборки, присутствовало две самки, а среди трёхгодовиков один самец, а также одна крупная четырёхгодовалая самка. Соотношение полов в начале нереста 2013 года составило 2,3 : 1 (табл. 2).

Таблица – 2. Возрастной и половой состав выборки 2013 года

Возраст	Кол-во самок, шт.	Кол-во самцов, шт.	Соотношение полов в целом
Годовики	2	26	самцы : самки 2,3:1
Двухгодовики	17	27	
Трёхгодовики	4	1	
Четырёхгодовики	1	0	

В двух исследуемых выборках, представленных 128 особями, присутствовало всего две годовалой самки и один трёхгодовалый самец. Такое соотношение говорит прежде всего о разнице в наступлении половой зрелости у особей азовского пузанка. Минимальная длина самок в двух выборках составила 15,6 см, а масса 33 гр. Это говорит о том, что в подавляющем большинстве на нерест, идут крупные самки. Из этого можно предположить, что самки азовского пузанка становятся половозрелыми при длине тела не менее 14 см и массе 25 гр, а следовательно чаще всего в двухгодовалом возрасте, и при меньших линейно-массовых характеристиках вовсе не идут на нерест. Исходя из того, что вид порционно-нерестующий, те самки, которые выклевались в начале нереста в апреле, к следующему году будут крупными годовиками, готовыми к

нерестовому периоду, а самки, выклевавшиеся в конце нереста, не успеют набрать определённые линейно-массовые параметры тела, и, очевидно, не идут на нерест.

В результате исследования выяснилось, что самцы, напротив, становятся половозрелыми уже при длине тела менее 13 см и массе менее 15 гр. Среди всех исследованных самцов, длина самого меньшего составила 12 см, а масса 15 гр. В отличие от самок, в двух выборках, среди трёхгодовиков, найден всего один самец, в то время, как самок было представлено больше. Очевидно, крупные самцы, при длине тела более 18 см и массе более 40 г, редко идут на нерест, и большее их число остаётся в море.

В результате из представленных данных можно сделать вывод, о том, что в отличие от самцов, самки пузанка с небольшой длиной и массой, практически не идут на нерест, и, напротив, крупные самцы в выборках встречаются реже, чем самки. Чаще всего самцы достигают половой зрелости в годовалом возрасте, а самки в двухгодовалом.

Литература

1. Световидов А. Н., Рыбы Чёрного моря, М. – Л., 1964

Позднякова Е.А.¹, Волков А.А.², Кухта А.Е.³

¹Аспирант, ²студент, ³кандидат биологических наук, ¹исполняющая обязанности младшего научного сотрудника, ²инженер, ³заведующей лабораторией, «Институт глобального климата Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России и российской академии наук»

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ЛИНЕЙНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ПОБЕРЕЖЬЯ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА

Аннотация

В статье представлена зависимость линейного прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в сухих, свежих и влажных биотопах на территории Кандалакшского Государственного природного Заповедника и Государственного заказника «полярный круг» Мурманской области от серии климатических факторов. Использовались стандартные дендрохронологические методы. Результаты показали, что для исследуемых древостоев не было выявлено общей зависимости линейного прироста от температуры. Таким образом температурный фактор не может рассматриваться в качестве лимитирующего для данных биотопов. Установлено, что лимитирующим фактором линейного прироста сосны обыкновенной для сухих и влажных биотопов является содержание влаги в почве. Лимитирующий фактор для свежих биотопов не был установлен, потому что это региональный оптимум для *P. sylvestris*.

Ключевые слова: сосновый подлесок, прирост, временной ход прироста, метеорологические факторы.

Pozdnyakova EA¹, Volkov AA², Koukhta AE³

¹ Postgraduate student, ² student, ³ Phd in biology, ¹ Junior researcher, ² engineer, ³ head of laboratory, Institute of Global Climate and Ecology of Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring of Russia and Russian Academy of Sciences

EFFECT OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION ON THE ANNUAL HEIGHT INCREMENT OF SCOTS PINE ON THE KANDALAKSHA GULF COAST

Abstract

The dependence of tree height increment on series of climatic variables during the growing season has been analyzed in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing in dry, mesic, and moist biotopes in the Kandalaksha State Nature Reserve and Polarny Krug (Arctic Circle) Local Nature Reserve, Murmansk oblast. Standard dendrochronological methods were used. The results showed that there was not common response of height increment to temperature across all these biotopes. So the temperature factor was treated as not limiting in this kind of ecosystems. Soil moisture content proved to be the main limiting factor of the tree height increment in dry and moist biotopes. Limiting factors impact in mesic biotopes were not registered because it was a regional optimum for *P. sylvestris*.

Keywords: pine undergrowth, height increment, time course of growth, meteorological factors.

Introduction

The process of plant growth strongly depends climatic factors. In particular, published data provide evidence for a close dependence of shoot and root growth, photosynthesis, and production of trees on temperature and accessible moisture supply [1, 2, 3, 4, 5]. There are numerous dendrochronological investigations and issues concerning hight and radial tree increment response to meteorological factors impact. It is shown that there is a tight connection between time course of growth characteristics and total precipitation [5, 6, 7, 8, 9].

Most dendrochronological works consider mature trees; and the undergrowth aspect is usually not in the focus of interest of dendrologists. Our issue deals with pine undergrowth as far as it is a suitable object to collect a data massive; furthermore it does not require sample trees cutting for tree height and internodes length measuring. Resulting dendrochronological data permit to reconstruct former forest stands life conditions and trees response to climatic impacts.

The main objective of this studied to analyze the dependence of Scots pine undergrowth height increment on temperature and precipitation variability in the current and previous years and to identify climatic factors that are most important for the development of Scots pine undergrowth on Kandalaksha Gulf Coast, the White Sea (Murmansk region).

Murmansk region in the Arctic Atlantic province and has temperate climatic belt. Its marine climate is largely formed under the effect of the warm Murman Current, which accounts for excessive moistening in the region [10]. In phytogeographic (floristic) terms, the coasts and islands of Kandalaksha Gulf lie in the Eurasian taiga zone, in the Kola–Pechora subprovince of the Northern European floristic province, at the junction of the Imandra, Varzuga, and Topozero floristic regions [11]. Northern taiga forests are the main vegetation type in the area [10, 11, 12].

Materials and Methods

The studied area at the vicinities of Gorodetsky Ledge on Veliky Island (the Kandalaksha State Nature Reserve) in September 2000 and at the vicinities of the White Sea Biological Station, Moscow State University (WSBS), on Cape Kindo (the Polarny Krug Local Nature Reserve) in September 2007 (Fig. 1). Measurements of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) undergrowth height increments used procedure of our previous issues [13, 14] in moist, mesic and dry biotops of Cape Kindo and in mesic and dry biotops of Veliky Island (as far as there are not wetlands within our sample site on the island). The sampling was fulfilled in different years, the received two data bases were quite compatible: tree chronologies conjugacy was a usual dendrochronological method in reconstructing the climatic conditions of the past [6, 9].

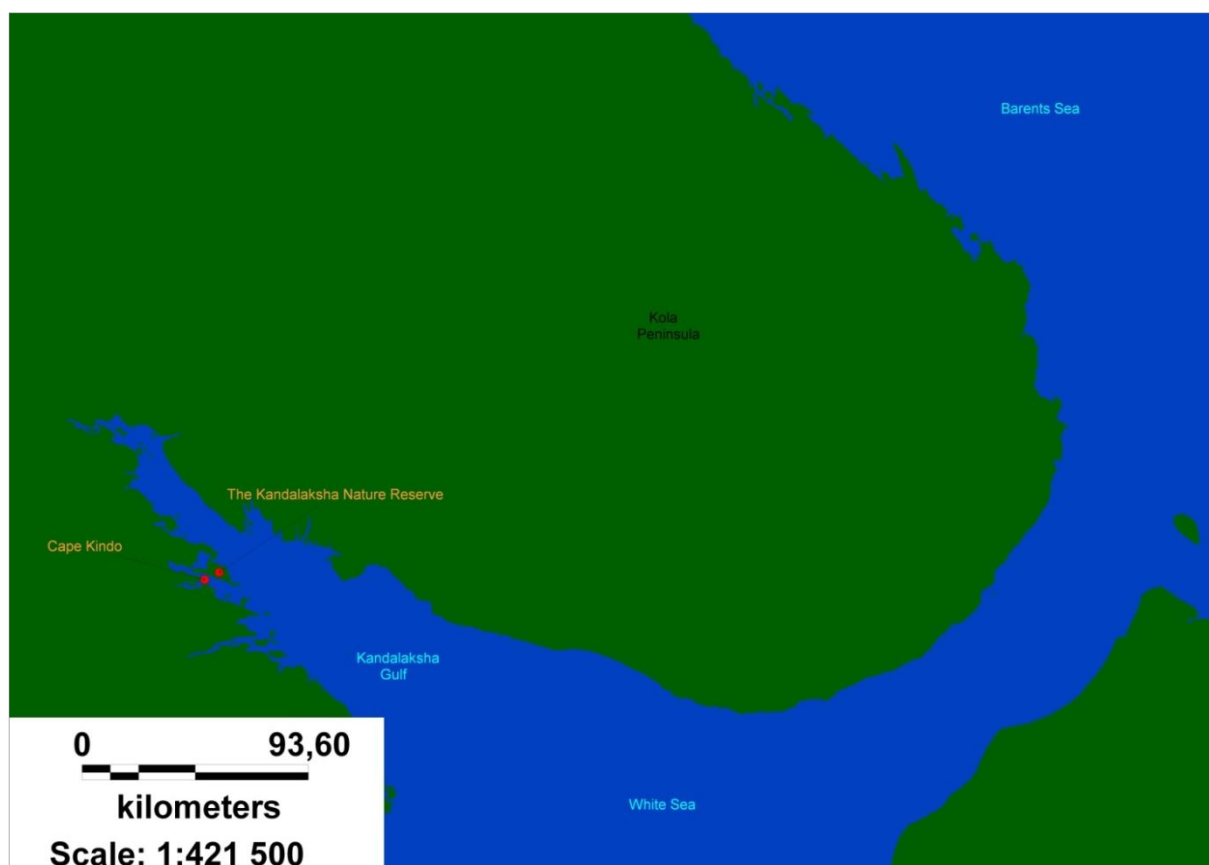


Fig. 1. Schematic map of the study region, including Veliky Island (the Kandalaksha State Nature Reserve) and Cape Kindo (Polarny Krug (Arctic Circle) Local Nature Reserve).

The pine undergrowth was the investigation object. The object trees were not older than 7 years and not above 2.5 m. All stem internodes on each sample tree were measured beginning from the apical one. The values were in millimeters. The tree height was measured too. The trees were chosen on sample plots (the plot diameter did not exceed 50 m) with the same growth conditions and sustainable pine reproduction. The route survey method was used to establish sample plots. In total 45 sample plots (225 trees, 5 trees on each plot) were chosen in moist, mesic and dry biotopes.

A procedure of annual absolute increment values divided in 5 year moving average was used to obtain increment indices ranges. As a result of this procedure we received each tree individual chronologies. Then individual ranges were averaged by plots; so the undergrowth stand generalized characteristics for different biotops were obtained.

The statistic analysis was used the Openoffice Calc. The relationships between increment ranges and meteorological variables were assessed by means of correlation analysis to estimate the degree of dependence of interannual fluctuations in tree height increment on climatic factors. The Pearson correlation coefficient was calculated; the confidence level was identified according to the manual [15].

Height increment responses to climatic factors were evaluated from the degree of variability in the time course of growth. This parameter was determined by analyzing the time series of annual height increments that were smoothed by a 5-year sliding mean to eliminate the age trend. The relationships between these series and meteorological variables were assessed by means of correlation analysis to estimate the degree of dependence of interannual fluctuations in tree height increment on climatic factors. The Pearson correlation coefficient was used, and correlation significance was identified with the help of a manual [15].

Climatic factors considered in the study were anomalies of monthly average temperature and total precipitation, i.e., deviations of these parameters from long-term average values. An anomaly is a numerical value which indicates how far a measurement varies from the average. The average is determined from a period of weather observation [16]. To reveal the climatic component of variability in the time course of tree growth, analysis was made of meteorological anomalies in March, April, May, June, July, August, and September of the current and previous years. It was necessary to include in analysis meteorological data on the previous year, because the current height increment depends on the size and quality of the apical bud initiated last year and on the amount of needles formed in previous years, which have a donor function for the growing apical shoot [5, 17]. The data massive of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring of Russia (Roshydromet) [18] hydrometeorological station “Kandalaksha” was used in the issue.

From the biocenotic standpoint, the studied region was characterized by a high biotope diversity, because it abounds in rock outcrops, gorges, depressions, etc. Abundant climatic moistening provides favorable conditions for waterlogging in topographic depressions (moist biotopes), while areas with elevated topography are often subject to moisture deficit (dry habitats), since a thin layer of loose deposits formed on bedrocks cannot effectively retain precipitation falling on slopes [11, 12].

A total of 175 young Scots pine trees were measured in dry, mesic, and moist biotopes characteristic of the Kandalaksha Gulf coasts. A brief description of these biotopes is given below.

Dry biotopes. Pine rock forest is the most typical forest type on rock outcrops, where the soil cover is almost absent, as well as on the tops of well-drained glacial hills and ridges and on ancient alluvial marine terraces. Since the ground vegetation layer in such forests consists mainly of reindeer lichens (often referred to as white moss), they are usually named white moss pine forests.

Mesic biotopes. Smooth plateaus and the upper parts of slopes are usually covered by cowberry pine forests, with bilberry pine forests prevailing in the middle and basal parts of the slopes. Dwarf shrubs growing under the tree canopy include cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), and black crowberry (*Empetrum nigrum* L.). The soil is covered by a continuous layer of mesophytic green mosses, mostly of the genera *Pleurozium*, *Hylocomium*, and *Dicranum*.

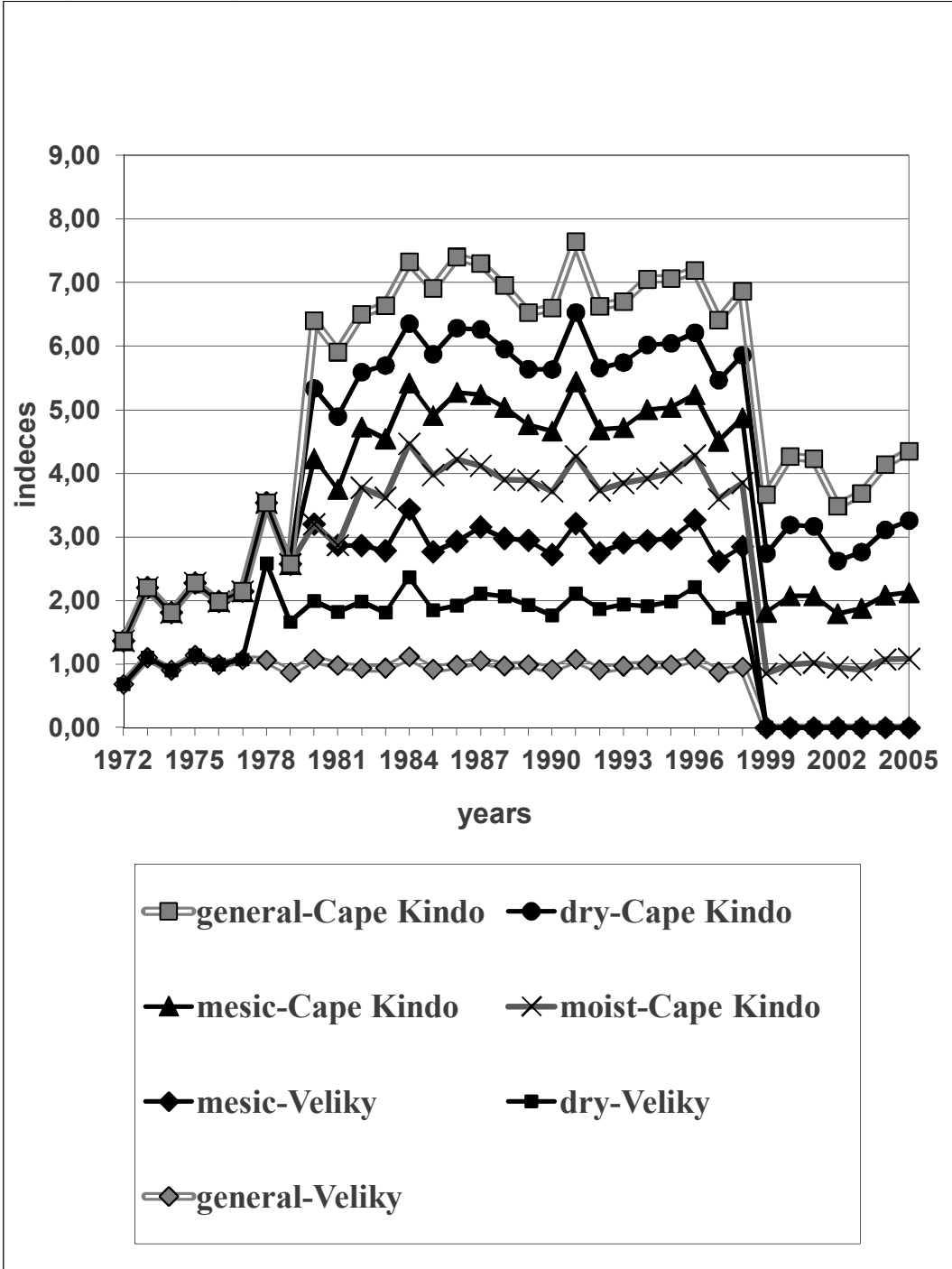
Moist biotopes. Areas with excessive (but not stagnant) moisture supply (at slope bases, in depressions, around lakes and bogs, etc.) are characterized by dominance of hygrophytic mosses (mainly *Sphagnum* spp.) in sites with depressed microtopography, while microelevations (hummocks) are occupied by green mosses and dwarf shrubs: wild rosemary (*Ledum palustre* L.), bog bilberry (*Vaccinium uliginosum* L.), common bilberry, and, less frequently, cowberry and black crowberry. As the degree of swamping increases, *Sphagnum*

mosses ascend the hummocks and eventually occupy their entire surface. At the same time, berry-bearing dwarf shrubs decrease in abundance and give place to typical bog species such as cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.), cranberry (*Oxycoccus palustris* L.), purple marshlocks (*Comarum palustre* L.), buckbean (*Menyanthes trifoliata* L.), and various sedges (*Carex* spp.) [10, 11, 12].

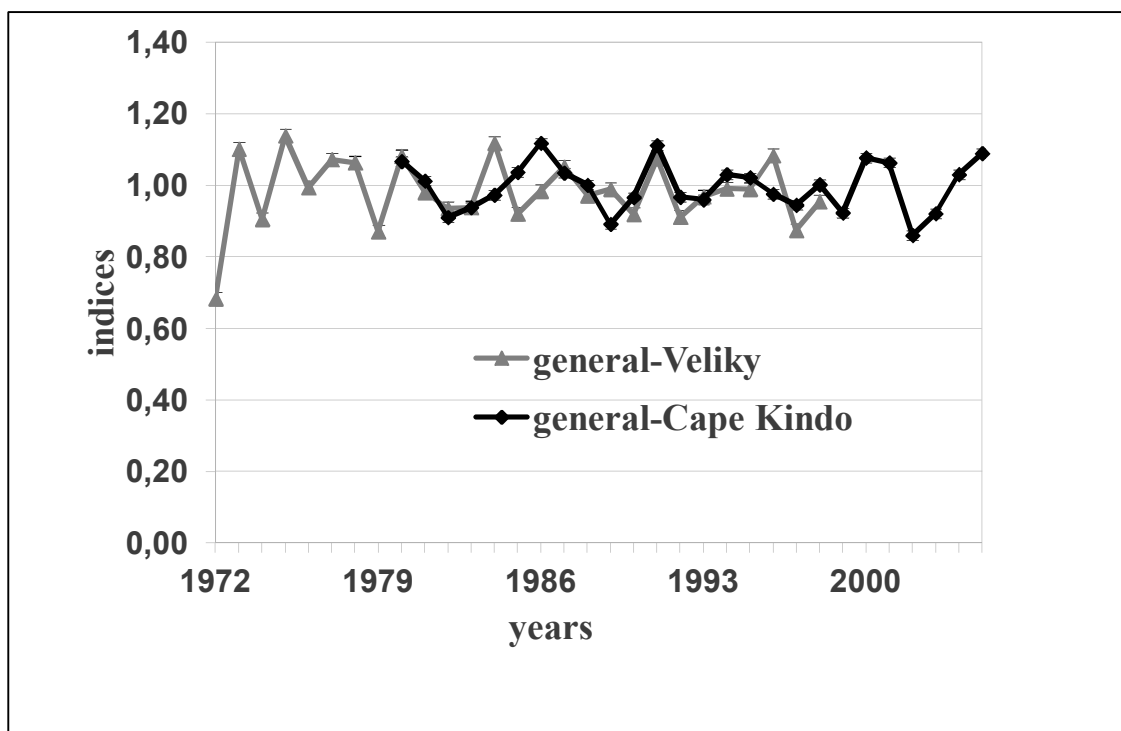
Shallow depressions on rock outcrops are permanently filled with atmospheric water, which cannot flow out because the underlying rocks are impermeable to it. The vegetation developing in such micropools consists mainly of bog species, such as *Sphagnum* mosses, leatherleaf (*Chamaedaphne calyculata* L.), etc. Therefore, they are also included in the group of moist biotopes, despite their location amid cenoses characteristic of well-drained areas.

Results and Discussion

The first step of this studied to find out what extent Scots pine stands on Veliky Island and Cape Kindo are similar with the pattern of variability in the time course of growth. For this purpose, correlation analysis was performed for the averaged time series of height increment indices in the two areas (Figs. 2a, b). The results confirmed a significant positive correlation between these series: $R = 0.496$ at a 90% confidence level (hereinafter $P = 0.05$).



(a). Cumulative increment plots of pine undergrowth height increment indices in moist, mesic and dry biotops as well as general averaged increment series on Veliky Island and Cape Kindo.



(b). General averaged increment series on Veliky Island and Cape Kindo (two standard errors are shown).

Fig. 2(a,b). Averaged series of pine undergrowth height increment indices in tree stands on Veliky Island and Cape Kindo

The time series of Scots pine undergrowth height increment indices on Veliky Island and Cape Kindo were similar to each other. In both cases, about 50% variation of tree growth was explained by climatic and cenotic conditions, which were almost identical in these areas. As it was mentioned earlier the coasts and islands of Kandalaksha Gulf lie in the Eurasian taiga zone, in the Kola–Pechora subprovince of the Northern European floristic province; Northern taiga forests are the main vegetation type in the area [10, 11, 12]. Ecosystem parameters, including soil, hydrological and vegetation conditions, are homotipic in this region; properly, the plant conditions similarity was the reason that allowed to integrate these floristic aggregates geobotanically.

On this basis, tree stands in dry, mesic, and moist biotopes on the two coasts of Kandalaksha Gulf could be regarded as structural components of the same biogeocenosis. The expected differences in their responses to meteorological factors impact appear to be due to individual variability and local variety factors and accounted for the complex topography area (microclimatic and soil parameters, conditions of root competition, characteristics of insolation and surface drainage, etc). Therefore, correlation analysis was used as a method to eliminate "noise" caused by these factors and reveal the actual relationship between interannual fluctuations of tree height increment and meteorological variables.

Temperature

Moist biotopes. Table 1 shows the results of correlation analysis between the time series of height increment indices and meteorological variables.

Table 1. Coefficients of correlation between series of height increment indices and meteorological variables in moist biotopes on Cape Kindo

Month	Temperature		Precipitation	
	current year	previous year	current year	previous year
March	0.474	0.154	0.071	0.122
April	–0.093	0.160	0.162	0.070
May	–0.011	0.078	0.135	–0.432
June	0.323	0.346	–0.686	–0.314
July	–0.034	–0.103	–0.415	0.027
August	–0.014	0.348	–0.313	–0.077
September	–0.114	0.046	0.317	0.092
October	–0.118	0.029	–0.061	–0.013

Tree height increments have a significant positive correlation with temperature in March of the current year ($R = 0.474$). Significant negative correlations were revealed with precipitation in June and July of the current year ($R = -0.686$ and $R = -0.415$) and in May of the previous year ($R = -0.432$). These results agree with published data [5]. The positive correlation between tree increment indices and temperature anomalies in current March was explained by the fact that heat supply to trees at the onset of the growing season must be sufficiently high for initiation of growth processes and development of vegetative organs.

Negative correlations were observed between the series of height increment indices and anomalies of precipitation in the current year (at phenophases of internode growth and regeneration bud formation). This could be expected, since excessive environmental moisture is an adverse factor limiting the growth of shoots.

A negative correlation was also noted for the phenophase of internode growth in the previous year. It is known that linear increments of Scots pine depend mainly on growing conditions in the previous year, whereas conditions of the current growing season can only accelerate or retard shoot growth [5, 17]. Therefore, a factor affecting the growth of internodes retards the development of next-year shoots. The results data of correlation analysis showed that excessive moisture supply is a climatic factor in moist habitats.

3.2. *Mesic biotopes.* The results of correlation analysis between the time series of height increment indices and climatic variables in these biotopes are presented in Table 2.

Table 2. Coefficients of correlation between series of height increment indices and meteorological variables in mesic biotopes on Veliky Island and Cape Kindo

Veliky Island					Cape Kindo			
Month	Temperature		Precipitation		Temperature		Precipitation	
	current year	previous year	current year	previous year	current year	previous year	current year	previous year
March	-0.224	0.286	-0.194	-0.060	-0.401	0.191	-0.313	0.213
April	0.333	-0.201	0.069	-0.156	0.042	0.145	-0.092	-0.002
May	0.067	0.063	0.145	0.068	-0.147	-0.320	0.120	-0.164
June	0.305	0.104	0.118	-0.291	0.206	0.027	-0.390	-0.215
July	-0.024	0.272	-0.155	-0.005	0.049	-0.116	-0.414	-0.013
August	-0.109	0.011	-0.325	0.091	-0.055	-0.126	-0.105	-0.134
September	-0.305	0.183	-0.166	0.001	-0.137	-0.267	0.241	-0.019
October	0.263	-0.096	0.072	0.209	0.431	0.398	0.013	-0.145

They show that pine stands growing in mesic biotopes on Veliky Island were characterized by a significant positive correlation of height increments with temperature anomalies in April of the current year ($R = 0.333$) and a negative correlation with precipitation in August ($R = -0.325$). On Cape Kindo, a negative correlation was revealed with anomalies of precipitation in June and July of the current year ($R = -0.390$ and $R = -0.414$).

The observed differences between the two areas in the responses of tree height increment to temperatures of the growing season could be attributed to local variations of temperature regimes, which were characteristic of territories with rock outcrops and a diverse spectrum of habitats.

In both studied areas, a negative correlation between the series of increment indices and anomalies of precipitation in June to August were revealed in the period of cessation of internode growth and formation of the regeneration bud. It should be noted that anomalies of precipitation in the previous growing season apparently had not effect on fluctuations in the time course of tree growth, which was evidence for a sufficient moisture supply to mesic biotopes in the region.

The relationship between fluctuations of height increment and meteorological variables in mesic biotopes of the studied region was characterized by a spectrum of parameters differing in sign and value. There was a high level of noise from individual variability of undergrowth and from local factors, which interferes with analysis of relevant general trends.

Dry biotopes. Probable relationships between the parameters of linear tree growth and climatic factors in dry biotopes were also evaluated by means of correlation analysis. Its results are presented in Table 3.

Table 3. Coefficient of correlation between series of height increment indices and meteorological variables in dry biotopes on Veliky Island and Cape Kindo

Veliky Island					Cape Kindo			
Month	Temperature		Precipitation		Temperature		Precipitation	
	current year	previous year	current year	previous year	current year	previous year	current year	previous year
March	-0.068	0.135	-0.491	0.276	-0.555	0.193	-0.162	-0.047
April	0.122	0.154	0.081	0.279	0.177	0.287	0.065	0.367
May	0.304	-0.058	-0.390	0.417	-0.115	-0.144	-0.005	-0.063
June	-0.114	0.105	-0.350	0.291	-0.008	0.090	0.243	-0.142
July	-0.485	0.127	0.184	-0.008	-0.067	-0.010	-0.207	-0.342
August	-0.184	-0.341	-0.158	-0.262	-0.031	-0.141	-0.177	-0.019
September	-0.069	0.077	-0.042	0.247	-0.179	-0.030	0.056	-0.094
October	0.106	0.216	0.063	0.289	0.295	-0.125	0.187	0.000

The time series of height increment indices in dry biotopes on Veliky Island were found to negatively correlate with monthly average temperatures in June of the current year ($R = -0.485$) and August of the previous year ($R = -0.341$). Negative correlations were revealed with anomalies of precipitation in March ($R = -0.491$), May ($R = -0.390$), and June ($R = -0.350$) of the current year, while the correlation with precipitation in previous May was positive ($R = 0.417$).

On Cape Kindo, fluctuations of height increments of Scots pine undergrowth showed a significant negative correlation with temperature in March of the current year ($R = -0.555$). Coefficients of correlation with the amounts of monthly precipitation in the current year were low, indicating that this factor had not significant role in determining the pattern of annual height increments. However, a positive correlation with precipitation in previous April proved to be statistically significant ($R = 0.367$).

A specific feature of dry biotopes is a rise in temperature leads to increasing moisture deficit. A negative correlation with temperature anomalies was revealed for increment indices at the phenophases of internode growth (in the current year) and regeneration bud formation (in the current and previous years).

Responsible factors of negative correlations between tree height increments and precipitation anomalies in June, July, and August of the current year remain unclear. Under conditions where moisture comes only from the atmosphere and was in deficit, it could be expected that the corresponding correlation coefficients would be high and positive. However, it should be taken into account that conditions in dry biotopes of the studied region were so specific and the effects observed in them may well be unusual and even paradoxical. Thus, the soils of these biotopes are shallow and underlain by impervious rocks; therefore, most precipitation falling on their surface flows downslope and cause soil nutrient leaching. As a consequence, the growth of internodes was inhibited, which was reflected in the results presented above.

The amount of moisture accessible to the vegetation on the Kandalaksha Gulf Coast depends primarily on atmospheric precipitation. Therefore, low precipitation was stressful for Scots pine stands at any phenophase of the growing season. Success in passage through the phenophases of needle emergence and annual shoot growth largely contributes to the quality of primordial regeneration buds, which, in turn, had an effect on the growth of internodes in the next growing season. These factors apparently account for the positive correlations between the series of height increment indices and anomalies of precipitation in April and May of the previous year.

Conclusion

Studied on Scots pine undergrowth in the territories of Veliky Island (the Kandalaksha State Nature Reserve) and Cape Kindo (the Polarny Krug Local Nature Reserve) have shown that there was not common response of height increment to temperature among all tree

stands studied. The results of analysis showed that the pattern of temperature dependence of tree height increment was determined primarily by various local factors (in particular, microclimate).

The relationship between fluctuations of height increment and meteorological variables in mesic biotopes of the studied region was characterized by a spectrum of parameters differing in sign and value. There was a high level of noise from individual variability of undergrowth and from local factors, which interferes with analysis of relevant general trends. Apparently, soil moisture was not the factor limiting tree growth in mesic biotopes. In contrast, this relationship in dry and moist biotopes were fairly distinct: tree height increments showed statistically significant negative responses to water stress (developing at elevated temperatures) in dry biotopes and to excessive atmospheric moistening in moist habitats.

Scots pine undergrowth condition either in sphagnum bogs or on coastal rock outcrops were critical because of the excess of moisture in the former case and its deficit in the latter case. In such biotopes where trees at the threshold of survival, the most important factors for their growth can be revealed against the background of local noise and their relative significance can be evaluated. According to our data, a factor for Scots pine survive in dry and moist biotopes on the Kandalaksha Gulf coast was atmospheric precipitation (its deficit or excess).

Acknowledgments

The author is grateful to colleagues from the Institute of Global Climate and Ecology Dr. Esther Ran'kova for the meteorological data she kindly supplied and to Alexey Volkov for the map creating.

References

1. Holten J.I., Carey P.D. Responses of climate change on natural terrestrial ecosystems in Norway. Trondheim: Norsk Institutt for Naturforskning, 1992.- 59 pp.
2. Sinnott E.W. Plant morphogenesis. New York: McGraw-Hill, 1960.- 550 pp.
3. Elagin I.N. Seasonal development of pine forests in European Russia and Siberia//Fenologiya.-1969.- №1,3.- P.7-9.
4. Elagin I.N. Seasons of the year in Russian forests. Novosibirsk: Nauka, 1994.- 271 pp.
5. Kozłowski T.T., Pallardy S.G. Growth control in woody plants. San Diego: Academic Press, 1997.- 644 pp.
6. Climate Signal in the Ring Width, Density and Carbon Stable Isotopes in Pine (*Pinus silvestris* L.) in Central Caucasus/ E. Brugnoli, O. Solomina, L. Spaccino, E. Dologva // Geography, Environment, Sustainability.- 2011.- №4.- P. 4-16.
7. Corcuera L., Camarero J.J., Eustaquio G.P. Effects of a severe drought on *Quercus ilex* radial growth and xylem anatomy// Trees.- 2004.-№18.- P. 83-92.
8. Synchronization of growth, branching and flowering processes in the South American tropical tree *Cecropia obtusa* (Cecropiaceae) / P. Heuret, D. Barthelemy, Ya. Guedon, X. Coulmier, J. Tancre // Am. J. Bot.-2002.- Vol. 89, №7.- P. 1180-1187.
9. Fritts H. Tree rings and climate. London: Academic Press Inc, LTD.-1976.- 582 pp.
10. The Kandalaksha Nature Reserve [electronic resource] URL:http://www.kandalaksha-reserve.org/kandalaksha_english/english.htm(reference date 27.05.2012).
11. The Kandalaksha Reserve [electronic resource] URL: <http://oopt.info/index.php?oopt=564>(reference date 01.07.2012).
12. White Sea Biological Station [electronic resource] URL: <http://en.wsbs-msu.ru/>(reference date 23.06.2012).
13. Koukhta A.E. Tree height increment as an indicator of environmental quality // Sib Ekol Zh.- 2003.- №6.- P.767-771.
14. Koukhta A.E. Annual increment of tree branches in length as a variable to monitor// Detecting Environmental Change.- London: Science and Society.-2001.-P.110-111.
15. Bol'shev L.N., Smirnov N.V. Tables for mathematical statistics. Moscow: Nauka, 1983.- 415 pp.
16. NASA: Investigating Climatic Change Through Anomalies [electronic resource] URL: <http://www.academy.nasa.gov/ESSSPProject/NewLessons/hydrosphere/ENSO/Team00/inv2-8/inv2-8.proc.html>(reference date 20.06.2012).
17. Gavrikov V. L., Karlin I. V. A dynamic model of tree terminal growth // Can. J. For. Res.-1993.- vol. 23.- P.326-329.
18. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring of Russia (Roshydromet) [electronic resource] URL: <http://www.meteorf.ru/default.aspx> (reference date 25.06.2012).

Сафонова О.Н.¹, Воронина В.С.²

¹Ведущий биолог; ²лаборант, ботанический сад Воронежского госуниверситета

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВЫДЕЛЕНИЮ УСТОЙЧИВЫХ К АНТРОПОГЕННУМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В СЕЛЕКЦИИ

Аннотация

При воздействии городов на природную среду происходит ее загрязнение: внесение новых, нехарактерных химических, физических, биологических веществ, что приводит к нарушению функционирования экологических систем или их отдельных элементов. Первыми загрязняются растения, при этом снижается их устойчивость и полезные человеку свойства. Общеизвестно, что ботанические сады являются важнейшим звеном системы озеленения города и оздоровления экологии городской среды.

Ключевые слова: интродукция растений, генофонд мировой флоры, селекция.

¹Savonova O.N., ²Voronina V.S.

¹Leading is biologist; ²laboratory assistant, the botanical garden of Voronezh State University

SYSTEMATIC APPROACH TO THE ISOLATION OF RESISTANT TO THE ANTHROPOGENIC POLLUTION PLANTS FOR THEIR USE IN THE SELECTION

Abstract

Its pollution occurs under the influence of cities on the natural medium: the introduction of new, uncharacteristic chemical, physical, biological substances, which leads to the disturbance of the functioning of ecological systems or their separate elements. Plants first are soiled, in this case their stability and properties useful for man is reduced. It is widely-known that the botanical gardens are the most important component of the system of re-planting city and sanitation of the ecology of urban environment.

Keywords: introduction of plants, the gene pool of world flora, selection.

С помощью интродукции растений и обмена семенным материалом с ботаническими садами России и зарубежных стран [1] в ботаническом саду Воронежского госуниверситета накапливается и сохраняется генофонд отечественной и мировой флоры, включающий в себя около пяти тысяч таксономических единиц [2]. Коллекционный фонд сада построен на основе природоохранного принципа и принципа экологической ценности растений [3]. Среди современных научных исследований интерес представляют работы по экологическому мониторингу [4], биодиагностике [5], биохимии [6], интродукции и размножению растений [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14], что дает возможность подбирать ассортименты пыле-, дымо- и газоустойчивых деревьев и кустарников.

Газоустойчивые: боярышник обыкновенный, бузина красная, ель колючая, тополь канадский, туя западная. Среднегазостойчивые: береза повислая, лиственница сибирская, можжевельник казацкий, дуб черешчатый, ива плакучая. Особо пылеустойчивые: ель колючая, липа сердцелистная, можжевельник виргинский, сирень обыкновенная, черемуха обыкновенная. Фитонцидные: береза повислая, дуб черешчатый, можжевельник обыкновенный, рябина обыкновенная, сосна обыкновенная, тополь бальзамический, туя западная, черемуха обыкновенная. Бактерицидные: липа мелколиственная, дуб черешчатый, можжевельник казацкий, пихта сибирская, сосна обыкновенная, черемуха обыкновенная.

Устойчивость растений повышается с возрастом и при улучшении почвенной среды, агротехники; понижается на малоплодородных почвах [15, 16, 17]. Повреждаемости растений газами способствуют повышенная температура, влажность воздуха и солнечная радиация [18].

В результате объектами интродукции являются виды, которые проходят сложный путь эволюции в сменяющихся условиях среды [19]. Они обладают широкой экологической амплитудой, что крайне важно при культивировании растений разной экологии в одинаковых условиях. Осуществляется обогащение ассортимента устойчивых к антропогенному загрязнению видов, отбираются виды перспективные для селекции в Центральном Черноземье.

Литература

1. Сафонова О.Н. Формирование банка семян растений региональной и мировой флоры / О.Н. Сафонова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. Воронеж, 2011. № 1. С. 70-71.
2. Девятова Т.А. Ботанический сад Воронежского госуниверситета - центр сохранения биологического разнообразия мировой флоры / Т.А. Девятова, В.Н. Калаев, А.А. Воронин, О.Н. Сафонова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. Воронеж, 2011. № 1. С. 194-196.
3. Интродукция редких и исчезающих растений в Центральном Черноземье: монография / Л.М. Карташева, З.П. Муковнина, В.Ф. Шипилова, А.В. Комова, Б.И. Кузнецов, О.Н. Сафонова, Е.А. Николаев / под ред. Т.А. Девятовой. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2010. 212 с.
4. Лепешкина Л.А. Рекреационный мониторинг экосистем ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л.А. Лепешкина, А.А. Воронин, З.П. Муковнина, В.И. Серикова // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 35. № 3. С. 3-6.
5. Девятова Т.А. Теоретическая и информационная основы биологической диагностики антропогенной деградации черноземов в Центрально-Черноземном регионе / Т.А. Девятова, А.А. Воронин, И.В. Румянцев / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2010. № 2. С. 98-101.
6. Воронин А.А. Динамика ферментативной активности чернозема обыкновенного в условиях полевого стационарного опыта федерального полигона «Каменная степь» / А.А. Воронин, Н.А. Протасова, Н.С. Беспалова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2006. № 2. С. 122-127.
7. Воронин А.А. Ботанический сад имени профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета центр интродукции и сохранения биоразнообразия растений / А. А. Воронин, Е. А. Николаев, А. В. Комова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2013. № 1. С. 185-191.
8. Воронин А.А. Экологические аспекты интродукции видов рода *Astragalus* в условиях Центрального Черноземья / А.А. Воронин, О.Н. Сафонова, В.С. Воронина // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2013. №7. С. 72-74.
9. Вострикова Т.В. Эколого-биологические особенности лобелии Эринус из разных климатических зон в условиях Центрального Черноземья / Т.В. Вострикова, А.А. Воронин // Проблемы региональной экологии. 2012. № 2. С. 153-156.
10. Моисеева Е.В. Особенности семенного размножения представителей рода Рододендрон (*Rhododendron* L.) / Е.В. Моисеева, Т.В. Баранова, А.А. Воронин, Б.И. Кузнецов // Проблемы региональной экологии. 2012. № 4. С. 100-102.
11. Сафонова О.Н. Методические рекомендации по размножению корнесобственных роз / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин. Воронеж: ООО "Новый взгляд". 2010. 58 с.
12. Сафонова О.Н. Методы черенкования роз в условиях защищенного грунта / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин, Л.И. Симонова, Т.М. Болдырева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2011. № 2. С. 72-75.
13. Сафонова О.Н. Семеноводство эспарцета сибирского / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин, Т.В. Баранова // Пчеловодство. 2013. № 6. С. 26-28.
14. Сафонова О.Н. Черенкование роз в условиях защищенного грунта / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2011. № 1. С. 36-38.
15. Воронин А.А. Влияние фосфогипса и минеральных удобрений на основные показатели плодородия и ферментативную активность чернозема обыкновенного Каменной степи: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева. Каменная степь, 2007. 16 с.
16. Воронин А.А. Влияние фосфогипса и минеральных удобрений на основные показатели плодородия и ферментативную активность чернозема обыкновенного Каменной степи: Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева. Воронеж, 2007. 190 с.
17. Воронин А.А. Динамика ферментативной активности чернозема обыкновенного в условиях полевого стационарного опыта федерального полигона «Каменная степь» / А.А. Воронин, Н.А. Протасова, Н.С. Беспалова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2006. № 2. С. 122-127.
18. Баранова Т.В. Адаптационная способность интродуцентов в Центральном Черноземье к глобальному потеплению / Т.В. Баранова, А.А. Воронин, Б.И. Кузнецов // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 7-1. С. 71-72.
19. Баранова Т.В. Оптимизация методики отбора перспективных интродуцентов в условиях Центрального Черноземья / Т.В. Баранова, Е.В. Моисеева, А.А. Воронин // Фундаментальные исследования. 2012. № 3-2. С. 237-240.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

Гладышев А.А.

Аспирант, Тюменского Государственного Нефтегазового Университета

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПУРТАЗОВСКОЙ И НАДЫМ-ПУРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Эффективная разведка и разработка месторождений начинается с качественно построенных геологических моделей, в основе этих моделей лежит детальная литолого-фациальная интерпретация данных, которая вбирает весь комплекс геологической информации. Автором изучен обширный анализ методологических данных позволяющий, создать объектно-

ориентированную методику построения литолого-фациальных моделей, состоящую из четырех этапов исследований: регионального строения, макро-неоднородности, микро-неоднородности, литолого-фациальной интерпретации.

Ключевые слова: литолого-фациальная модель, микропараметры, дебит скважин, эффективная толщина, фация вдольбереговых баров, газонефтяной контакт.

Gladyshev A.A.

Postgraduate student, Tyumen Oil and Gas University

LITHOFACIES MODELS OF STRUCTURE SHELF SEDIMENTS WITHIN PURTAZOVSKAYA AND NADYM-PURSKAYA PETROLEUM REGIONS

Abstract

Effective exploration and development of deposits begin with quality built geological models, in base of this models is detailed litho-facies data interpretation, which includes all complex of geological information. Extensive analyze of method data has been learned by the author and allows to create Object-oriented method of constructing litho-facies models. Method consists of 4 stage of research: regional structure, macro-, micro-heterogeneity and litho-facies interpretation.

Keywords: lithofacies model, microparameters, well production rate, effective thickness, facies of longshore bars

В Западно-Сибирской провинции Пуртазовская и Надым-Пурская области содержат как основные по запасам объекты углеводородов. Большая часть которых приурочена к неокомскому нефтегазоносному комплексу, и характеризуется сложным геологическим строением.

Для эффективной разработки таких объектов углеводородов нужно детальное качественное построение геологических моделей, в основе которого лежит комплексное исследование литолого-фациальных данных, включающих весь спектр геологической информации, начиная от региональных и заканчивая детальным изучением макро- и микропараметров фактического материала.

Построение геологических моделей по данным нефтегазоносным областям Западной Сибири заложено многими учеными, таким как: В.П. Алексеев, С.Р. Бембель [1], В.Н. Бородин [6], А.Р. Курчиков [6], Г.П. Мясникова, А.Г. Мухер, И.И. Нестеров, А.А. Нежданов, Б.В. Топычанов и др.[3,4,5,7,8,10]. Автором проанализирован значительный комплекс методик по изучению и выявлению оптимального набора алгоритмов для геологического моделирования, позволяющий создать методику поэтапного литолого-фациального моделирования (объектно-ориентированная методика (ООМ)). Созданная методика построения литолого-фациальных моделей решает задачи сложнопостроенных залежей УВ и состоит из четырех этапов: первый этап (изучение регионального строения), второй этап (изучение макро-неоднородности), третий этап (изучение микро-неоднородности), четвертый этап (создание литолого-фациальной модели).

Интерпретация ГИС и керновые данные по скважинам являются основой при создании детальных литолого-фациальных моделей (ЛФМ). Так как литолого-петрографические параметры тесно связаны с параметрами фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), продуктивности, то эти исследования позволяют находить перспективные участки на изучаемых площадях. На первых двух этапах идет построение каркаса для будущей геологической модели.

Первый этап моделирования состоит из изучения: тектонического строения района исследований, стратиграфии, геодинамики, региональной корреляции (рис. 1). В качестве примера геологического моделирования приводится анализ нижнемеловых отложений Запалярного месторождения.

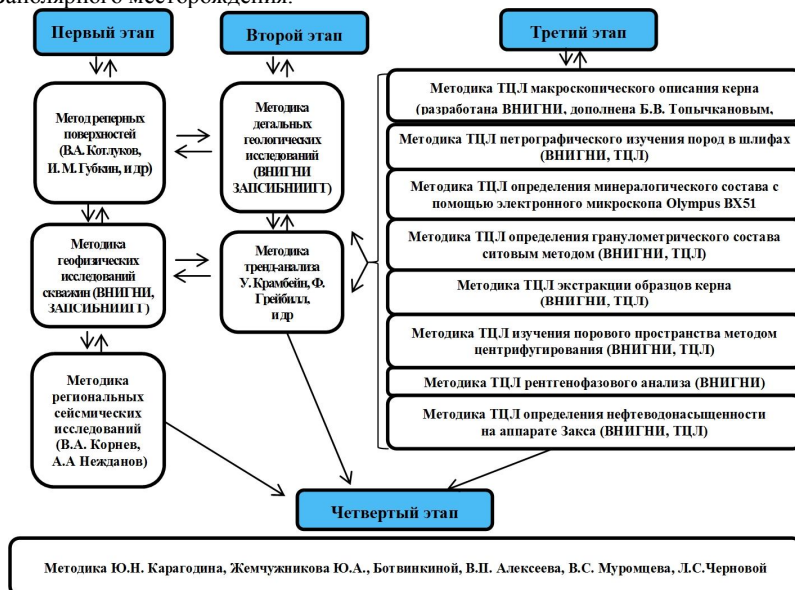


Рис. 1. Схема построения объектно-ориентированной модели

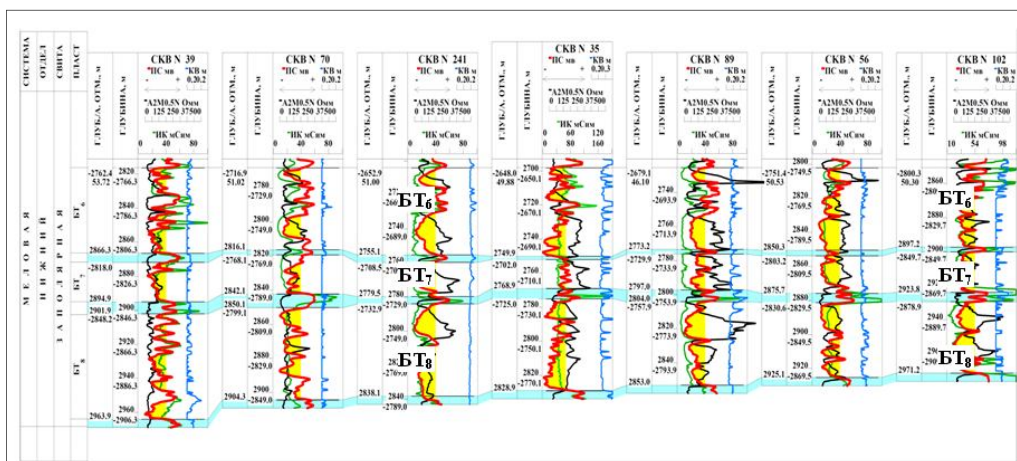
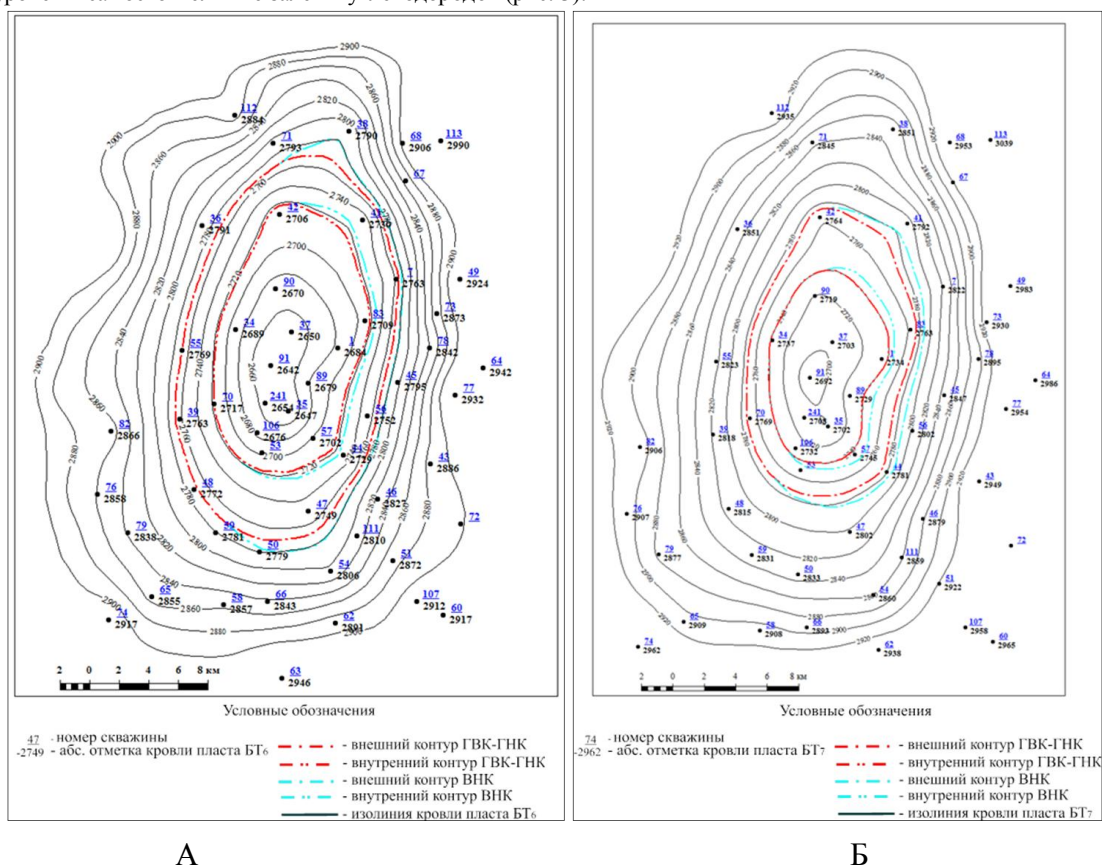


Рис. 2 – Схема корреляции пластов БТ₆ – БТ₈ по линии скважин 39-70-35-89-56 (Заполярное месторождение)

«Этап изучения макро-неоднородности» включает в себя проведение детальной корреляции (рис. 2) и изучение параметров общих (H_0) и эффективных толщин ($H_{эф}$), коэффициента песчаности ($K_{песч}$) и расчлененности ($K_{расч}$), также рассмотрения закономерности глинизации пластов, изменение толщин глинистых покрышек ($H_0^{гп}$). Все эти параметры важны для выявления закономерностей геологических параметров и составления двухмерных построений по ним, что в конечном итоге позволяет совершенствовать ЛФМ.

По результатам детальной корреляции выделены зональные маркирующие горизонты (шоколадная и хальмерпаутинская пачки глин), выдержанные по разрезу и площади изучаемого района. С учетом детальной корреляции и данных скважин Заполярного месторождения горизонт БТ₆₋₈, разделен на три гидродинамически не связанных пласта БТ₆, БТ₇ и БТ₈, к каждому из которых приурочены самостоятельные залежи углеводородов (рис. 3).



А

Б

Рис. 3 – Структурные карты по кровле пласта БТ₆ (А) и БТ₇ (Б)

Залежи в пластах БТ₆, БТ₇ по типу пластово-сводовые, в пласте БТ₈ – массивная; по насыщению газоконденсатные, с нефтяной оторочкой козырькового типа на юго-востоке (для пласта БТ₈ – нефтяная оторочка кольцевого типа).

Исследованы статистические зависимости всех параметров макро-неоднородности (общая толщина (H_0), эффективная толщина ($H_{эф}$), коэффициенты песчаности ($K_{песч}$), толщины глинистых разделов и др.). Между параметрами $H_{эф}$ от H_0 в пласте БТ₇ выявлена тесная линейная связь, также между $H_{эф}$ от $K_{песч}$ в пластах БТ₆ и БТ₈ с коэффициентом детерминации более 0.60.

В конце второго этапа построения модели вся информация по макропараметрам систематизируется и формируется в информационную базу данных (ИБД).

Третий этап – вещественное заполнение созданного каркаса модели, включающий все исследования параметров микро-неоднородности. Среди них выделяют: литолого-петрофизические параметры, связанные с фильтрационно-емкостными свойствами исследуемых отложений; изучение цементного состава пород-коллекторов; анализ седиментационного коэффициента песчаников; анализ распределения аксессуарных минералов; изучение источника сноса терригенного материала. Важным частью этого этапа является изучение общего минералогического состава пород позволяющего детализировать литолого-петрофизическую модель [9].

На Заполярном месторождении во всех пластах изучаемые песчаники состоят из породообразующих минералов: кварца ($\approx 35\%$), полевых шпатов преобладающих в пластах БТ₆, БТ₇ ($\approx 61 - 62\%$), обломков горных пород и слюды. Обломки пород в песчаниках представлены: гранитоидами с максимумом в пластах БТ₆ и БТ₈ (5.0-5.7%), кремнистыми обломками (0.1-3.1%), метаморфическими сланцами (0.2-3.8%), эффузивами среднего состава (0.2-4.0%, ед. образцы до 7.6%), микрокварцитами (0.5-4.2%), осадочными обломками (0.3-2.8%). Слюда представлена биотитом (0.39-4.40%) и мусковитом (0.56-2.80%) со следами вторичных изменений. В результате анализа седиментационного коэффициента песчаников в пластах БТ₆-БТ₈ установлено, что полевые шпаты доминируют над кварцем в центральной части, привнос терригенного материала происходил в основном с северо-восточной части [6].

Из распределения по Заполярной площади акцессорных минералов следует, что все пласты относятся к циркон-апатит-сфен-гранат-эпидотовой терригенно-минералогической ассоциации. Изменение седиментационных коэффициентов и устойчивых акцессорных минералов по латерали в пределах пластов БТ₆-БТ₈ показало, что источник сноса терригенного материала находился на северо-востоке (район Русско-Реченского мегавала).

Кроме изучения связей между выше перечисленными параметрами по трем этапам, проведено детальное изучение седиментологического анализа, с построением модели графического седиментационного каротажа по каждому из пластов, с выделением фации по площади с увязкой кернового материала [8].

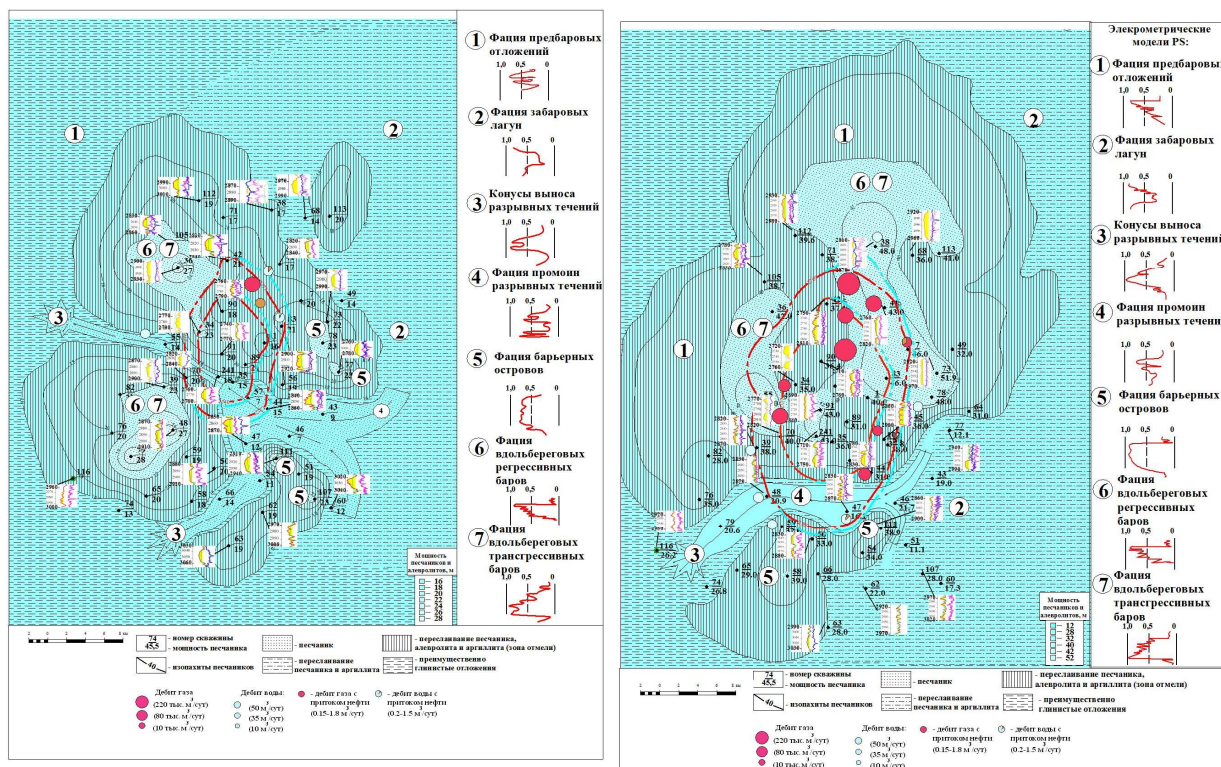
По результатам седиментологического анализа выделены два типа фаций: 1) вдольбереговые бары, забаровые лагуны, 2) морские разрывные течения.

Таблица 1. Текстуры и формы диаграмм ПС и ГК пластов БТ₆ – БТ₈ по группам фаций

Группа фаций	Группа фаций вдольбереговых баров и забаровых лагун					Группа фаций морских разрывных течений	
Фации	Вдоль береговые трансгрессивные бары	Вдоль береговые регрессивные бары	барьерный остров	предбаровых отложений	забаровые лагуны	конусы выноса разрывных течений	промоины разрывных течений
Диаграммы ПС (красный), ГК (розовый)							
Керн Пласт Скв. Образец	 БТ₆ Скв 109 Обр. 3540	 БТ₇ Скв 1 Обр. 106	 БТ₈ Скв 109 Обр. 3598	 БТ₆ Скв 1 Обр. 100	 БТ₆ Скв 7 Обр. 59	 БТ₈ Скв 109 Обр. 3579	 БТ₈ Скв 109 Обр. 3607

Бары представляют собой аккумулятивные мелководно-морские образования, сложенные песчаниками мелкозернистыми разнонаправленно косослоистыми текстурами (табл. 1, образец 3540 и 106). Забаровые лагуны сложены преимущественно глинистыми отложениями – аргиллитами с тонкими слойками песчаников полого-горизонтальной слоистостью (табл. 1, образец 59) [3]. Второй тип фаций в керне представлен текстурами биотурбации с ходами илоедов, смятия осадков, окатанной галькой глинистого состава с морской фауной (табл. 1, образец 3579 и 3607).

По итогам всех этапов построены литолого-фациальные модели по каждому из пластов БТ₆-БТ₈, в которых выделено семь фациальных обстановок с учетом комплекса электро-каротажных диаграмм ПС и ГК (трансгрессивные и регрессивные вдольбереговые бары, барьерные острова, предбаровые отложения, забаровые лагуны, головные разрывные течения, разрывные течения), с направлением движения источника сноса, распределением флоры и фауны, диагностических минералов (рис. 4А,Б).



А

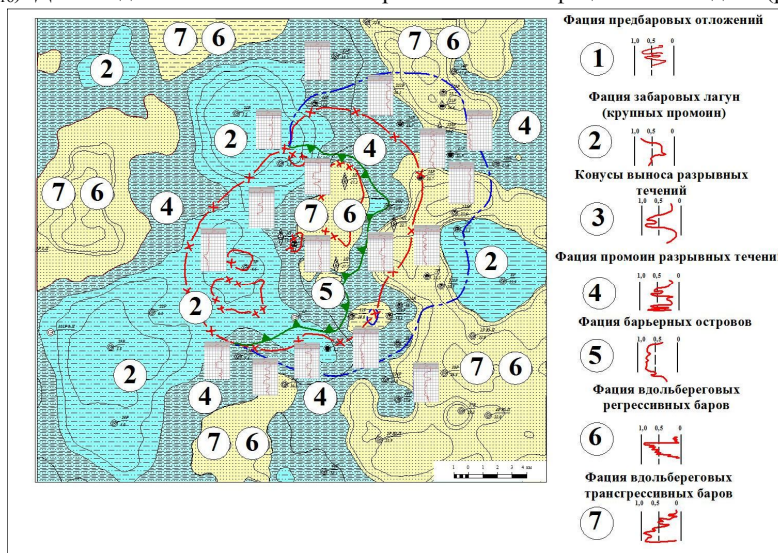
Б

Рис. 4. Литолого-фациальные карты (Заполярное месторождение) А - пласт БТ₆, Б - пласт БТ₇

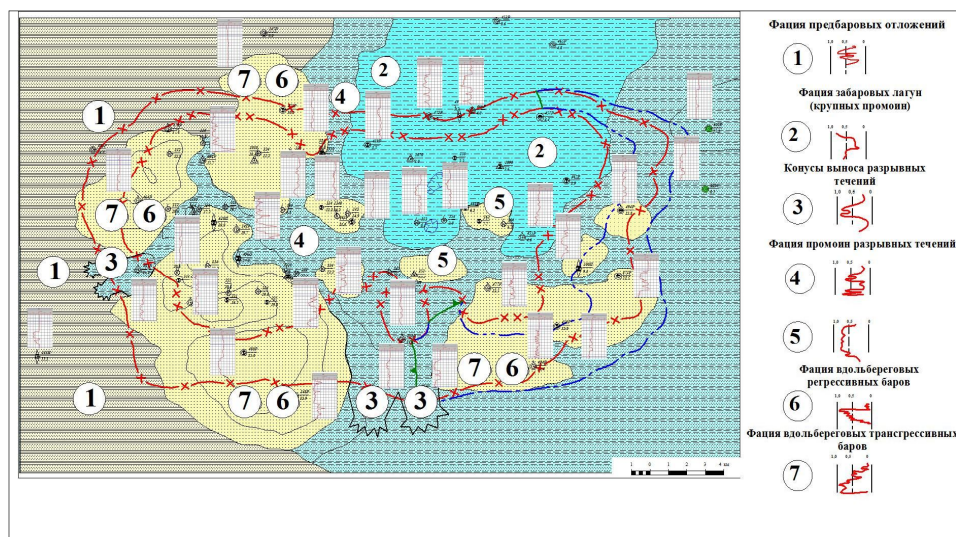
За счет созданных ЛФМ спрогнозированы зоны с повышенными значениями коллекторских свойств в северных и центральных частях площади, что согласуется с эффективностью проведенного эксплуатационного бурения в северной части площади. В этих областях преобладают фации вдольбереговых баров (шириной от 7 до 16 км, и длиной – от 9 до 25 км), изрезанными морскими разрывными течениями. В отложениях вдольбереговых баров получены промышленные притоки нефти со средним дебитом газа ≈ 150 тыс м³/сут, а в зоне фации забаровых лагун, промоин разрывных течений коллекторы имеют низкие фильтрационно-емкостные свойства, в которых и фиксируются более низкие дебиты флюидов и отсутствие промышленных притоков нефти (рис.4).

С учетом этого просматривается четкая зависимость между дебитами флюидов и фациями, наибольшие значения дебитов зафиксированы в фациях вдольбереговых баров, это следует учесть при проектировании и разработки и динамики прогнозных дебитов углеводородов по площади.

Данная методика апробирована также на месторождениях: Песцовое (БУ₉), Ен-Яхинское (пласты БУ₁₂, БУ₁₁, БУ₁₀, БУ₈₋₉), Северо-Пуровское (БУ₁₈-БУ₁₆). Для каждого из этих пластов построены литолого-фациальные модели (рис. 5)



А



Б

Рис. 5. Литолого-фациальные карты: А - пласт БУ₉ (Песцовое месторождение); Б - пласт БУ₁₀ (Ен-Яхинское месторождение)

На этих месторождениях определена зональность смены фаций мелководно-морского шельфа, и установлено, что пласты характеризуются резкой фациальной изменчивостью, с четко выраженной субмеридиональной зональностью. С учетом смены фациальной обстановки в ловушках произошли перераспределения динамики углеводородов, что объясняется современным положением наклонных контактов. На изучаемых месторождениях характер флюидных контактов связан также с параметрами микро- и макронеоднородности исследуемых пластов [2].

Проведенные исследования на основе разработанной методики позволили обосновать модели осадконакопления и уточнить источники сноса терригенного материала при формировании отложений изучаемых пластов, положения водонефтяного и газонефтяного контактов. Установлены тесные регрессионные связи между параметрами макро- и микро-неоднородности, обоснованы зоны улучшенных коллекторских свойств, изучены зависимости продуктивности скважин от литолого-фациальных параметров. Все это в конечном итоге позволяет оптимизировать построение геологической модели применительно для рациональной разведки и разработки залежей УВ.

Литература

1. Бембель С.Р. Моделирование сложнопостроенных залежей нефти и газа в связи с разведкой и разработкой месторождений Западной Сибири. – Тюмень. Шадринск: Изд-во ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2010. – 153 с.
2. Гладышев А.А., Белкина В.А. Влияние минералогического состава межзернового пространства пород на фильтрационно-емкостные характеристики // Известия высших учебных заведений. Нефть и Газ. – Тюмень: изд-во ТюмГНГУ, 2013. – №1. – С. 28-34.
3. Ежова А.В. Литология: Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 336 с.
4. Закревский К. Е., Майсюк Д. М., Сартланов В. Р. «Оценка качества 3D моделей» М.: ООО «ИПЦ Маска», 2008. 272 с.
5. Золотова Г.М., Денисов С.Б., Билибин С.И. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа. – М.: Изд-во «Нефть и газ», 2005. – 172 с.
6. Курчиков А.Р., Бородин В.Н., Попов Ю.Л. Строение и условия формирования нижнемеловых отложений Пур-Тазовской нефтегазоносной области севера Западной Сибири. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012. – № 12. – С. 4 – 11.
7. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. – Екатеринбург: Уральский гос. горный ун-т, 2005 – 289 с.
8. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
9. Недолыко Н.М., Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов. Учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 172 с.
10. Чернова О.С. Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ЦППС НД, 2008. – 250 с.

Перевалов С. Н.¹, Ивлева А.А.²

¹ Кандидат сельскохозяйственных наук, проектный менеджер ЗАО «Октопус», ² генеральный директор ООО «Галиан Сервисес»

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Аннотация

В данной статье представлен обзор существующих технологий и способов обезвреживания отходов бурения. Отходы бурения представляют для окружающей среды значительную опасность из-за высокотоксичных элементов, входящих в их состав. На сегодняшний день не существует универсального способа обезвреживания отходов бурения, который отвечал бы всем экологическим требованиям. Каждая газо- нефтяная компания подбирает способ утилизации исходя из множества факторов, комбинируя уже существующие и разрабатывая новые технологии обезвреживания отходов бурения. На примере Астраханского ГКМ проведён анализ и выбор подходящего для условий этого региона метод утилизации отходов бурения.

Ключевые слова: отходы бурения, буровой шлам, методы утилизации, технологии обезвреживания, солидификация.

Perevalov S.N.¹, Ivleva A.A.²

¹ PhD in Agriculture, project manager JSC "Octopus", ² general manager of company "Galian Services"

CURRENT TECHNOLOGIES AND METHODS OF DISPOSAL OF DRILLING WASTE

Abstract

This article presents an overview of existing technologies and methods of drilling waste treatment. Drilling wastes represent a significant environmental hazard due to highly toxic elements within them. Now there is no universal method of disposal of waste drilling

that would meet all environmental requirements. Each gas-oil company selects a method based on the utilization of a variety of factors, combining existing and developing new technologies disposal of waste drilling. We have analyzed and selected the method of disposal of drilling waste for the region on the example of the Astrakhan gas condensate field.

Keywords: drilling waste, drill cuttings, disposal methods, techniques of neutralization, solidification.

В России накоплено достаточно большое количество отходов бурения. Из-за высоких темпов бурения, несмотря на положительную динамику утилизации, объем буровых шламов ежегодно увеличивается. По официальным данным, в Российской Федерации образуется около 100 млн тонн буровых шламов, по неофициальным – не менее 300 млн тонн.

Основными организационными проблемами переработки буровых отходов можно назвать отсутствие Федерального закона «О вторичных материальных ресурсах», сдерживающее стимулирование использования отходов, и единой государственной программы сбора, переработки и утилизации отходов бурения, которая экономически стимулировала бы обращение с ними.

Действующее законодательство пока не позволяет до конца решить вопрос с утилизацией отходов бурения, в то же время участники рынка в перспективе отмечают ужесточение природоохранного законодательства. В настоящее время контролирующие органы периодически штрафуют нефтегазовые компании, что стимулирует последних к выделению средств на утилизацию буровых шламов.

Существующие на данный момент методы утилизации отходов бурения можно классифицировать по различным параметрам.

По типу воздействия эти методы можно разделить на физический, химический, биологический и комбинированный.

По временному признаку утилизация может происходить во время бурения, непосредственно по окончании бурения, при транспортировке, а также по истечении нескольких лет после окончания бурения.

В зависимости от источника энергии утилизация может проводиться механическим, электрическим или тепловым методом.

Кроме того, в зависимости от стратегии, под утилизацией может пониматься непосредственная утилизация, уничтожение, обезвреживание или очистка отходов бурения.

По месту использования это может быть буровая установка, шламовый амбар, полигон утилизации отходов, либо специализированная мобильная установка.

И наконец, направление использования конечного продукта утилизации будет определять виды вторичного сырья – стройматериалы, мелиоративные или рекультивационные материалы.



Выбор способа переработки и обезвреживания нефтяных шламов зависит, в основном, от количества содержащихся в них нефтепродуктов и в каждом конкретном случае необходим дифференцированный подход с учетом как экологических, так и экономических показателей. Учитывается множество параметров: технология бурения, состав буровых отходов, транспортная схема, географическое расположение месторождения, наличие водоохранных и других специальных зон в районах геологической разведки и нефтегазодобычи, конструкция шламового амбара и т.д.

Рассмотрим немного подробнее методы утилизации, широко известные в отечественной практике.

Методы термической обработки лучше всего справляются с задачей наиболее эффективного удаления органической составляющей отходов, уменьшения объема и мобильности неорганической составляющей - солей и металлов. Суть термической обработки состоит в уменьшении токсичности и объема отходов.

Термическая переработка может быть как промежуточным звеном для уменьшения токсичности и объема отходов и их подготовки для будущей переработки или захоронения, так и завершающим этапом, используемом как процесс окончательной переработки отходов в инертную твердую фазу.

Объем отходов уменьшается кратно: с 1 куб. м шлама получается 0.3 куб.м полезной продукции – инертных материалов, которые можно применять, например, в строительстве.

Продукты термической обработки используются в дорожном строительстве, обсыпке дорог, изготовлении шлакоблоков для малоэтажного строительства, тротуарной плитки, бордюрного камня, связующих смесей, гранулированного наполнителя в бетонах (после помола твердой фазы).

Для природной среды допустима некоторая токсичность, которой может обладать продукция, полученная в результате термической обработки, за исключением случаев использования продуктов переработки буровых шламов в водоохранных зонах.

В мировой практике данный метод используется наиболее часто.

Захоронение и рекультивация

Процесс захоронения в специально отведенном месте (или в шламовом амбаре) производится с помощью перемешивания буровых отходов с грунтом или песком в соотношении 10:1. Однако такое захоронение не предотвращает загрязнения природной среды, так как содержащиеся в отходах загрязнители вследствие подвижности и высокой проникающей способности мигрируют в почвогрунты, вызывая в них отрицательные негативные процессы.

К тому же не всегда удается выбрать подходящее место, отвечающее требованиям безопасного захоронения указанных отходов.

Рекультивация шламовых амбаров производилась до недавнего времени путём засыпки их грунтом. И это так же не является надёжным и безопасным способом утилизации буровых шламов. Засыпка прерывает характерные для поверхности открытых шламовых амбаров процессы биохимического разложения и окисления загрязнителей. Кроме того, для засыпки шламовых амбаров требуется огромная масса песка, что вызывает необходимость отчуждения площадей под карьеры.

Своевременная рекультивация нарушенных земель – неотъемлемая часть вышеописанного метода. Рекультивация проводится в два этапа: инженерный (очистка поверхности почвы от промышленного и хозяйственного мусора, насыпка валов по краю шламового амбара и др.) и биологический (работы по улучшению земель, закреплению поверхностного слоя почвы посредством посева и подсева трав с применением удобрений).

К биологическим методам относится деструкция загрязняющих компонентов буровых отходов с помощью микроорганизмов. Недостатком метода является, в виду чувствительности последних к составу буровых отходов, селективность действия на различные виды загрязнений, а так же специальные условия для жизнедеятельности. Кроме того, данный метод достаточно дорогостоящий и потому не всегда его применение экономически целесообразно.

Солидификация.

Перспективным методом ликвидации буровых отходов можно считать их отверждение (солидификацию) с последующим захоронением под слой минерального грунта или использованием в хозяйственной деятельности. Глиноподобная отвердевшая масса служит как строительный материал, размолотая – как удобрение.

При солидификации очищенный (например, с помощью термообработки или, в случае его высокой минерализации, отмывки) буровой шлам смешивается в определенных пропорциях с сорбентом и цементом. В результате оставшиеся в шламе токсичные вещества связываются сорбентом и в процессе цементирования становятся нерастворимыми при любых воздействиях окружающей среды.

В качестве отвердителей применяют любые закрепляющие вещества: полимеры, формальдегидные смолы, гипс, жидкое стекло и др. Наиболее доступен портландцемент, добавка которого должна составлять не менее 10% по объему от отверждаемой массы. Для ускорения сроков схватывания его содержание увеличивают или вводят полиэлектrolиты (поваренную соль, хлористый кальций, кальцинированную соду).

Полученный продукт используется в производстве стройматериалов:

- мелкоразмерных строительных изделий (бордюров, тротуарной плитки, шлакоблоков);
- связующих смесей, используемых для устройства оснований автодорог;
- гранулированного заполнителя, используемого при производстве бетона;
- грунта для рекультивации выработанных карьеров, выравнивания рельефа местности (засыпки оврагов, балок и др.).

К недостаткам данного метода можно отнести значительный расход минерального вяжущего.

На примере ООО «Газпром добыча Астрахань», как одного из газодобывающих и перерабатывающих предприятий, можно рассмотреть целесообразность применения того или иного способа обращения с отходами бурения.

В настоящее время, не обладая собственными производственными мощностями по утилизации отходов бурения, предприятие вынуждено передавать их на переработку и хранение в специализированное предприятие ЗАО «ПК «ЭКО+». Ежегодные фактические платежи этому предприятию за оказание услуг составляют десятки миллионов рублей. В связи с этим перед руководством предприятия остро стоит вопрос внедрения той или иной схемы по обращению с буровыми отходами.

Однако не все методы, описываемые в данной статье, при всех их достоинствах, могут быть использованы для применения на территории Астраханского газоконденсатного месторождения.

Термический метод не подходит в соответствии с Протоколом совещания при генеральном директоре по вопросу обращения с нефтешламом от 24.02.2011. На данном совещании было решено не инициировать размещение на площадке Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ) установки по термическому обезвреживанию нефтешлама, в связи с высоким уровнем техногенного воздействия АГКМ на атмосферный воздух (85% от объема выброса загрязняющих веществ по области).

А применение микроорганизмов не эффективно в виду высокой минерализации шламов, что делает среду совершенно непригодной для жизни бактерий. Кроме того, даже при условии отмывки шламов от солей, поддерживать жизнедеятельность бактерий при засушливом климате и удаленности от источников пресной воды становится слишком дорого.

На наш взгляд наиболее эффективным для использования на АГКМ будет являться метод солидификации буровых шламов. Применение сорбента, производимого в этом регионе, делает этот метод также экономически наиболее выгодным.

Следует отметить, что в настоящее время не существует универсального метода утилизации буровых отходов. Существующие методы комбинируются, в практику внедряются новые способы утилизации и совершенствуются старые проверенные методы.

Несомненно, внедрение мероприятий по переработке отходов нефтедобычи в первую очередь направлено на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Однако, немаловажен и социально-экономический эффект для предприятия: уменьшение платы за размещение отходов; получение прибыли от реализации продуктов утилизации; расширение инфраструктуры рабочих профессий предприятия; создание дополнительных рабочих мест. Масштабы проблемы утилизации буровых шламов таковы, что повышение эффективности переработки буровых отходов даже на единицы процентов принесёт значительные прибыли, не говоря уже о заметном снижении воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Маркетинговое исследование рынка оборудования для утилизации буровых шламов. 2011 Research Techart Group.
2. А. Хаустов, М. Редина. Так ли безопасны нефтешламы? №3 Экология, 2012.
3. S. O. Schwarzer, Boedi Tjahjono. Environmentally Safe Disposal of Drilling Waste. // 20th Annual Convention Proceedings (Volume 2), 1991 Pages 521-526.

Коломиец В.Л.

Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ТОЛЩ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ В СУХОДОЛЬНЫХ ВПАДИНАХ ПРИБАЙКАЛЯ

Аннотация

Террасовый комплекс межгорных впадин является основным источником разведанных, поисковых и прогнозных запасов строительных песков Прибайкалья. Материалы исследований могут быть использованы на стадиях поисковых и разведочных геологических работ на строительные пески.

Ключевые слова: строительные пески, критерии поисков, генотип отложений.

Kolomiets V.L.

Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS

REGULARITIES OF CREATION OF PRODUCTIVE THICKNESSES OF BUILDING SAND IN DRY BASINS OF THE PRIBAIKALYE

Abstract

Intermountain basins terrace complex is the main source of the reconnoitered, search and expected resources of building sand in the Pribaikalye. Materials of researches can be used at stages of search and prospecting geological works on building sand.

Keywords: building sand, criteria of searches, genotype of deposits.

Пригодность песка для строительных работ определяется техническими условиями ГОСТ 8736-93. Основные требования предъявляются только к зерновому составу: определенному процентному содержанию фракций (мм) и значению модуля крупности (M_k). Так, песок, используемый в строительных штукатурно-кладочных растворах, должен содержать в процентном содержании: 1) фракция $>10 - \leq 0,5$; 2) фракция $10-5 - \leq 10$; 3) фракция $<0,14 (A_0) - \leq 20$; 4) глинистые частицы $- \leq 5-7$; 5) $M_k - \geq 1,0$.

Как видно из этих показателей, запросы по качеству строительного песка довольно жесткие, особенно это касается количества алевритово-глинистых частиц. Именно завышенное содержание A_0 в значительной степени обуславливает не очень высокий процент пригодности проб (ППП) по всему Прибайкалью (Верхнеангарская, Муйско-Куандинская, Баргузинская, Нижнетуркинская, Усть-Селенгинская, Тункинская впадины) и соответственно избирательность оценок при выборе перспективных площадей. Поэтому на поисковой стадии работ следует сосредоточиться не на генетических типах осадков в целом, как, например, с песками для производства силикатных изделий автоклавного твердения, а на фациальной изменчивости в пределах каждого генотипа, пригодного в своей массе для строительных работ.

Если для силикатных песков поисковые критерии можно представить в виде ряда «литология» – «генотип» – «группа фаций», где главная роль в оценке отводится выделению годных во всей совокупности генотипов, фациальная вариабельность которых с высокой степенью вероятности все равно не выйдет за рамки общей пригодности, то для строительных песков основная функция поискового ряда «литология» – «генотип» – «группа фаций» смещается в сторону последней составляющей [1].

Верхним размерным пределом частиц по ГОСТу является величина в 10 мм, поэтому перспективными могут считаться все генотипы осадочных образований, состоящие в основном из песков со строго зависимым содержанием пограничных литологических разностей. Такими базовыми генотипами для впадин Прибайкалья являются аллювиальные, пролювиальные, озерные отложения аквального, а также флювио- и лимногляциальные наслоения ледникового парагенетических рядов континентальных осадочных образований.

Аллювиальные и озерные отложения занимают главенствующее положение в разведанных и опоискованных месторождениях, проявлениях строительного песка данного региона. Перспективы обнаружения новых объектов самые благоприятные. Ведущим условием прогнозных оценок является выделение среди всего разнообразия аллювиального и озерного комплекса тех фациальных групп и отдельных фаций внутри групп, гидродинамический режим накопления которых дает материал, удовлетворяющий запросы ГОСТ. Наибольший интерес могут представлять группы русловых и пойменных фаций, а именно: фация прирусловой отмели, фация перекатов, фация прирусловых валов, фация пойменных русел, группа фаций смешанного озерно-речного генезиса для высоких террас и фации береговых и прибрежных отложений озерной группы. Не перспективными являются пристречневая фация (высокое содержание фракций >10 мм), фация внутренней зоны поймы, фация вторичных водоемов пойм, группа старичных фаций и фации внутренних частей озер (завышенное количество A_0).

Высокий потенциал годности присущ террасовому (I-VII) комплексу. К разновозрастным осадкам его относятся следующие месторождения и проявления строительного песка: Бурдуковское, Конфликтное, Тукалакта, Левомуйское, Старый Витим (в Муйско-Куандинской впадине); Улан-Бурга, Право-Аргадинское, Гарга, Гусиха-1, Гусиха-2, Майское, Кулдук, Сеюйское (в Баргузинской впадине), Бадар и Торы (в Тункинской котловине); Турка, Котокель, Саяпиха-1, Саяпиха-2 – на юго-восточном побережье оз. Байкал (Нижнетуркинская депрессия), Шергинское в Усть-Селенгинской впадине. Отдельные из этих месторождений, в частности Тукалакта (площадь – 33 км², вскрытая мощность полезной залежи – 20 м, запасы – 880 млн. м³), Левомуйское (11 км², 20 м, 209 млн. м³), Бурдуковское (35 км², 20 м, 150 млн. м³), Улан-Бурга (3 км², 20 м, 42 млн. м³), Бадар (15 км², 3 м, 45 млн. м³), Турка (10 км², 2,8 м, 28 млн. м³), Саяпиха-1 (6,5 км², 2,4 м, 15,6 млн. м³) по «Инструкции применения классификации запасов и месторождениям песка и гравия в Госкомитете по запасам России» относятся к I группе и характеризуются как крупные.

Проллювиальные отложения. ППП ниже среднего и имеет примерно равные значения по всем впадинам. Нормы ГОСТ в натуральном виде удовлетворяют фации периферийной зоны предгорных шлейфов и конусов выноса, а также разрозненные маломощные горизонты вершинной зоны, сложенные разнотекстурным песком с небольшим количеством более крупных обломков. Значение этого генотипа в целом значительно возрастет при фракционировании отложений с получением песко-отсева. Таковыми являются проявления Гужиры, Хобок, Ихэ-Ухгунь из Тункинской впадины, которые рекомендуются для использования в районном масштабе.

Ледниковые отложения. Ситуация с прогнозными показателями та же, что и для проллювиальных образований. Пригодны выборочно – ППП низкий. В литолого-фациальном плане более перспективны лимногляциальные отложения, где по проявлению Нилова Пустынь в Тункинской впадине ППП равен 95,2. Весомость ледниковых осадков возрастет при их фракционировании с попутным извлечением песко-отсева.

Несмотря на то, что размерность частиц слагающих *эоловый тип осадков* полностью заключена в обозначенных рамках стандарта, из базового перечня он исключен, так как их медианный диаметр всегда смещен в сторону мелких частиц и находится в поле мелко-тонкозернистых песков (средние значения $M_d=0,13-0,16$ по всем впадинам). Это обстоятельство не позволяет дать каких-либо рекомендаций по использованию ветровых отложений в строительных работах даже с применением технических средств (дополнительного фракционирования или укрупняющих добавок) по причине необоснованного удорожания конечного продукта.

Таким образом, из разведанных, опробованных и прогнозных запасов строительных песков Прибайкалья самыми перспективными являются речные и озерно-речные отложения террасового комплекса. Они имеют наибольшее площадное распространение, для них характерна выдержанность строения, постоянство состава, большая мощность полезных горизонтов, крупные запасы, исчисляемые десятками и сотнями миллионов кубических метров. Осадки проллювиального, ледникового и эолового генезиса являются второстепенными объектами, но, все-таки обладают определенным значением при совокупной разработке для получения различных видов продукции. Несмотря на принадлежность исследуемой площади к району оз. Байкал и обострение экологических проблем, отработка месторождений (в первую очередь террасового комплекса впадин) не повлечет за собой значительных ландшафтных изменений. Добыча может вестись круглогодично механизированным карьерным способом, что всецело удовлетворит запросы стройиндустрии не только Бурятии, но и соседних территорий. Неограниченные запасы, наличие сети железных и автомобильных дорог позволит также производить вывоз нерудного сырья за пределы Восточно-Сибирского региона.

Литература

1. Коломиец В.Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны: Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. – Иркутск, 2010. – 18 с.

Коломиец В.Л.¹, Будаев Р.Ц.²

¹Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН; ²Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН

СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ И ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЛКОГО ЗОЛОТА «МУХОР-ГОРХОН» (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Аннотация

Палеопотамологические исследования в долине руч. Мухор-Горхон показали, что горный рельеф здесь существует довольно длительное время, гидрологические параметры палеоручья были близки к современному. В россыпи выявлено значительно количество мелко- и тонкозернистого золота (17-18%) и несколько меньше – пылевидного и тонкодисперсного (5-6%). Материалы исследований могут быть использованы на стадиях поисковых и разведочных работ на россыпное золото.

Ключевые слова: россыпное золото, золотое оруденение, осадочная толща, мелкие и тонкие фракции золота.

Kolomiets V.L.¹, Budaev R.Ts.²

¹Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS; ²Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS

STRUCTURAL AND MATERIAL COMPOSITION AND PROBABLE RESERVES OF THE DEPOSIT OF FINE GOLD "MUKHOR-GORKHON" (WESTERN TRANSBAIKALIA)

Abstract

The paleopotamological studies in the valley of the Mukhor-Gorkhon Creek showed that the mountainous relief exists here for rather long, and the hydrological parameters of paleocreek were close to the present-day ones. The significant amounts of fine-grained gold (17-18%) and a bit less of dust-like and finely dispersed one (5-6%) have been revealed in the placer. Materials of researches can be used at stages of search and prospecting works on placer gold.

Keywords: placer gold, gold mineralization, sedimentary deposits, small and fine gold fractions.

Месторождение мелкого золота «Мухор-Горхон» расположено в долине одноименного ручья, левого притока р. Курба, в приводораздельной части хр. Улан-Бургасы (Западное Забайкалье). Оно принадлежит Ямбуй-Абага-Толутайскому золотороссыпному узлу, включающему в себя ряд мелких месторождений. Золотодобыча в этих краях ведется более ста лет [1]. Характерной особенностью рассматриваемых россыпей являются относительно небольшие запасы полезного компонента, высокая глинистость отложений и существенная доля в них мелких и тонких фракций золота.

Исследованный район расположен в области средне- и низкогорного рельефа, глубина эрозионного вреза достигает 300-400 метров. Вершины гор куполообразные, сглаженные, часто покрыты крупноглыбовыми курумами с редкими останцами выветривания. Слаборасчлененные склоны гор имеют выпукло-вогнутый продольный профиль. Долины U-образные и трапециевидные, в зависимости от порядка водотоков ширина их днищ колеблется от 0,1 до 1,3 км. Продольные уклоны долин изменяются от 7-8 до 10-12 м/км. Мощность аллювиальных отложений достигает при этом 2-6 м.

В геологическом строении территории принимают участие раннепалеозойские гранитоиды витимканского комплекса и венд-кембрийские известняки, доломиты, микросланцы, вулканиды кислого и среднего составов. Золотое оруденение связано с маломощными кварцевыми жилами и прожилками среди гранитоидов.

Геологическое строение россыпи нами изучено в 8 км выше устья руч. Мухор-Горхон. Днище долины на этом участке занято поймой, а в прибортовых частях – узким коллювиально-делювиальным подгорным шлейфом. Вертикальный разрез осадков в этой части россыпи имеет следующий вид (сверху вниз):

- 1) почвенно-растительный слой мощностью 0,2 м;
- 2) песок гравелистый с редкой галькой мощностью 0,5 м;
- 3) гравийно-галечные отложения с валунами, с глинисто-песчаным заполнителем мощностью 0,6 м;
- 4) валунные галечники с песчаным заполнителем мощностью 1,1 м;
- 5) галечно-валунно-гравийные отложения с песчаным заполнителем мощностью 0,85 м;
- 6) гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем, с примесью валунов мощностью 1,25 м;

7) плотик, представленный гранитоидами, с зоной дезинтеграции мощностью до 10 см.

Общая мощность отложений равна 4,5 м.

В строении толщ принимают участие отложения расширенного спектра – от гравийно-галечно-песчаных осадков (средневзвешенный размер частиц, x равен 15,97-21,12 мм), гравийных галечников ($x=13,13$ -18,96) до гравелистых песков ($x=5,83$) мощностью 0,7 м, перекрывающих с поверхности более крупный субстрат. Механический состав породы характеризуется следующим соотношением основных градаций: валуны – до 5%, галька – 7,1-50,7% с преобладанием средней размерности (фракция 40-20 мм), гравий – 11,8-25,0% с доминантой мелкого (фракция 5-2,5), песок – 29,2-71,2% большей частью крупный (фракция 1,25-0,63), грубый (2,5-1,25) и средний (0,63-0,315). Алевритово-глинистая часть находится в пределах 0,9-17,3% (см. рисунок).

Внешний облик псефитовой составляющей характеризуется сплюсненно-сфероидной (32,9%), продолговато-сфероидальной (22,4%), сферической (21,0%), плосковытянутой сфероидальной (14,5%), и дисковидной (6,6%) формами. Единичны плоско вытянутые диски (2,6%). Коэффициент окатанности очень низок – 1,01, преобладают частицы первого (43,4%) и нулевого (32,9%) класса окатанности, меньшее количество принадлежит второму (13,2%) и третьему классам (10,5%).

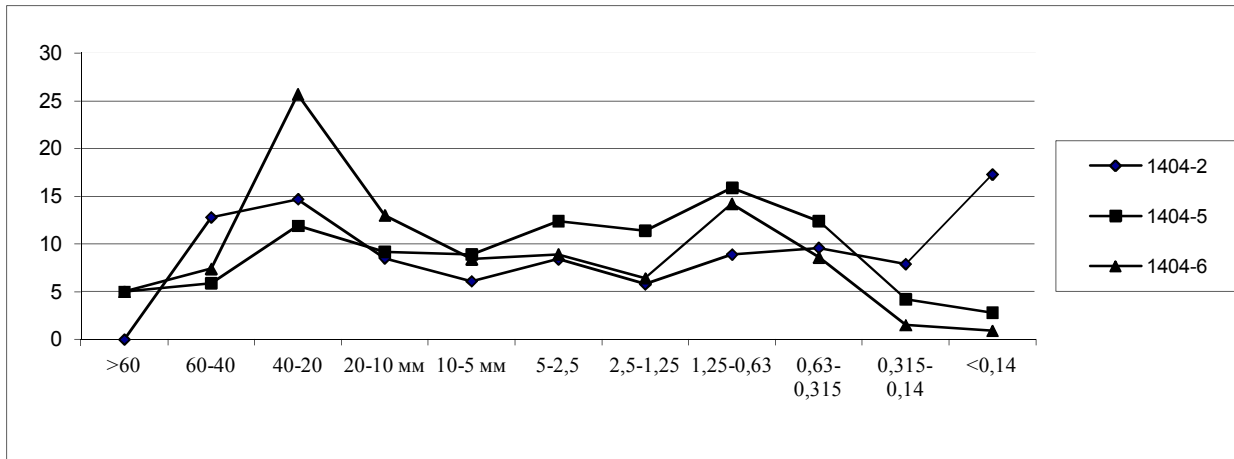


Рис.1 Гранулометрический состав рыхлых отложений (продуктивный золотоносный пласт). Ось Y – процентное содержание фракций; ось X – размер фракций, мм, частный остаток на ситах, %; 1404-2 – номер пробы

Отсортированность отложений – от очень плохой до отсутствия таковой (коэффициент сортировки Траска $S_0=3,61$ -8,6; стандартное отклонение $\sigma=5,83$ -29,42), асимметрия положительна ($S_k<1$; $\alpha>0$) со сдвинутой модой осадка в сторону крупных частиц, эксцесс положителен ($\tau=0,4$ -13,64). Коэффициент вариации не превышает показатель 2,18. Такое положение основных гранулометрических параметров указывает на относительно стабильные динамические условия среды седиментации и ее повышенный энергетизм. Аккумуляция осадков могла осуществляться постоянным слабоподвижным – подвижным извилистым потоком (ф-критерий устойчивости русел составляет менее 500 ед.) горного низкоградного типа (число Фруда $Fr=0,4$ -0,5) в обычных условиях состояния ложа с некоторыми неправильностями в направлении струй течения и рельефе дна (коэффициент шероховатости $p=21$ -28), со срывающими скоростями 0,7-1,8 м/с, скоростями отложения 0,4-1,15 м/с, поверхностными скоростями течения 1,1-3,1 м/с, уклонами водного зеркала 6,5-9,9 м/км, глубинами 0,35-1,9 м, с турбулентным режимом осаднения, переносом в виде донного волочения и качения, а также сольфацией, что подтверждается значениями универсального критерия Ляпина ($\beta=0,6$ -0,7). В фациальном отношении описываемую толщу можно соотносить с русловой группой речной макрофации.

Современная ширина русла ручья Мухор-Горхон составляет 3-7 м, глубина воды в русле 0,05-0,1 м на перекатах и до 0,6 м в плесовых ложинах. Средний уклон дна долины 10,3 м/км. Имеет очень низкие берега, что позволяет полым и дождевым водам часто растекаться по всей ширине поймы на 20-40 м, чем вызвано ее заболачивание.

Таблица 1 Медианная крупность и распределение золота по классам крупности в технологических пробах месторождения «Мухор-Горхон»

№№ проб	Медианная крупность золота, мм	Массовая доля золота, %				
		<0,25 мм	-0,25+0,1 мм	-0,1+0,071 мм	- 0,071 мм	<0,01 мм
1404 - 4	0,42	25,94	21,68	2,34	1,92	0,50
1404 - 5	0,68	22,88	18,22	3,45	1,21	0,50
1404 - 6	2,21	17,72	10,26	4,02	3,44	1,20
1404 - 7	1,71	4,32	3,21	0,97	0,14	0,01
1404 - 8	2,68	18,28	15,31	2,38	0,59	0,20
1404 - 9	2,04	27,20	25,04	1,44	0,72	0,10
1404 - 10	0,88	3,20	1,70	0,96	0,54	0,10
1404 - 1	0,60	37,44	20,25	3,92	13,27	2,70

Изученные отложения по гранулометрическим характеристикам и медианной крупности можно отнести к легкопромывистым. Массовая доля илисто-глинистой фракции крупностью менее 0,1 мм в них составляет более 25%. Золото установлено во всех литологических разновидностях отложений, при этом наблюдается закономерное увеличение его концентраций вниз по разрезу (см. таблицу).

Массовая доля мелкого и тонкого золота (фракции менее 0,25 мм) достигает 17-18 %, что сопоставимо с данными по ситовому анализу золота, извлеченного при промывке песков. Массовая доля пылевидного и тонкодисперсного золота достигает 4-5%.

В заключении следует отметить, что в аллювии руч. Мухор-Горхон содержится значительное количество илисто-глинистых отложений, но, тем не менее, они относятся к легкопромывистым. Использование при добыче гидроэлеваторных промприборов ведет к потере тонкозернистых фракций золота и формированию техногенных россыпей.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES**Бедняк С.Г.¹, Тиханов А.А.²**¹Кандидат педагогических наук, доцент, ²студент, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ****Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы автоматизированного тестирования, на сегодняшний день являющегося очень востребованным направлением в сфере разработки программного обеспечения. Многие предприятия с целью повышения качества выпускаемых продуктов и оптимизации процессов тестирования внедряют автоматизацию.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, автоматизированное тестирование, Web – приложение.

Bednyak S.G.¹, Tikhanov A.A.²¹Candidate of pedagogical sciences, associate professor, ²student, Volga region state university of telecommunications and informatics**AUTOMATION OF PROCESSES OF TESTING WEB- APPLICATIONS****Abstract**

In article questions of the automated testing today being very demanded direction in the sphere of development of the software are considered. Many enterprises for the purpose of improvement of quality of let-out products and optimization of processes of testing introduce automation.

Keywords: the software testing, the automated testing, Web – the appendix.

Неотъемлемой частью разработки программного обеспечения (ПО) является тестирование. Тестирование программного обеспечения – это процесс исследования программного обеспечения с целью получения информации о качестве продукта.

Актуальность темы связана с тем, что с увеличением сложности проекта многие компании задумываются о внедрении автоматизированного тестирования, которые призвано оптимизировать процессы тестирования, сделать его более быстрым и эффективным. Существует большое количество инструментов для автоматизированного тестирования web - приложений как платных, так и бесплатных.

Новизна и ценность работы состоит в том, что она описывает процесс внедрения автоматизации тестирования как с технической, так и не с технической точки зрения. С технической точки зрения описываются инструменты, методологии, шаблоны проектирования которые используются для составления доменной модели приложения, а так же для составления самих автоматических тестов. С нетехнической стороны описываются процессы взаимодействия команд разработки и тестирования до и после внедрения автоматизации, а так же затраты со стороны компании.

Автоматизированное тестирование обладает множеством достоинств, связанных главным образом с высокой скоростью выполнения тестов и возможностью выполнять однотипные тесты снова и снова.

Проект разрабатывается на платформе Microsoft ASP.NET, на MVC(Model-View-Controller) фреймворке. MVC – это шаблон проектирования при разработке Web- приложений, который разделяет модель данных, пользовательский интерфейс и бизнес-логику приложения на разные части и позволяет при изменении одной из частей минимально затрагивать остальные части. Одной из концепций MVC является разделение ответственности, что позволит проводить более тщательное модульное(unit) тестирование на стадии разработки проекта.

В качестве Web- сервера используется Internet Information Server(IIS), поддерживается IIS 6 версии и старше. В качестве базы данных используется Microsoft SQL Server 2005/2008/2008R2.

Для связи приложения с базой данных используется технология, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированного программирования(ORM- Object Role Model), создавая «виртуальную объектную» базу данных. В качестве ORM используется NHibernate, это ORM решение для платформы Microsoft .NET, портированное с Java.

Система является кроссбраузерной, то есть работает под всеми современными браузерами, а так же поддерживает некоторые старые, такие как Internet Explorer 7.

Для того чтобы понять необходимость внедрения автоматизации тестирования на проект, нужно сначала составить спектр задач, который придется выполнять тестирующему вручную, в контексте только функционального тестирования:

- дымовое тестирование – это минимальный набор тестов, проверяющих явные ошибки. Задача дымового тестирования проверить все Web страницы приложения на то, что все обновилось корректно.
- тестирование нового/измененного/исправленного функционала системы.
- регрессионное тестирование. Это тестирование уже ранее протестированных участков программы на наличие ошибок, вызванных изменением какого-либо модуля программы.

В идеале необходимо после каждого обновления программы проводить полное регрессионное тестирование продукта. Но на практике это возможно далеко не всегда, возможность проведения регрессионного тестирования обратно пропорциональна величине и сложности разрабатываемого проекта. К тому же, если Web - приложение заявлено как кроссбраузерное, то все эти действия необходимо будет повторить под всеми поддерживаемыми системой браузерами, вследствие чего весь объем работ умножается на количество поддерживаемых браузеров.

Внедрение автоматизации приведет к многократному снижению затрат компании на тестирование своего продукта, уменьшит сроки проведения тестирования, ведь не нужно будет последовательно выполнять все эти рутинные операции, а можно будет запустить в параллельном режиме выполнение автоматических тестов сразу под несколькими браузерами и на нескольких операционных системах.

Для того чтобы оптимизировать работу над написанием тестов и сократить сроки разработки предлагается использовать средства самодокументирования кода в среде Visual Studio. Это позволит избежать написания одинаковых тест - кейсов, отличающихся лишь небольшим набором параметров, позволив сосредоточиться над технической реализацией доменных команд и подготовкой тестовых данных.

При создании доменной модели приложения был проведен анализ предметной области, выявлены абстрактные типы, которые используются в качестве тестовых данных и были написаны соответствующие библиотеки, описывающие web-страницы приложения в виде доменной модели с использованием шаблона проектирования Page object. Было проведено исследование на предмет возможности использования API для многопоточного программирования для создания и параллельного исполнения автоматических тестов. Были изучены принципы и этапы взаимодействия команд разработки и тестирования, и выявлены основные тенденции изменения и оптимизации работы обеих команд после внедрения автоматизации.

Выполненные работы позволили автоматизировать процессы тестирования, уменьшить временные затраты на проведение тестирования и повысить качество программного продукта.

Литература

1. Тестирование и качество ПО [Электронный ресурс]/гл. ред. Баранцев А. В.; 2012. URL: <http://software-testing.ru/> (дата обращения 17.04.2013).

Бревнова А.Д.¹, Шмыгалев А.С.², Гулько А. Я.³, Корсаков А.С.⁴, Жукова Л.В.⁵

¹Магистрант; ²аспирант; ³магистрант; ⁴кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет; ⁵профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ФОТОННЫХ ИК-СВЕТОВОДОВ НА ОСНОВЕ ДЕФЕКТНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Аннотация

Сегодня для работы в среднем и дальнем ИК-диапазоне необходимы оптические материалы с такими свойствами, как широкий диапазон спектрального пропускания, малые оптические потери, фотостойкость, высокая пластичность и негигроскопичность. В связи с этим были разработаны новые кристаллы на основе твердых растворов системы $Ag_{1-x}Tl_xBr_{1-x}I_x$. На основании разработанных кристаллов методом экструзии изготавливаются фотонные ИК-световоды для широкого применения. Данное исследование посвящено изучению свойств полученных кристаллов и световодов.

Ключевые слова: ИК-световоды; галогениды серебра и таллия (I); показатель преломления; диапазон пропускания; оптические потери в световодах.

Brevnova A.D.¹, Shmygalev A.S.², Gulko A.Y.³, Korsakov A.S.⁴, Zhukova L.V.⁵

¹Master student; ²postgraduate student; ³master student; ⁴PhD in Chemistry, Senior Researcher, Ural Federal University; ⁵professor, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Ural Federal University.

STUDY OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF IR WAVEGUIDES BASED ON DEFECTIVE CRYSTALS

Abstract

Presently, for operating in the Middle and Far infrared, there exists a need in optical materials possessing such properties as wide transparency range, reduced optical losses, photostability, high plasticity, and non-hydroscopicity. That is why we developed new crystals based on $Ag_{1-x}Tl_xBr_{1-x}I_x$ system solid solutions. The photonic infrared fibers for widespread application are extruded from the crystals elaborated. Current research is devoted to the investigation of designed crystals and fibers properties.

Keywords: IR fibers; silver and thallium (I) halide; refraction index; transparency range; optical losses.

Показатель преломления кристаллов

Знание показателя преломления, а также его зависимости от длины волны проходящего излучения является обязательным при работе с оптическими материалами. Для простых твердых растворов галогенидов серебра ранее были проведены исследования показателя преломления n . Однако для галогенидов серебра, легированных таллием, таких исследований не проводилось.

Определение показателя преломления для системы $Ag_{0,97}Tl_{0,03}Br_{0,97}I_{0,03}$ проводилось дифференциальным методом с помощью интерферометра Майкельсона [1]. Была найдена зависимость изменения интерференционного порядка, вызванного поворотом образца на угол θ , от величины этого угла (рис. 1).

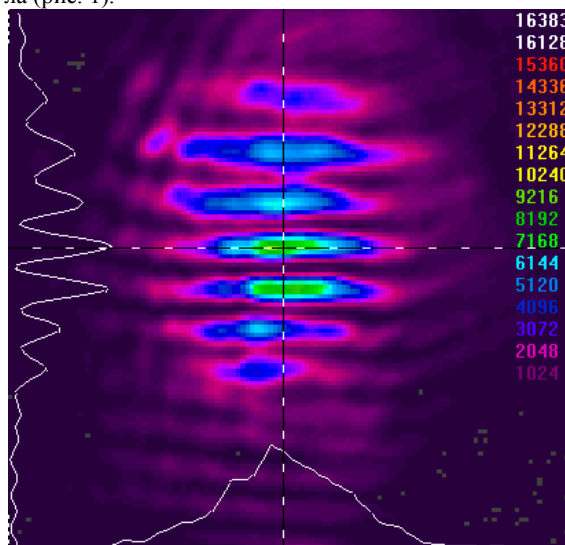


Рис. 1. Интерференционная картина, полученная при прохождении излучения с длиной волны 10,6 мкм через пластину $Ag_{0,97}Tl_{0,03}Br_{0,97}I_{0,03}$ толщиной 300 мкм

Процедура определения показателя преломления данным методом следующая: в интерферометр запускается излучение заданной длины волны (в данном случае $\lambda=10,6$ мкм); образец, закрепленный на высокоточном вращающемся держателе, устанавливается нормально к падающему лучу; затем образец медленно вращается и регистрируется изменение интерференционного порядка.

После проведения серии измерений строится график зависимости числа интерференционных максимумов от угла падения излучения (рис. 2). Чем больше количество измерений, тем выше точность определения показателя преломления. Данные для построения зависимости приведены в табл. 1. На практике наблюдается небольшой разброс значений, поэтому усредним график с помощью линии тренда.

Таблица 1. Результаты измерений угла, дополнительного к углу падения излучения (θ) и числа интерференционных максимумов (m).

Угол падения излучения (θ)	Число интерференционных максимумов (m)
-17,5	1
-24,5	2
-30	3
-45	7

-70	17
-80	23
90	29
80	23
70	17
45	7
30	3
24,5	2
17,5	1

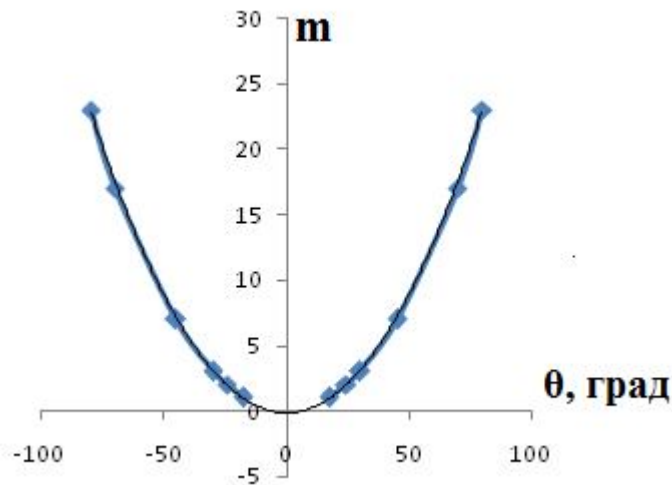


Рис. 2. График зависимости числа интерференционных максимумов от угла падения излучения. Толстая линия – экспериментальная кривая, тонкая линия – аппроксимирующий полином. Уравнение аппроксимирующей линии полинома - $y = 0,003x^2 - 0,198$, величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,998$

Снимая с усредненного графика значение угла падения и соответствующее ему число интерференционных максимумов и подставляя в уравнение (1), получаем значение показателя преломления образца.

$$n_s = \frac{\alpha^2 - 2(1 - \cos\theta)\alpha + 2(1 - \cos\theta)}{2(1 - \cos\theta - \alpha)}, \quad (1)$$

где, $\alpha = \frac{m \cdot \lambda_0}{2 \cdot l_s}$, m – число порядка интерференционного максимума, λ_0 – длина волны падающего излучения, мкм; l_s – толщина образца, мкм; θ – угол вращения от нормального падения, град.

В результате получено значение показателя преломления образца $n = 2,3$.

Результаты измерения показателей преломления ранее исследованной системы AgCl - AgBr приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели преломления кристаллов некоторых составов на длине волны 10,6 мкм

Состав	AgCl	AgBr	AgCl _{0,25} Br _{0,75}	AgCl _{0,5} Br _{0,5}	AgCl _{0,75} Br _{0,25}
Показатель преломления n	1,978	2,213	2,201	2,02	1,99

Диапазон пропускания световодов

Далее было проведено измерение диапазона пропускания световодов состава AgCl_{0,75}Br_{0,25} (рис. 3, линия 1) и Ag_{0,97}Tl_{0,03}Br_{0,97}I_{0,03} (рис. 3, линия 2). Спектр пропускания снят на ИК-Фурье спектрометре IR Prestige – 21 (Shimadzu). ИК-спектр получали в диапазоне от 1,28 мкм до 41,6 мкм. Для измерения спектрального пропускания световоды длиной 0,5 м полировали с двух сторон, оконцовывали (устанавливали SMA-коннекторы) и подключали к устройству “fiber coupler”, установленному непосредственно в кюветное отделение спектрометра.

AgCl_{0,75}Br_{0,25}

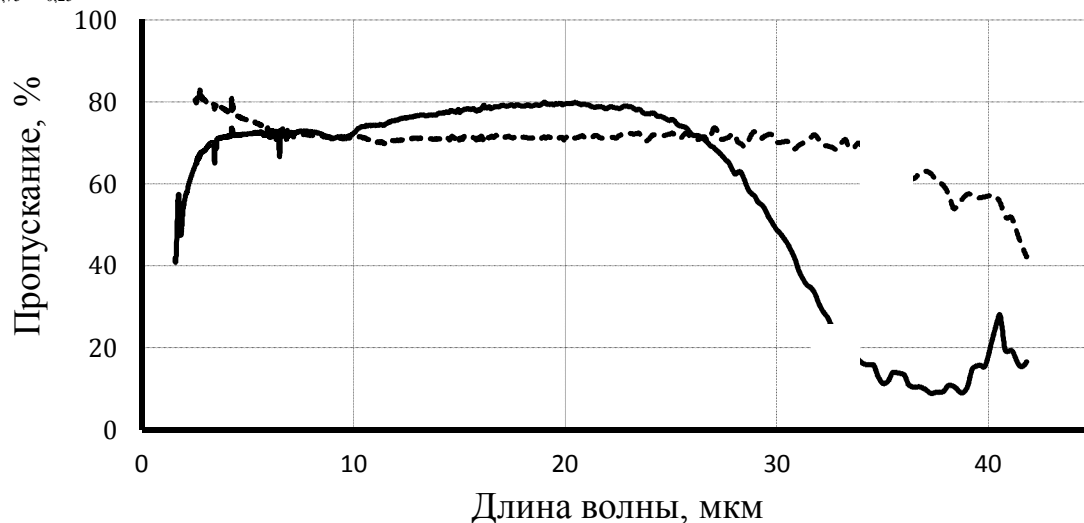


Рис. 3. Спектральное пропускание световодов Ag_{0,97}Tl_{0,03}Br_{0,97}I_{0,03}

По рисунку 3 видно, что диапазон пропускания световодов, легированных таллием значительно шире, чем у световодов состава AgCl_{0,75}Br_{0,25}.

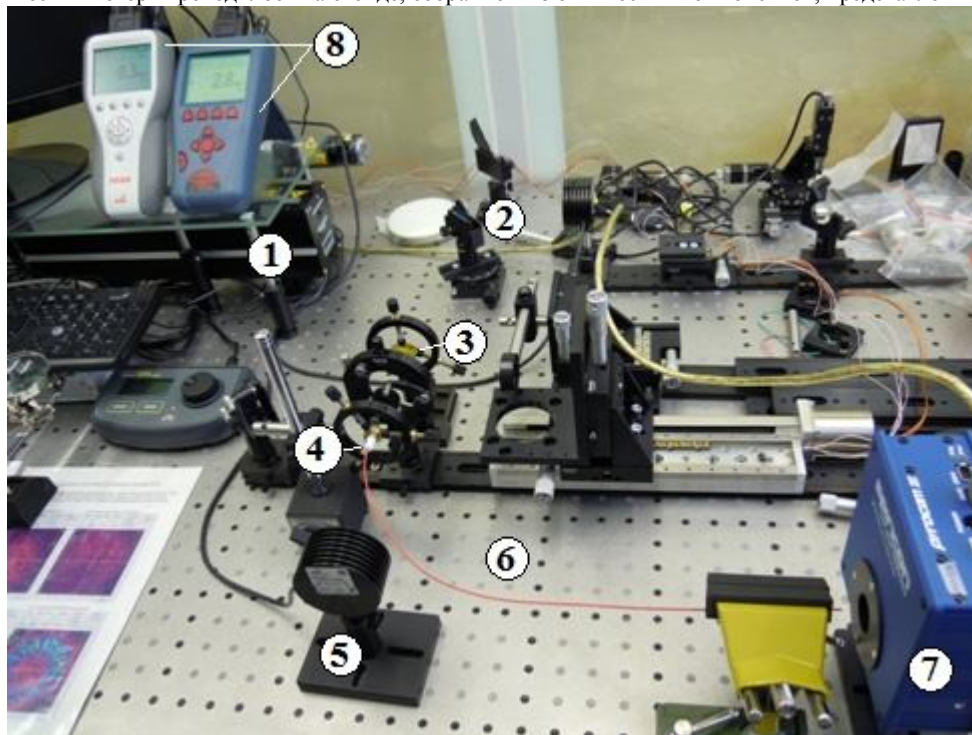


Рис. 5. Стенд для измерения оптических потерь: 1 – CO₂-лазер; 2 – Si окно; 3 – ZnSe линза; 4 – держатель ИК-волокна; 5 – термоголовка; 6 – ИК-световод; 7 – CCD камера Spiricon; 8 – дисплеи термоголовок

Расчет оптических потерь (α) на метр волокна производился методом отрезков по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{1}{l_2 - l_1} \cdot 10 \cdot \lg \frac{p_2}{p_1}.$$

где l_2 – длины образца световода, l_1 – длина отрезка образца световода; p_1 и p_2 – значения мощности излучения на входе в ИК-световод и на выходе из световода и его отрезка, соответственно.

Оптические потери в ранее полученном волокне AgCl_{0,75}Br_{0,25} составили 0,55 dB/м. Потери в волокне нового состава Ag_{1-x}Tl_xBr_{1-x}I_x показали лучший результат – 0,1 dB/м [2].

Исследования функциональных свойств разработанных ИК-кристаллов и фотонно-кристаллических световодов на их основе были проведены на уникальном оборудовании инновационно-внедренческого центра «Центр инфракрасных волоконных технологий». Исследования показали, что новые световоды состава Ag_{1-x}Tl_xBr_{1-x}I_x обладают лучшими характеристиками, чем разработанные ранее световоды AgCl_xBr_{1-x}. Волокно, легированное таллием имеет более широкий диапазон пропускания и более низкие оптические потери.

Литература

1. Millo, A. Single-mode index-guiding photonic crystal fibers for the middle infrared/ A. Millo, L. Lobachinsky, A. Katzir// Photonics Technology Letters, IEEE – 2008. Vol. 20, no. 10, pp. 869-871.
2. Zhukova, L. Photonic crystalline IR fibers for the spectral range of 2-40 μ m/ L. Zhukova, A. Korsakov, A. Chazov, D. Vrublevsky, V. Zhukov// Applied Optics - 2012. Vol.51. No.13. P. 2414-2418.

Васильева И.В.

Кандидат технических наук, доцент, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО И ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы в организации питания детей дошкольного и школьного возраста, отмечены серьезные нарушения принципов построения рационального питания. Решением данной проблемы может стать разработка и применение инновационных технологий производства продуктов питания для детей CapKold, а также оптимизация рационов питания путем обогащения продуктов биологически активными веществами растительного происхождения.

Ключевые слова: питание школьников, инновационные технологии, оптимизация рационов, биологически активные вещества.

Vasileva I.V.

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Plekhanov Russian University of Economics

THE APPLICATION OF INNOVATIVE AND ENVIRONMENTALLY CLEAR TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF FOOD PRODUCTS FOR CHILDREN OF PRESCHOOL AND SCHOOL AGE

Abstract

The article considered the problems of organization of the nutrition of children under-school and school age, marked many serious violations of the principles of building a balanced diet. Solution of this problem may be the development and application of innovative technologies for production of food products for children CapKold, as well as optimization of diets by fortification of biologically active substances of plant origin

Keywords: nutrition of schoolchildren, innovative technologies, optimization of rations, biologically active substances.

Из материалов Государственного доклада «О положении детей в Российской Федерации» следует, что во многом ситуация, сложившаяся в сфере питания детей дошкольного и школьного возраста не может быть оценена как благоприятная [1].

Рационы детей характеризуются дефицитом полиненасыщенных жирных кислот на фоне избыточного поступления животных жиров, выраженным дефицитом большинства витаминов, недостаточностью поступления ряда минеральных веществ

и микроэлементов, в первую очередь, кальция, железа, йода, фтора, селена, цинка. Остро стоит вопрос, связанный с недостаточным потреблением пищевых волокон.

Дефицит основных нутриентов является причиной нарушений состояния здоровья школьников, выражающихся, в частности в задержке роста, анемии, кариесе, остеопорозе, болезнях желудочно-кишечного тракта.

Однако, несмотря на положительные тенденции, отмеченные за последние годы, питание большинства детского населения не соответствует принципам здорового питания.

Согласно данным РАМН, неправильное или неполноценное питание детей и подростков является основным и самым мощным разрушающим здоровьем фактором.

Безусловно, здоровье подрастающего поколения определяется многими факторами, в том числе наследственностью, уровнем медицинского обслуживания, состоянием окружающей среды, но самое главное - образом жизни (50-60%), включая питание.

Правильно организованное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, в том числе старшего возраста, способствует формированию защитных сил организма, укреплению здоровья, повышению работоспособности старшеклассников, профилактике заболеваний, связанных с нарушением питания.

Подростковый возраст - важнейший этап развития организма. В этот период завершается формирование скелета, происходит гормональная перестройка, а нервно-психическая сфера претерпевает существенные изменения, связанные с обучением.

Высокая скорость роста подростков и интенсивные процессы обмена веществ требуют постоянного поступления с пищей достаточного количества белка, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и микроэлементов. Однако исследования последних лет свидетельствуют о существенных отклонениях от норм обеспеченности подростков целым рядом пищевых веществ, в первую очередь, витаминами А, С, В₂, железом, кальцием, йодом, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами. Вследствие нарушения принципов рационального питания ухудшаются показатели здоровья и антропометрические характеристики подростков. Указанные нарушения могут служить факторами риска развития заболеваний желудочно-кишечного тракта, аллергической патологии, болезней обмена веществ, прежде всего, ожирения, анемии и остеопороза.

Результаты выборочных исследований свидетельствуют, что в настоящее время не более 5% детей старшего подросткового возраста можно считать абсолютно здоровыми. Почти у 60% детей выявляются хронические заболевания. Одной из причин ухудшения здоровья подростков, наряду с недостатками в организации и осуществлении контроля за ростом и развитием детей, является весьма низкий уровень образования в вопросах здорового питания [3].

Решение проблемы питания детей школьного возраста и подростков связано с реализацией концепции: организация питания в общеобразовательных учреждениях в соответствии с нормативными требованиями при общем региональном обеспечении детей школьного возраста и подростков высококачественными продуктами питания со сбалансированным составом.

Реализация концепции проводится на основе:

- разработки новых продуктов с учетом экологических, демографических и социальных особенностей региона;
- ориентация на региональную структуру общеобразовательных учреждений;
- разработки мер социальной поддержки отдельных категорий обучающихся в части обеспечения их бесплатным и льготным питанием;
- координация с планом перспективного развития региона.

Необходимым условием решения проблемы питания является разработка инновационных технологий продуктов для детей дошкольного и школьного, их промышленного производства и включения их в общие рационы питания [2].

Общественное питание на предприятиях, и, особенно в школах, позволило обеспечить полноценное питание во время рабочего дня и учёбы, создать нормальный режим для здоровья.

Комбинат школьного питания служит центром производства продукции питания, характеризующийся высокой производительностью и максимальной степенью индустриализации производства.

Целью внедрения централизованного питания являются:

- повышение качества школьного питания, за счет повышения качества используемого сырья, организации всестороннего входящего и исходящего контроля сырья и производимой продукции;
- организация питания школьников города в соответствии с единым специально разработанным рационом питания, включая обогащенные продукты питания;
- максимальная централизация производства школьного питания в городе;
- поддержка локальных производителей сельхозпродукции;
- внедрение передовых технологий для централизованного обеспечения питанием всех социальных структур.

При реализации федеральной программы модернизации школьного питания каждый субъект РФ для себя сам выбирал пути реализации данной программы. Одни производили замену морально и физически устаревшего технологического оборудования на новое и перспективное, другие пошли путем индустриализации школьного питания за счет внедрения крупных централизованных производств (комбинат питания, фабрика-кухня, заготовочные цеха) или организации локальных небольших производств на базе имеющейся столовой (школьно-базовые столовые). И на этапе внедрения централизованного производства продукции вставал вопрос - какую технологию выбрать?

В настоящее время существуют несколько популярных технологий, у которых есть свои плюсы и минусы:

✓ *Полуфабрикаты овощные, рыбные, мясные*

Недостаток: низкая экономическая эффективность;

✓ *Готовые горячие обеды (развоз в термосах)*

Недостаток: сложная логистика доставки готовых обедов, т.к. необходимо в течении 2-х часов организовать доставку во все школы;

✓ *COOK & FREEZE (Приготовить и заморозить)*

Недостаток: потеря качества размороженного готового блюда;

✓ *COOK & CHILL (Приготовить и охладить)*

Недостаток: сложность в организации санитарного контроля при не высокой производительности [2].

Многие технологии базируются на старом фундаменте в организации питания школьников в сочетании с новинками технологического оборудования.

Специфика блюд Российской кухни достаточно сложна для внедрения её в цикл индустриального питания. К примеру, большие сложности возникают с централизованным производством и дозированием заправочных супов (борщ, щи, солянка), так как продукт имеет две фракции и его сложно дозировать. Такой проблемы не возникает в Европе и США, т.к. в основном там реализуются протертые супы с единой моно-фракцией.

Среди новинок технологий индустриального питания школьников можно видеть такую технологию как CapKold (промышленный COOK & CHILL). Эта технология наиболее подходит к специфике нашей кухни. Она также характеризуется:

- Высокой экономической эффективностью;
- Снижением издержек по сравнению с традиционным приготовлением пищи на 50%;
- Обеспечением стабильности качества готовой продукции;
- Сокращением количества персонала в 5-6 раз;
- Минимизацией возможностей злоупотреблений;
- Обеспечением повышенных санитарно-гигиенических условий производства;
- Бесконтактным методом производства продукции (без контакта человека с продуктом);
- Снижением расходов на электроэнергию в 4 раза.

Недостаток: высокий уровень начальных инвестиций, т.к. оборудование этой технологии относится к промышленному классу оборудования.

В двух регионах России эта технология успешно внедрена в организацию централизованного школьного питания.

Также существуют проблема организационного плана. Во Франции в процессе организации питания и приготовления блюд от начальной стадии до момента реализации в школе, занято 3 человека на 120 школьников. Пропорция в нашей стране - 30:120.

Еще одним, очень важным условием обеспечения здорового питания детей является наличие исходных требований по безопасности и качеству биологически активных веществ для применения в продуктах детского питания на основе их изучения и систематизации.

Правительство РФ утвердило 25 октября 2010 г. «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» (№ 1873-р). Одной из основных задач, определенных этим документом, является «развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.)» [4].

Научно доказано, что лечебное и профилактическое действие растений обусловлено наличием в их составе различных биологически активных веществ, которые при поступлении в организм проявляют физиологически активные свойства.

Природные биологически активные вещества растительного происхождения применяются в отечественных продуктах детского питания в составе фитоингредиентов, входящих в рецептуры.

В таблице 1 приводится перечень продуктов детского питания на молочной основе, разработанных Институтом детского питания РАСХН, в рецептурах, в которых, используются ингредиенты растительного происхождения [3].

Таблица 1. Использование ингредиентов растительного происхождения в продуктах детского питания на молочной основе

Наименование	Назначение	Ингредиенты растительного происхождения
Продукты консервированные молочные сгущенные «Биатон»	Для питания детей с 6-ти месячного возраста и взрослых, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия, а также других неблагоприятных регионах	Концентрат плодов субтропической хурмы
Молоко концентрированное «Фруктовое»	Для профилактического питания детей старше 3-х лет, проживающих на территориях, пострадавших от радиационного воздействия	Концентрат плодов субтропической хурмы
Продукты кисломолочные «Фантазия»	Для питания здоровых детей от одного года и старше	Натуральные плодово-ягодные наполнители
Простокваша из козьего молока	Для детей старше 3-х лет	Фруктово-ягодные наполнители
Кефир из козьего молока	Для детей старше 3-х лет	Фруктовые наполнители
Продукт молочный пастеризованный «Вкусняшка»	Для детей дошкольного и школьного возраста	Фруктовые, ягодные и овощные наполнители
Сухой молочный продукт с плодово-ягодными добавками «Вита»	Для детей с 3-х летнего возраста и старше	Плодово-ягодные соки (сиропы).
Криопорошки из растительного сырья	Для обогащения продуктов детского и диетического питания, мороженого, кондитерских и хлебобулочных изделий, сливочного масла, для приготовления напитков, соков и пюре	Морковь, свекла, кабачки, тыква, репа, зеленый горошек, цветная капуста, яблоко, груша, слива, малина, земляника, смородина черная, рябина черноплодная, шиповник вишня
Каши сухие с использованием криопорошков из растительного сырья	Для детей старше 1 года	Овощные и ягодные криопорошки
Наполнители для мучных и кондитерских изделий с использованием криопорошков из растительного сырья	Для детей школьного возраста и взрослых	Овощные и фруктовые криопорошки
Продукт сухой молочный «Феминал-2»	Для коррекции рациона питания лактирующих женщин	Отвар травы душицы
Продукты таблетированные из растительного сырья	Для лечебного и профилактического питания взрослых и детей старше 5 лет	Криопорошки из растительного сырья

С целью улучшения пищевого статуса населения страны и обеспечения его оптимальным питанием Правительство РФ в свое время утвердило «Концепцию государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации», которая рассматривалась в России в качестве приоритетной в области питания. В рамках данной концепции за прошедшие годы были отмечены улучшения в области питания населения за счет изменения структуры потребления пищевых продуктов, обогащены биологически ценными компонентами до 40 % продуктов детского питания, около 2 % хлебобулочных изделий и молочных продуктов, а также безалкогольных напитков.

Литература

1. Государственный доклад Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 17 ноября 2011 г. «О положении детей в Российской Федерации». - URL: <http://www.rosminzdrav.ru/docs/mzsr/otchety/6> (дата обращения: 22.11.2013).
2. Зацепин А.В. Традиции и перспективы развития организации индустриального питания школьников [электронный ресурс] // доклад, подготовленный к форуму «Здоровое питание в образовательных учреждениях России: инновационные технологии и современные формы организации». Ульяновск 23 мая 2012 года - <http://www.pedagogsovr.ru/newsshow/491> (дата обращения: 25.11.2013).
3. Исаев В.А. Физиологические аспекты детского питания [электронный ресурс] // доклад, подготовленный к форуму «Здоровое питание в образовательных учреждениях России: инновационные технологии и современные формы организации». Ульяновск 23 мая 2012 года - <http://www.pedagogsovr.ru/newsshow/491> (дата обращения: 25.11.2013).
4. Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. - Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 N 1873-р. - URL: <http://government.ru/> (дата обращения: 22.11.2013).

Васильева Т. Ю.

Доцент, к.т.н. Московский авиационный институт (НИУ)

АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ К РАБОТЕ В СТРУКТУРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация

В статье рассмотрена разработка системы управления требованиями основанная на методах адаптивно-ситуационного управления, позволяющих структурировать и формализовать информацию для разработки технических заданий на производство авионики.

Ключевые слова: управление требованиями, структурирование и формализация информации, Авионика.

Vasil'eva T. Yu.

PhD in technique, The Moscow aviation institute (National Investigation University)

THE REMOTE CONTROL SOFTWARE ADAPTATION TO ASSIGNMENT MANAGEMENT, STRUCTURING AND FORMALIZATION INTEGRATED MODULE AVIONICS PRODUCTION INFORMATION

Abstract

The article considered information about the turning to tactical – technical project tasks and adequate elaborate requirement shadow the supplementary information adaptation required and assignment management system, foundation on adaptive-situation management and structuring and formalization permit integrated module avionics production, elaborate carry out now.

Keywords: tactical – technical project, adaptive-situation management, module avionics production.

Большинство современных предприятий авиационной отрасли промышленности территориально рассредоточены (ОАО «Сухой», ОАО «Туполев», корпорация BOEING и многие другие) и, в связи с развитием Internet, осуществили переход на виртуальное управление [1]. Преимущества виртуально управляемых – «Виртуальных предприятий» бесспорны: мгновенный обмен информацией благодаря комплексному программному обеспечению, взаимодействие программных комплексов и т.д. Эта структура, безусловно, имеет ряд преимуществ: социальных, экономических, территориальных и т.д. Но в данном случае всплывают весьма существенные недостатки – простой информационный обмен данными, содержащими коммерческую и государственную тайну. Управление предприятиями ведется, как правило, в крупном городе, а производственные задачи осуществляются далеко за его пределами. И, несмотря на широкое распространение существующих и непрерывно совершенствующихся CALS-технологий [2], возникает множество задач по администрированию производственных процессов. Как известно [2,3], главная задача внедрения CALS- (computer aided logistics support) технологий - улучшение качества изделий за счет более полного учета имеющейся информации при проектировании и принятии управленческих решений, сокращении материальных и временных затрат на проектирование и изготовление изделий, значительном снижении затрат на эксплуатацию, интеграцию продукции в различного рода системы и среды, адаптацию к меняющимся условиям эксплуатации, обеспечение единообразного описания и интерпретации данных независимо от места и времени их получения в общей системе. Наиболее сложными и информационно-емкими этапами жизненного цикла изделий являются этапы планирования и управления предприятиями, диспетчерское управление производственными процессами, управление взаимоотношениями с заказчиком, входящими в производственную исполнительную систему.

Для достижения должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем создается единое информационное пространство в рамках объединения предприятий [3], которое обеспечивается унификацией формы и содержания информации о производстве изделий - ERP – системы [4].

ERP-система ведет единую базу данных по всем подразделениям и задачам, так что доступ к информации становится проще, а главное, подразделения получают возможность обмениваться информацией.

Но у ERP-систем есть два серьезных недостатка: стоимость и сроки внедрения. Расходы на внедрение ERP-системы должны рассматриваться руководством компании как стратегические инвестиции, которые окупаются лишь спустя несколько лет после внедрения.

Однако для планирования новых разработок и модернизации текущих проектов также требуется координировать управление требованиями при разработке технических заданий. В современной авиационной промышленности, где проектные, конструкторские и производственные задачи решаются на территориально распределенных предприятиях, эти условия наиболее актуальны.

Рассмотрим все возможности современного системного инжиниринга, позволяющего разработать систему управления требованиями, соответствующую всем строгим критериям авиационных предприятий. Многие предприятия уже используют встроенные модули PLM-системы (Product Lifecycle Management), предназначенные для работы с требованиями.

Компания Interface, ведущими заказчиками которой являются ОАО «Сухой», ГосНИИАС и другие, предлагает программные средства и решения для создания и внедрения корпоративных информационных и управленческих систем (RequisitePro, IqQA, Caliber RM, и т.д.). Среди них – система RATIONAL DOORS... [5,6]

Анализируя «V-модель» (рис.1), характерную для системного инжиниринга, видим, что это многослойная структура с многочисленными связями (трассировками), пронизывающим все слои [5-7].

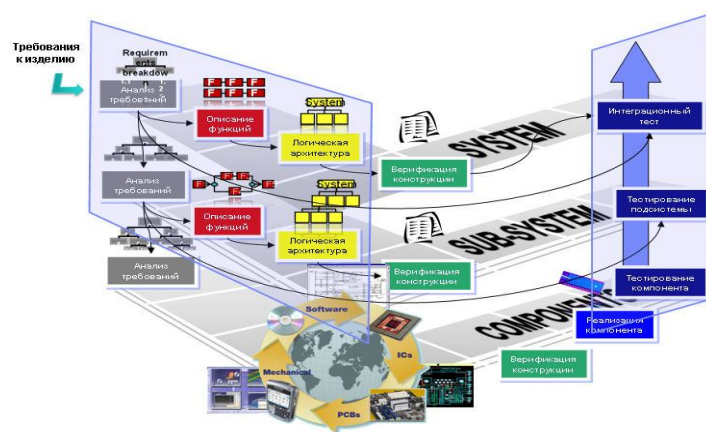


Рисунок 1. V-модель системного инжиниринга.

Причем верхние слои характеризуют требования к системе и подсистемам (левая часть буквы V), а нижний слой – к компонентам.

В обычном понимании, «компоненты» - это уже такие элементы, которые связаны с производством (*manufacturing*), и те, для описания требований к которым как раз и используется модуль для работы с требованиями PLM- системы. На этом уровне формулируются требования к физическим составляющим компонента – состав компонента, размеры элементов, используемый материал, взаимодействие элементов компонента и т.д.

А вот верхние слои V-модели содержат такие требования к системе (и подсистемам), которые не имеют прямого отношения к «физике» системы, но являются весьма важными ее характеристиками, играющими весьма критическую роль в соблюдении условий технического задания и показателях качества конечного продукта.

Решение по управлению требованиями «Rational DOORS» - инструмент хорошо известен во всем мире и заслуженно пользуется высокой репутацией, так как отвечает, как за первоначальный этап сбора и формулирования требований по проекту «Requirements management», так и за весь жизненный цикл реализации проекта (рис.2).

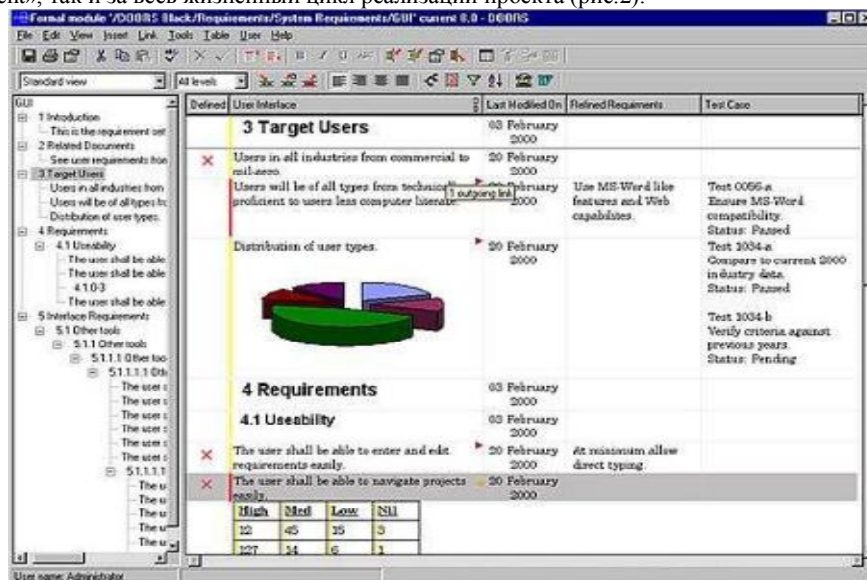


Рисунок 2. DOORS способен отображать в одном документе текст, таблицы, видео- и аудиоинформацию, графики, схемы, рисунки, слайды и т.д. И при этом позволяет работать с несколькими документами одновременно.

DOORS может иметь одну или несколько баз данных с иерархической схемой доступа к ним и несколько опций - для работы в офисе по локальной сети и для работы через WEB-интерфейс (удаленные пользователи, субконтракторы, заказчики, распределенные команды).

Однако для настройки под задачи разработки технических заданий (ТЗ), требованиям разработчиков ТЗ и отслеживания информации, выданной системой, требуется дополнительная обработка информации.

В настоящее время ведется разработка системы управления требованиями – информационная система, концентрирующая требования ТЗ и способы проверки результатов, которая основана на методах адаптивно-ситуационного управления, позволяющих структурировать и формализовать информацию для системы.

Основная задача разработчика частного технического задания – подробное описание каждого пункта требований.

Рассмотрим на примере технического задания на МНРЛС (метеонавигационной радиолокационной станции) данный процесс.

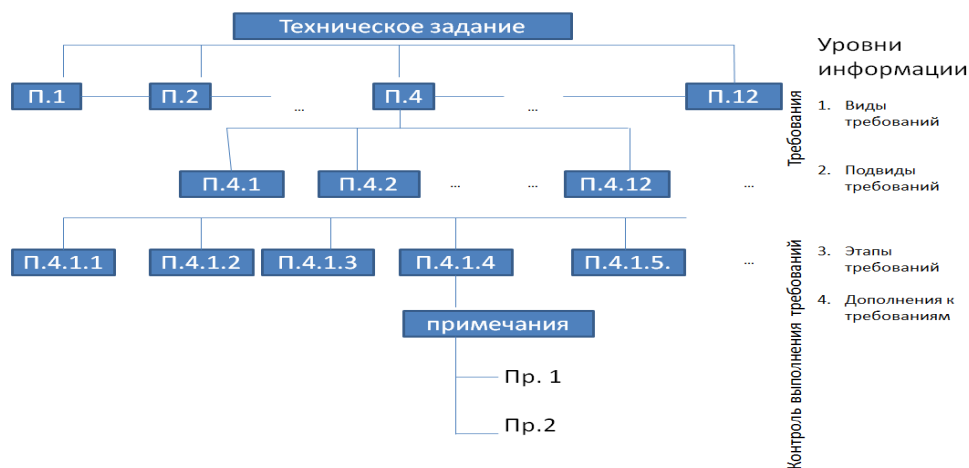


Рисунок.3. Структурирование информации в ТЗ – п. «Тактико-технические требования».

Наиболее информационно-емким этапом является этап «Контроль выполнения требований», где происходит основной творческий процесс:

- выявление контролируемого параметра;
- алгоритм контроля;
- выбор необходимого оборудования и документации;
- алгоритм работы с оборудованием.

Результат – набор требований, составленный по процессу контроля требований

Оценка результата – набор критериев

Пример (техническое задание на метеонавигационную радиолокационную станцию «МНРЛС-85»).

П.4 – тактико – технические требования

П.4.3 – требования к электропитанию

П.4.3.5. – Включение МНРЛС в работу должно осуществляться путем подачи напряжений бортовых систем электропитания на входные клеммы МНРЛС.

Дополнений нет

1к) напряжение бортовых систем электропитания

2к) алгоритм контроля:

- изучить внешний вид МНРЛС, надписи и устройства индикации;
- найти входные клеммы МНРЛС, на которые подается напряжение;
- подключить напряжение;
- проконтролировать работу индикаторов (визуально).

3к) требуется: источник питания, тестер, инструкция

4К).....

5к) в ЧТЗ дополнительно входят пункты:

П.4.3.5.2. проконтролировать правильность подачи напряжений бортовых систем, используя оборудование(....).

П.4.3.5.1.1. подобрать и настроить оборудование, проверить его работоспособность...

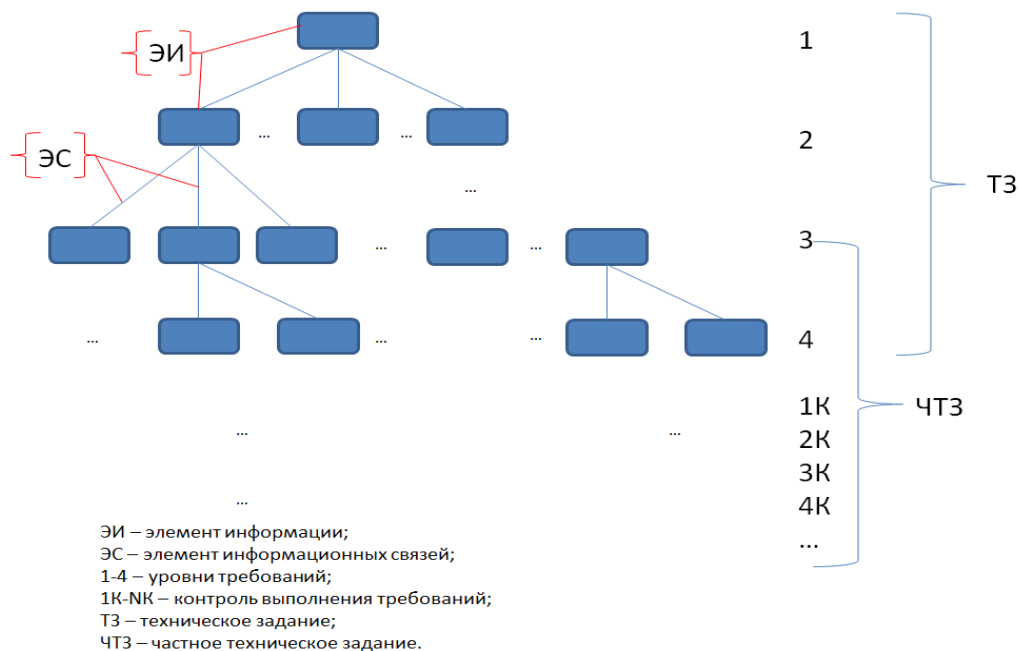


Рисунок 4. Структурирование информации для частного технического задания.

Работа с изменениями в ТЗ и ЧТЗ.

В случае выхода из строя одного или нескольких секторов должен быть обходной путь или замена. Например, если нет п.4 – «Дополнительных требований» - их обходят. Внесение изменений приводит к замене элемента информации (ЭИ), что потребует контролировать все его связи – внести коррективы в эти элементы информации. Процесс коррекции может и не осуществляться, если замена элемента информации не повлияет на него (пример – замена тестера на вольтметр позволит определить наличие и параметры напряжения, т. о. – в общей сети информации замены данных не будет).

Следовательно, необходимо стремиться к эквивалентным заменам, которые позволят не редактировать процесс. Методы адаптивно-ситуационного управления

1.Изменение ЧТЗ – один информационный элемент или один элемент связи:

- определить уровень, в котором находится элемент замены (требования или контроль требований);
- составить алгоритм внесения изменений...

2. Изменение ЧТЗ – несколько элементов или связей:

- определить уровень, в котором находится элемент замены (требования или контроль требований);
- составить алгоритм внесения изменений...

3. создание ЧТЗ:

а) ознакомиться с ТЗ на изделие и переписать все пункты

б) дополнить пункты 1К...6К требований

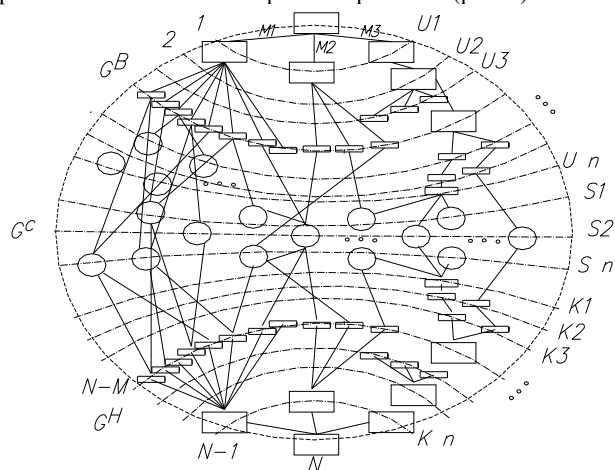
в) составить алгоритм

г) рассмотрим подробнее разработанные методы, которые будут заключаться:

- в поиске эквивалентной замены элемента информации, т.е. без нарушения связей элементов информации – структуры процесса;
- в уменьшении количества замен элементов связей (ЭС) и ЭИ в случае неэквивалентной замены, т.е. нарушении структурных связей элементов информации;
- в уменьшении количества замен ЭС и ЭИ в случае замены одновременно нескольких элементов информации, т.е. выявляем те, которые можно заменить без нарушений элементов связей;
- в формировании нового алгоритма обработки информации, что приводит к созданию новой структуры ЧТЗ в случае одной или нескольких замен ЭС или изменения их количества (добавления или вычитания);
- в случае исключения ЭИ - Объединить ЭС;
- указать на дату и причину удаления ЭИ и ЭС.

Информацию возможно представить в виде взаимосвязи «элементов информации» и «Элементов связей». На основе структурирования ЧТЗ и взаимосвязей элементов информации создаются методы адаптивно-ситуационного управления.

Так как адаптивно-ситуационное управление информацией обладает иерархией понятий, внутри элементными и межэлементными связями, то требуется использовать методы объектно-структурного анализа (ОСА) информации, для оптимизации которой используется алгоритм, представленный в виде матрицы объектно-структурного анализа, позволяющей сформировать концептуальную и функциональную структуры производственных знаний. Для стадии определения отношений, стратегии принятия решений и структурирования поля знаний рассмотрены концепции систем ситуационного управления, которые включают анализ объектов управления и формирования информационного описания процессов принятия решений. Согласно «Методике структурирования баз знаний ЭС» [8] структурирование производится построением графа многошагового вывода решений, где каждому уровню информации определена некоторая система принятия решений (СПР) и план сценария принятия решений – граф, объединяющий моделируемые уровни управления, классификатор типовых решений по управлению и характеристики выполнения действий. Данную методику потребовалось модернизировать, так как при формировании требований ТЗ происходит пересечение информационных полей на этапах создания матрицы ОСА, структурирования поля знаний, построения графа многошагового вывода решений и системы принятия решений. При этом образуется пересечение «информационных плоскостей» и образование 3D – системы принятия решений (рис. 5).



U1...Un – уровни информации;
S1...Sn – критерии выбора информации, БД;
K1...Kn – ситуации управления – этапы принятия решений
Рис.5. 3D – система адаптивно-ситуационного управления

Данная система согласуется с 3D – системой «V-модель системного инжиниринга» и позволяет структурированную и формализованную информацию ТЗ представить в базу данных и знаний системы RATIONAL DOORS. Таким образом, разработанная методика создания ТЗ на базе методов адаптивно-ситуационного управления позволяет адаптировать современные программные средства создания и внедрения корпоративных информационных и управляющих систем к работе в структуре предприятий авиационной промышленности.

Литература

1. Васильева Т.Ю. Экспертный модуль для программного обеспечения исполнительской системы виртуального производства//«Бизнес – информатика» 2009, №4 (10),с. 25-28.
2. Информационно-измерительная экспертная система проведения испытаний технических средств по требованиям безопасности// «ChipNEWS – инженерная микроэлектроника», 2008, №6, с.41- 44.
3. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-320с.: ил.

4. Васильева Т.Ю., Филатова А.И. Интеллектуальная информационная система проведения испытаний технических средств по требованиям безопасности// «Информатика: проблемы, методология, технологии» Материалы IX международной научно-методической конференции. – Воронеж, 12-13 февраля 2009, с. 170-173.
5. Информационные материалы по DOORS:
Презентации по DOORS и DWA:
http://public.dhe.ibm.com/software/dw/demos/rdoors/doors_final1.html?S_CMP=rnav;
http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/demos/rtelelogicdoorsweb/1438_Telelogic_DOORS_WEBACCESS.htm
6. Демонстрационные ролики по DOORS и DWA:
<http://www-01.ibm.com/software/awdtools/doors/>
http://www.ibm.com/developerworks/offers/lp/demos/summary/r-telelogicdoors.html?S_TACT=105AGX28&S_CMP=TWDW
<http://www-01.ibm.com/software/awdtools/doors/webaccess/>
7. Дополнительная информация о DOORS и DWA (англ.) может быть найдена здесь:
<http://www-01.ibm.com/software/awdtools/doors/>
<http://www-01.ibm.com/software/awdtools/doors/webaccess/>
8. Васильева Т.Ю. Структурирование технологических знаний о производстве РЭА с применением метода ситуационного управления.// Диссертация, к.т.н., М.: МАИ – 2008г, ил. 230 с.

Власкин К.И.¹, Прищепов С.К.²

¹Младший научный сотрудник, Уфимский государственный авиационный технический университет; ²кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет

ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОЗОНДОВЫХ МАГНИТОПРОВОДОВ ИЗ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ

Аннотация

Обосновано определяющее влияние свойств магнитопроводов на эксплуатационные и метрологические характеристики феррозондовых датчиков. Представлена методика определения характеристик феррозондовых магнитопроводов из аморфных сплавов, разработанная на основе графо-аналитических исследований параметров исходных магнитных материалов. Приведены аналитические зависимости и соответствующие им графические формы информационных сигналов дифференциальных феррозондов в сравнении с осциллограммами сигналов разработанных датчиков.

Ключевые слова: свойства магнитных материалов; графо-аналитический метод; аппроксимация кривой перемагничивания.

Vlaskin K.I.¹, Prischepov S.K.²

¹ Junior research associate, Ufa State Aviation Technical University; ² PhD in technical sciences, associate professor, Ufa State University; Ufa State Aviation Technical University

SEMIGRAPHICAL METHOD OF DETERMINATION OF THE FLUXGATE AMORPHOUS ALLOYS MAGNETIC CORES PERFORMANCE

Abstract

The influence of magnetic properties on the performance and metrological characteristics of fluxgate sensors are reasonably determined. The technique of determining the characteristics of fluxgate magnetic cores, made of amorphous alloys, is developed on the basis of graphical-analytical analysis of the magnetic properties of the starting materials. Analytical dependences and corresponding forms of differential data signals fluxgate compared with waveforms.

Keywords: Properties of Magnetic Materials; semigraphical method; magnetization curve fitting.

Феррозондовые датчики относятся к классу магнитомодуляционных преобразователей, принцип действия которых в основном определяется свойствами их магнитных систем [1,2]. Магнитопроводы (МП) феррозондов (ФЗ) подразделяются на стержневые, кольцевые, сложной формы. Вне зависимости от типа МП, основополагающими магнитными параметрами, определяющими функциональные и метрологические характеристики ФЗ являются: высокая магнитная проницаемость исходного материала $\mu_M \leq 10^5$; малый уровень поля перемагничивания $H_s \leq 5$ А/м; малый уровень коэрцитивной силы $H_c \leq 0,2$ А/м; большое значение индукции насыщения $B_s \leq 0,5$ Тл; высокая частота перемагничивания $f \leq 1$ МГц [3]. Данным техническим требованиям в полной мере удовлетворяют сердечники, изготавливаемые в настоящее время из ферромагнитных аморфных сплавов [4].

Эксплуатационные характеристики сердечников ФЗ зависят не только от параметров исходного материала, но определяются также геометрическими размерами МП. Из многообразия размеров и форм магнитопроводов следует необходимость разработки общей методики анализа их магнитных характеристик для последующего расчета электромагнитных систем ФЗ. Основу теоретических выводов разрабатываемой авторами методики составляет графо-аналитический метод, традиционно применяемый [1,2,3] для исследования и интерпретации свойств ферромагнитных сердечников, исходя из числовых данных и форм петель гистерезиса (ПГ), полученных при симметричном двуполярном перемагничивании МП.

Так в [3] приведена совокупность формул аппроксимации петель гистерезиса и, для «узких» ПГ, кривых перемагничивания (КП), наиболее полно отражающих особенности магнитных свойств МП. На рис. 1 представлена нелинейная КП, применяемая как универсальная – отражающая общие свойства МП, согласно формуле:

$$B = \alpha \cdot \arctg(\beta H), \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{2}{\pi} \cdot B_s, \quad \beta = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{H_s}; \quad \pm H_s - \text{внешнее поле перемагничивания МП; } B_s - \text{индукция насыщения МП.}$$

С применением графоаналитического метода формула (1) и Рис.1,а позволяют построить в пакете Matlab на Рис.1,в характеристику информационного сигнала дифференциального ФЗ, соответствующую осциллограмме Рис.1,б датчика, на основе МП, изготовленного по излагаемой методике.

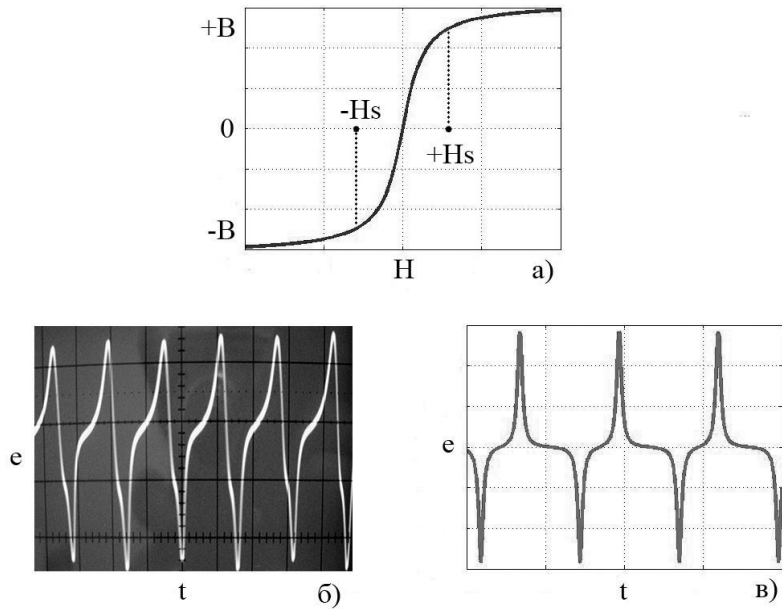


Рис.1. Экспериментальная (б) и теоретическая (в) формы дифференциальных ФЗ при нелинейной (а) аппроксимации КП.

Методика позволяет выявить несоответствия формы аппроксимационной кривой Рис.1,а числовым характеристикам аморфных сплавов, в частности: отсутствие участков насыщения $\Delta B/\Delta H = \mu_d = 0$, где μ_d – дифференциальная магнитная проницаемость материала МП; сложность численного определения основополагающих для ФЗ параметров $+H_s$; $-H_s$. Данные несоответствия приводят к некоторым отклонениям построенной на Рис.1,в графической формы информационного e сигнала от осциллограммы реального ФЗ по Рис.1,б, что является признаком различий их спектрального состава. Кроме того, нелинейность КП, с необходимостью использования $\mu_d = \text{var}$ – дифференциальной магнитной проницаемости, как отображения B/H по Рис.1,а, затрудняет решение задач по определению влияния формы и геометрических параметров МП на функциональные характеристики ФЗ.

На Рис.2,а представлена форма КП, полученная методом кусочно-линейной аппроксимации, определяемая аналитически как:

$$\begin{cases} B = \mu_M \cdot H & |H| \leq H_s \\ |B| = B_s & |H| > H_s \end{cases}, \quad (2)$$

где $\mu_M = \text{const}$ – магнитная проницаемость материала МП.

Данная форма КП, в отличие от нелинейной по Рис.1,а позволяет в диапазоне перемагничивания $(+H_s) \div (-H_s)$, с учетом $\mu_M = \text{const}$, однозначно определять для МП, с заданными числовыми магнитными параметрами исходного материала μ_M ; H_s ; B_s , зависимости эксплуатационных характеристик ФЗ от типа и размеров МП. Так например, по Рис.2,а уменьшение площади сечения МП, при прочих неизменных электромагнитных параметрах ФЗ, приводит к уменьшению B_s исходного магнитного материала МП до уровня B_s^* . Эта тенденция однозначно интерпретируется как изменение угла $\mu_M^* < \mu_M$ в диапазоне перемагничивания $(+H_s) \div (-H_s)$.

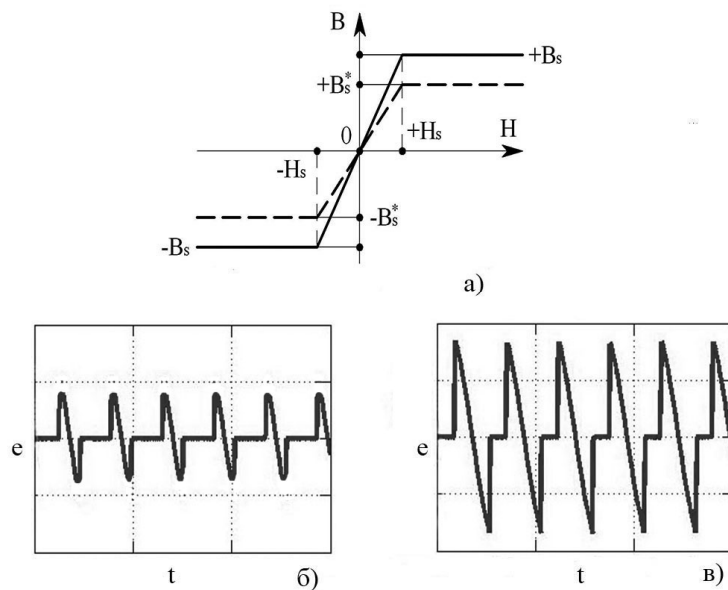


Рис.2. Теоретические формы эдс (б), (в) дифференциальных ФЗ при кусочно-линейной (а) аппроксимации КП; а) $\pm B_s$ при $\mu = \mu_M$; $\pm B_s^*$ при $\mu = \mu_M^*$; б) $e = 0,8$ при $H_0 = 0,5$; в) $e = 1,6$ при $H_0 = 1,0$.

Анализ [1,2,3] показал, что методики определения и формулы зависимости $e=f(H_0; \mu_M)$ разнообразны и не содержат прямой функциональной связи эдс ФЗ с измеряемым H_0 воздействием и параметрами $\mu_M; H_S; B_S$ материала МП.

Согласно представленной методике, обобщение зависимостей μ_M^* от μ_M исходного магнитного материала, типа и размеров МП, позволяет создать математическую модель функциональной связи информативного e параметра ФЗ с определяющими факторами:

$$e = K^* \cdot \mu_M \cdot H_0 \cdot (\omega \cdot w_2 \cdot S \cdot H_S \cdot \sin n\omega t) \quad (3)$$

где $K^*=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$; $K_1 < 1$ – коэффициент формы МП ФЗ; $K_2 < 1$ – коэффициент геометрических параметров МП; $K_3 < 1$ – коэффициент электромагнитных параметров ФЗ; $K^* < 1$ – коэффициент уменьшения угла наклона μ_M до μ_M^* по Рис.2,а; Параметры ω, w_2, n, S, H_S являются общими для методик представленных в [1,2,3].

Выводы:

1. На основе графо-аналитического метода разработана математическая модель связи эдс e , как информативного параметра феррозонда с уровнем измеряемого H_0 магнитного воздействия и базовыми характеристиками $\mu_B; H_S; B_S$ материала магнитопровода ФЗ.

2. Представленная методика дает возможность определения метрологических и эксплуатационных характеристик ФЗ при вариациях: формы, размеров и свойств магнитопроводов, как независимых параметров.

3. Метод кусочно-линейной аппроксимации КП МП обеспечивает достаточную степень сходимости теоретических и экспериментальных результатов анализа информативных параметров ФЗ, при значительном упрощении математической модели и графической интерпретации функциональных связей определяющих факторов.

Литература

1. Розенблат М.А. Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники. – М.: Наука, 1966. – 419 с.
2. Мизюк Л.Я. Входные преобразователи для измерения напряженности низкочастотных магнитных полей. – К.: Наукова думка, 1964. – 168с.
3. Афанасьев Ю.В. Феррозондовые приборы. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 188с.
4. Власкин К. И., Прищепов С. К. Электроэрозионный способ обработки аморфных сплавов при изготовлении сердечников феррозондов. // Гальванотехника и обработка поверхности. 2011, том XIX. – № 4. С. 36–39.

Власкин К.И.¹, Прищепов С.К.²

¹Младший научный сотрудник, Уфимский государственный авиационный технический университет; ²кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

Аннотация

Определены условия задачи идентификации параметров магниточувствительных сердечников стержневых дифференциальных феррозондов. Произведены анализ и классификация параметров тонкопленочных аморфных сплавов, как исходных материалов стержневых магниточувствительных сердечников, составляющих основу их метрологической аттестации. Разработана математическая модель идентификации магнитных параметров стержневых тонкопленочных сердечников; представлены результаты их лабораторных исследований.

Ключевые слова: дифференциальный стержневой феррозонд; магниточувствительные сердечники; тонкопленочные аморфные сплавы; диаграмма направленности феррозонда.

Vlaskin K.I.¹, Prischepov S.K.²

¹Junior research associate, Ufa State Aviation Technical University; ²PhD in technical sciences, associate professor, Ufa State University; Ufa State Aviation Technical University

THEORY AND PRACTICE OF THE THIN-FILM MAGNETIC CORES PARAMETERS IDENTIFICATION

Abstract

The problem of the thin-film magnetic cores differential rod-shaped fluxgate sensor parameters identification is identified. Analysis and classification of the parameters of the thin-film amorphous alloys, which form the basis of metrological attestation, are produced. The mathematical model of magnetic parameters of rod-shaped thin-film amorphous alloys is developed. The laboratory findings are presented.

Keywords: differential rod-shaped fluxgate sensor; magnetic core; thin-film amorphous alloys; fluxgate pattern.

К наиболее эффективным средствам прецизионных измерений магнитных величин относятся в настоящее время первичные преобразователи феррозондового (ФЗ) типа. ФЗ-датчики характеризуются: высокими чувствительностью и быстродействием, малыми габаритами и энергоемкостью, острой диаграммой направленности. Данная совокупность характеристик ФЗ позволяет получать малые погрешности измерений вне зависимости от характера контролируемого магнитного воздействия: скалярного, векторного или тензорного.

Дифференциальный стержневой феррозонд (ДСФ) классического исполнения имеет конструкцию с параллельными полуэлементами (Рис.1, а). Недостатком данной конструкции является необходимость строгой идентификации параметров двух магниточувствительных сердечников. В конструкции по Рис.1, б полуэлементы ДСФ расположены соосно, что способствует совмещению его геометрической оси с физической осью чувствительности (ОЧ) датчика. При этом магнитопровод может состоять из двух идентичных стержней или быть общим для полуэлементов ДСФ.

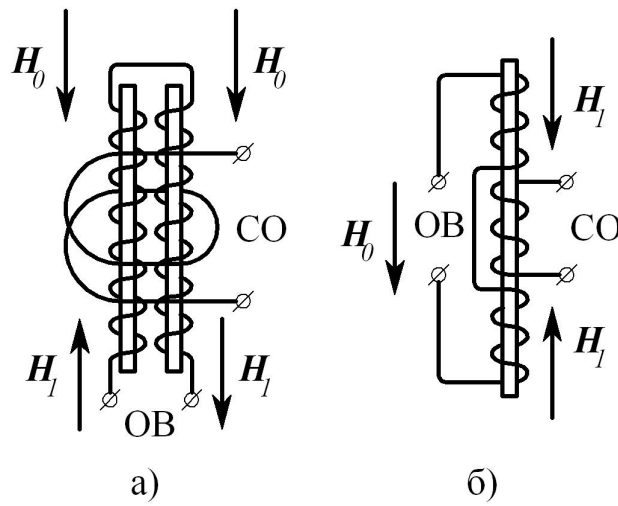


Рис. 1. Функциональные схемы ДСФ. ОВ – обмотка возбуждения ФЗ; СО – сигнальная обмотка ФЗ; H_0 – измеряемое магнитное воздействие; H_1 – поле возбуждения.

Задача идентификации параметров магниточувствительных сердечников усложняется тем, что распространяется как на геометрические, так и на физические характеристики магнитопроводов. В настоящее время в качестве материалов магнитопроводов ДСФ применяются аморфные сплавы, обеспечивающие заданные метрологические и эксплуатационные характеристики датчиков. Аморфные сплавы производятся в виде лент со строго нормированной толщиной $20 \div 30$ мкм и шириной $5 \div 60$ мм. При этом технологически обеспечивается идентичность магнитных свойств аморфного сплава по всей длине и ширине ленты. Ширина изготавливаемых из лент магниточувствительных сердечников $0.3 \div 2.5$ мм является для феррозондов расчетной величиной, так как определяет их параметры возбуждения, чувствительность и диаграмму направленности. Соотношение ширины и толщины сердечника представляет его как тонкопленочную структуру, поэтому ФЗ с такими сердечниками относятся к магнитометрическим датчикам с плоскими магнитными пленками (ПМП) [1].

Следовательно, с учетом однородности исходного магнитного материала по ширине и длине ленты, стержневой ПМП сердечник, для идентификации его параметров, можно представить в виде плоской фигуры с определенными размерами a , b , l , как по Рис.2.

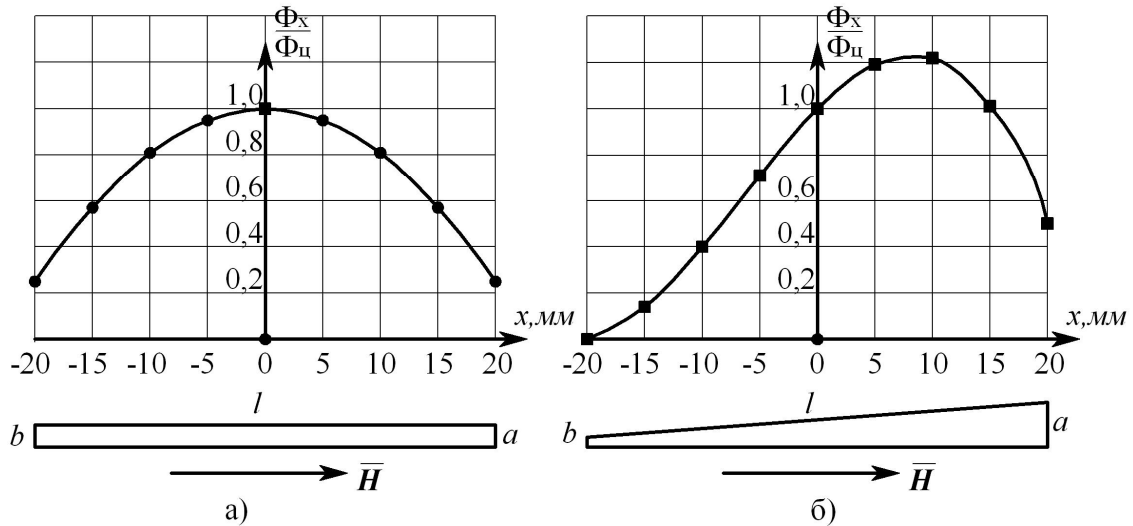


Рис. 2. Распределение магнитных параметров по длине сердечника.

а) график при $a=b$; б) график при $a > b$; a , b – ширина сердечника на противоположных его краях; l – длина сердечника; $\Phi_{ц}$ – магнитный поток в центральном $x=0$ сечении сердечника; H – однородное магнитное поле.

График рис. 2, а отражает приведенную в [2,3] математическую модель распределения по длине l магнитных параметров B ; Φ в равномерном $a=b$ стержневом сердечнике, помещенном в однородное магнитное поле H :

$$B_x = B_y \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \quad (1)$$

где B_x – значение магнитной индукции в сечении, расположенном на расстоянии x от центра $x=0$; B_y – значение магнитной индукции в центральном сечении; C – постоянный коэффициент, зависящий от формы сердечника.

С учетом площади поперечного сечения сердечника $S(x)$, из (1) следует:

$$\Phi_x = B_y \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \cdot S(x) \quad (2)$$

где Φ_x – магнитный поток через $S(x)$.

Для сердечника прямоугольной $a=b$ формы $S(x)$ равна площади центрального $x=0$ сечения сердечника $S_{ц}$: $S(x) = S_{ц}$. Тогда при $x=0$; $\Phi_x = const$:

$$\frac{\Phi_x}{\Phi_{ц}} = 1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \quad (3)$$

Для сердечника трапецеидальной формы $a \neq b$ площадь поперечного сечения зависит от координаты x :

$$S(x) = \left[\frac{(a-b) \cdot x}{l} + \frac{a+b}{2} \right] \cdot \delta \quad (4)$$

где δ – толщина ПМП сердечника; $a > b$ соотношение размеров сердечника, согласно Рис.2, б.

С учетом формул (2) и (4) :

$$\frac{\Phi_x}{\Phi_{\text{ц}}} = \frac{1}{S_{\text{ц}}} \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \cdot \left[\frac{(a-b) \cdot x}{l} + \frac{a+b}{2} \right] \cdot \delta \quad (5)$$

В общем случае $a \neq b$ и $S_{\text{ц}}$ в (5) определяется:

$$S_{\text{ц}} = \frac{a+b}{2} \cdot \delta \quad (6)$$

Подставляя (6) в (5) получаем:

$$\frac{\Phi_x}{\Phi_{\text{ц}}} = \frac{2}{a+b} \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \cdot \left[\frac{(a-b) \cdot x}{l} + \frac{a+b}{2} \right] \quad (7)$$

Характер распределения магнитных параметров, согласно формулам (3), (7) представлен на Рис.2.

Полученные в (2) – (7) функциональные зависимости позволяют определить магнитные параметры полуэлементов

$\left[-\frac{l}{2}; 0 \right]$ и $\left[0; \frac{l}{2} \right]$ сердечника ДСФ. Средний магнитный поток $\Phi_{\text{ср}}$ трапецеидального ПМП сердечника определяется:

$$\Phi_{\text{ср}} = \frac{1}{l} \cdot \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} B_{\text{ц}} \cdot \delta \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \cdot \left[\frac{(a-b) \cdot x}{l} + \frac{a+b}{2} \right] \cdot dx \quad (8)$$

где $\left(-\frac{l}{2} \right)$ соответствует $x = -20$ мм; $\left(\frac{l}{2} \right)$ соответствует $x = 20$ мм (Рис.2).

Из (8) определяются средние магнитные потоки полуэлементов $\Phi_{\text{ср1}}$ и $\Phi_{\text{ср2}}$:

$$\Phi_{\text{ср}} = \frac{2}{l} \cdot \int_{-\frac{l}{2}}^0 B_{\text{ц}} \cdot \delta \cdot \left(1 - C \cdot \frac{4 \cdot x^2}{l^2} \right) \cdot \left[\frac{(a-b) \cdot x}{l} + \frac{a+b}{2} \right] \cdot dx \quad (9)$$

$$\Phi_{\text{ср1}} = \frac{B_{\text{ц}}}{2} \cdot \delta \cdot \left[\left(1 - \frac{1}{3} \cdot C \right) \cdot (a+b) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \cdot C \right) \cdot (b-a) \right] \quad (10)$$

$$\Phi_{\text{ср2}} = \frac{B_{\text{ц}}}{2} \cdot \delta \cdot \left[\left(1 - \frac{1}{3} \cdot C \right) \cdot (a+b) - \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \cdot C \right) \cdot (b-a) \right] \quad (11)$$

Из формул (10) и (11) следует, что равенство магнитных потоков $\Phi_{\text{ср1}} = \Phi_{\text{ср2}}$, обеспечивающее баланс дифференциального ФЭ, выполняется в ДСФ с сердечниками прямоугольной формы $a=b$ (Рис.2).

С целью определения адекватности математических моделей (7), (10), (11) полученных для ПМП трапецеидальной формы, были проведены экспериментальные исследования распределения магнитных параметров по длине $l=40$ мм тонкопленочных $\delta=30$ мкм сердечников с заданными $a=2$ мм, $b=0,1$ мм. Исследования проводились двумя независимыми методами: феррозондовым и измерения индуктивности. Графики Рис.3 свидетельствуют о сходимости результатов независимых измерений, что подтверждает их достоверность, а также соответствие данных эксперимента – теоретическим (Рис.2).

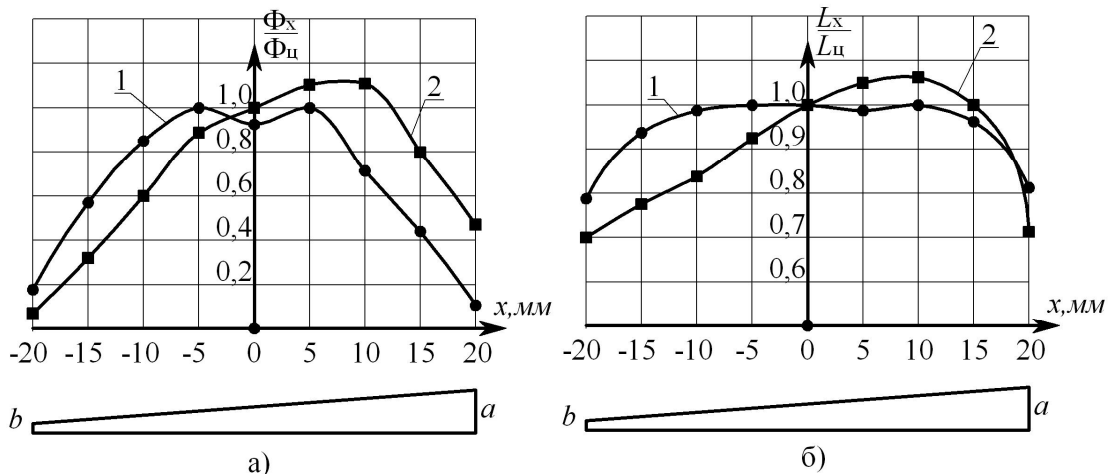


Рис.3. Результаты измерений магнитных параметров сердечников.

а) феррозондовый метод; б) метод измерения индуктивности.

1 – график при $a=b$; 2- график при $a>b$.

проходами плужных и плужно-щеточных снегоочистителей в течение всей метели или снегопада. При данном способе очистки снежные массы перемещаются в прибордюрную зону, совершенствованию технологии уборки которой уделяется недостаточное внимание, и за пределы проезжей части. Главные трудности зимней уборки связаны с метаморфизмом снега, то есть способностью изменять свои свойства за достаточно короткий промежуток времени под действием, как климатических условий, так и в результате движения транспортных средств и пешеходов. Под воздействием выше перечисленных факторов снег, смешивающийся с песком и прочей дорожной грязью, быстро уплотняется и не всегда поддается удалению щеткой. На сегодняшний день почти 90% парка отечественных, а также все импортные коммунальные машины для зимнего содержания дорог и улиц, а также прилегающих к ним территорий оснащаются щеточными агрегатами, ворс которых изготавливается из морозостойкого полипропилена различных марок.

Научным исследованиям, посвященным процессам разрушения различных сред при помощи щёток, до настоящего времени не уделялось достаточного внимания. Особый интерес в области исследования работы щёточного рабочего органа представляют работы В.И. Баловнева [1,2] и

А.Г. Лепеша [3,4].

В.И. Баловнев предложил пользоваться следующими уравнениями. Крутящий момент на конической щётке определится из выражения:

$$M = 5 \cdot 10^{-3} E J i_w R \beta f_b \frac{S^5}{y_k^9} \sqrt{\frac{S E J}{q_{cp}}}, \quad (1)$$

где E – модуль упругости ворса; J – момент инерции ворса; R – радиус щетки; S – свободная длина прутка ворса; y_k – расстояние между валом, к которому крепится ворс, и поверхностью дороги – является разницей между свободной длиной прутка ворса и его деформацией; i_w – количество прутков ворса на щётке; f_b – коэффициент трения между ворсом и поверхностью дороги; q_{cp} – распределённая нагрузка от центробежной силы вращения щётки.

Скорость вращения:

$$\omega = \frac{2V_M}{R}, \quad (2)$$

где V_M – скорость движения машины, равная (0,7... 6) м/с.

Начальная скорость отбрасывания смета:

$$V_c = 1,5\omega R + 1,6; \quad (3)$$

А.Г. Лепеш в своих работах исследовал функциональные связи между параметрами щетки, режимами рабочего процесса и характеристиками температурно-силового взаимодействия щеточного ворса с очищаемой поверхностью, в конечном итоге, с ресурсом щетки и ее работоспособностью. Одним из результатов исследований явилось уравнение определения долговечности функционирования щетки τ :

$$\tau = \frac{60[V]}{n \cdot f_{тр} \cdot \sigma_k \cdot l_w \cdot H_k}, \quad (4)$$

где: H_k – ширина пятна контакта щетки с дорожным покрытием; $[V]$ – допустимый объемный износ щеточного ворса; $f_{тр}$ – коэффициент трения между ворсом и поверхностью дорожного покрытия; n – частота вращения щетки, об/мин; l_w – интенсивность изнашивания.

Проведенный патентный обзор в области решений очистки дорожного полотна от снега и льда содержит большое количество полезных моделей, но большая их часть использует либо технологии ударного разрушения, либо технологии резания. Очень мало внимания уделено усовершенствованию щеточных рабочих органов, которые являются наименее ресурсоемкими.

Известен рабочий орган подметально – уборочной машины (патент РФ № 21604 Е01Н5/00 2001 г.) [5]. Данный орган содержит привод, вал с расположенными на нем секциями цилиндрических щеток в виде обода и надетых на него колец с ворсом и элементы для срезания уплотненного слоя снега, льда или земли, щетки скреплены в секции стягивающими сетками, пропускающими ворс через ячейки; сетка может быть снабжена насечками и дополнительными элементами для срезания уплотненного слоя в виде пластин с зубьями.

Недостатком данной конструкции является использование стягивающих сеток с режущими элементами, поскольку стальной каркас сетки, возможно, будет излишне деформироваться при контакте с различными твердыми препятствиями, будь то неровности дорожного полотна, крупный мусор или выступающие над проезжей частью крышки колодцев, что в итоге приведет к скорой потере работоспособности. Кроме того, созданный сеткой барабан будет наполняться сметаемым снегом, льдом, песком и прочим мусором, что также может затруднить работу данного рабочего органа.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что научные исследования, проведенные на данный момент, не решают проблему очистки прибордюрных зон городских магистралей, а применяемые конструкции подметально-уборочных машин недостаточно эффективны. В связи с этим в настоящее время проводится исследование по разработке рабочего органа подметально-уборочной машины в виде лотковой щетки для разрушения снежно-ледовых наледей в прибордюрной зоне городских дорог, которая в своем составе кроме ворса имела бы также резцы на гибкой основе. За гибкую основу принимается стальной канат, изготовленный из оцинкованной проволоки с высокой разрывной прочностью. В качестве наконечника возможно использование победитового резца, который будет непосредственно припаиваться к основе. Применение данной конструкции лотковой щетки аналогично использованию щетки, содержащей только ворс. Задача разрушения снежно-грунтовых наледей решается путем скоростного резания наледи наконечником, поскольку частота вращения лотковой щетки на современных подметально-уборочных машинах достигает 100-130 об/мин.

Это исследование несет как экспериментальный, так и теоретический характер. Результатом исследования будут расчетные зависимости, определяющие необходимые рациональные параметры рабочего органа.

Литература

1. Дорожно-строительные машины и комплексы / В.И. Баловнев, А.Б. Ермилов, А.Н. Новиков и др. М.: Машиностроение 1988. – 200 с.
2. Баловнев В.И. Моделирование процесса взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. М.: Высшая школа, 1981. – 335с.
3. Лепеш А.Г., Лепеш Г.В., Воронцов И.И. Методика экспериментального определения износостойкости щеточного ворса коммунальной уборочной техники // Техника-технологические проблемы сервиса. – 2011. – № 2(16). – С. 6-18.
4. Лепеш А.Г. Имитационное моделирование рабочего процесса коммунальной уборочной техники // Техника-технологические проблемы сервиса. – 2011. – № 3(17). – С. 32-41.
5. Рабочий орган подметально-уборочной машины. Св. на полезную модель № 21604 РФ МКИ 7 Е 01 Н 5/00, В 60 F 3/00. Колотилин В.Е., Пуртов А.Р., НГТУ – 2001.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В США

Аннотация

На основе обзора зарубежных источников выполнено обобщение широко распространённых на практике технологиях проведения работ по диагностике дорожных конструкций автомобильных дорог в США и выявлены главные проблемы, возникающие в процессе получения и обработки информации о состоянии дорожных одежд и покрытий.

Ключевые слова: обследование, дорожные одежда и покрытие.

Chukanov A.A.¹ Goryachev M.G.² Goryacheva E.V.³

¹ Student 5-го курса, Moscow state automobile and road technical university; ²Ph.D in technics, associate professor, Moscow state automobile and road technical university; ³Assistant, Moscow state automobile and road technical university

FEATURES OF TECHNOLOGY SURVEY OF PAVEMENT IN THE U.S.

Abstract

Based on a review of foreign sources made a generalization of advanced widespread modern equipment for diagnostics activities of road construction of roads in the United States and identified the major problems encountered in the process of obtaining and processing information about the state of pavements and coatings.

Keywords: survey, pavement.

Повреждения дорожного покрытия

Анализ анкетных материалов организаций, ответственных за сбор информации о состоянии дорожного покрытия в США, свидетельствует, что виды и количество определяемых повреждений значительно различается по данным различных агентств. Эти различия являются результатом исторических практик, особенностями проектных материалов на дорожное покрытие, а также природными условиями. Несмотря на усилия по стандартизации определений и процедур измерения различных повреждений дорожного покрытия Американским обществом тестирования и материалов (ASTM International) и AASHTO, использование национальных или международных стандартов для сбора данных о повреждении дорожного покрытия пока еще не является общераспространённым явлением. Среди недавних усилий по устранению указанного рассогласования следует отметить публикации Стандарта the ASTM Standard E1778, Стандартной терминологии касательно повреждений дорожного покрытия [1].

Следует отметить, что существует Инструкция по определению повреждений дорожного покрытия (2) LTPP (долгосрочных показателей состояния дорожного покрытия). И эта Инструкция является общепризнанной для обеспечения надлежащих ссылок для сбора данных о повреждении состояния дорожного покрытия на уровне проектов и на уровне исследований.

Виды фиксируемых повреждений, собранные различными агентствами, участвовавшими в опросе, обобщены в таблице. Образование колеи было единственным показателем, повсеместно указанным всеми агентствами, за которым следовали поперечное растрескивание и образование усталостных трещин. Большинство агентств также собирают данные о продольном растрескивании, а некоторые также собирают данные о выделении битума на покрытиях и его расслоении.

Таблица – Данные о фиксируемых дефектах дорожного покрытия

Вид дефекта	Доля агентств, определяющих дефект
Колейность	100
Поперечное растрескивание	93
Усталостные трещины	89
Продольное растрескивание	88
Сетка усадочных трещин/растрескивание брусчатки	77
Неровность	64
Образование разрывов	64
Скалывание	54
Выступление черных вяжущих на асфальтобетонных покрытиях/скользкость	54
Растрескивание по краям	46
Прочее	36
Пробоины	32
Раздробленная плита	30
Растрескивание из-за износа	27
Фонтанирование жидкого грунта	21

В общем, повреждения асфальтобетонного покрытия, данные о которых наиболее часто собирались (образование колеи, усталость и поперечное растрескивание) согласуются с используемыми в разработке рецептов горячей асфальтовой смеси и проектировании дорожных конструкций [3].

После различных типов растрескивания, наиболее часто выявляемые повреждения дорожного покрытия из бетона на основе портландцемента являются разрывные нарушения и шелушение дорожной одежды. Эта выборка отражает типичную обеспокоенность состоянием бетонного дорожного покрытия в месте стыков.

Ровность в продольном направлении

Ровность дорожного покрытия, как правило, считается основным индикатором состояния дорожного покрытия, который наилучшим образом отражает представление об общем состоянии проезжей части. Она влияет на качество езды, затраты на эксплуатацию (например, потребление топлива, износ протектора шины, а также износостойкость транспортного средства), и динамику транспортного средства. Ровность дороги исчисляется путём измерения вертикальных отклонений поверхности дороги по продольной линии движения пути колеса, который известен как «профиль». Профиль, как правило, определяется использованием систем измерения состояния дорожного покрытия с применением лазеров (высокоскоростные или лёгкие профилометры). Эти профилометры измеряют профиль дорожного покрытия, используя лазер для измерения расстояния от транспортного средства до дорожного покрытия. Также находят широкое применение акселерометры, которые регистрируют вертикальное перемещение транспортного средства.

Считанный профиль используется для создания имитационной модели вычислений Международного индекса ровности IRI (МИР/IRI) на основании продольных профильных измерений. МИР/IRI – сводное измерение изменений продольного профиля проезжей части дороги, которые отражают накопленное вертикальное перемещение «стандартного» транспортного средства,

движущегося по измеряемому профилю [4]. Несмотря на то, что международный индекс ровности быстро становится стандартом для непосредственного измерения качества движения, среди транспортных агентств отсутствует единообразие при сборе данных.

Оценка сцепных качеств

Транспортные агентства осуществляют мониторинг силы трения между колёсами автомобиля и поверхностью дороги. Недостаточное трение колёс на влажном дорожном покрытии является распространённой причиной дорожно-транспортных происшествий в США [5]. Поэтому измерение трения, как правило, проводится в рамках программы сокращения количества ДТП при влажном дорожном покрытии на участках, где наблюдается большое количество аварий [6]).

Сцепные свойства, которые реализуются при взаимодействии шин и поверхности дорожного покрытия, могут измеряться при контактном тестировании, неконтактном тестировании, или сочетании обоих методов. Департаменты транспорта штатов, как правило, собирают данные о трении при использовании устройства с заблокированным колесом – контактный метод. Неконтактное тестирование (например, с использованием профилометров) начинает использоваться для определения глубины макротекстуры дорожного покрытия, в российской интерпретации – шероховатости. Измерение глубины макротекстуры дорожного покрытия применяется для определения изменения силы трения с учётом фактора скорости; если дорожное покрытие имеет высокую макротекстуру, сила трения со скоростью сокращается незначительно, и маловероятно развитие эффекта аквапланирования. Международный индекс трения (IFI) отражает свойства макротекстуры поверхности покрытия наряду с испытаниями, произведёнными оборудованием различного типа (ASTM E1960-98, Стандартная практика для расчёта индекса трения о поверхность дорожного покрытия). Индекс состоит из двух цифр: сила трения при скорости 60 км/ч (F60) и изменение силы трения со скоростью (sp).

Прочность дорожной одежды

Конструкционную прочность участка дорожного покрытия, как правило, можно установить при использовании неразрушающих техник, таких как весовой дефлектомер качения (FWD) и/или через разрушающее испытание (к примеру, взятие пробы грунта и тестирование извлечённых материалов) [7]. Испытание методом FWD производится путём сбрасывания груза на дорожное покрытие и измерения реакции при прогибе на различных расстояниях от точки приложения нагрузки. Если толщина слоя известна, то эта информация может использоваться для измерения структурного числа дорожного покрытия и показателей слоёв [7]. Полученные результаты затем могут использоваться для определения остаточного ресурса дорожной одежды и размера допустимых нагрузок.

Исследования, проведённые в штатах Канзас и Индиана, показали, что проведение тестов FWD на трёх измерительных участках на миллю длины дороги может дать статистически достоверные результаты [7].

Устройства для измерения прогиба, которые собирают данные при движении, лучше подходят для обследования сети дорог. Например, весовой дефлектомер качения (rolling weight deflectometer, [8]) и датский измеритель прогиба при скоростном движении транспорта [9] обеспечивает вполне высокую производительность путём измерения прогиба с короткими интервалами и получения среднего арифметического результата на длинных дистанциях; при этом достигается сокращение разброса данных. Эти технологии создают новые возможности для контроля состояния дорожного покрытия на уровне сети дорог; однако они также вызывают дополнительные проблемы с точки зрения контроля качества данных. Пока ещё сохраняется трудность получения точных результатов измерений без их большого разброса. Кроме того описанные приборы не являются широко доступными по ряду причин.

Преимственность данных во временном ряде

Одна из важнейших проблем внедрения новых приёмов оценки состояния дорожного покрытия – это обеспечение преимущественности (непротиворечивости) ранее полученным результатам. Необходимо, чтобы данные разных лет сочетались между собой. Это применяется к атрибутам фактических данных (например, тип и протяжённость растрескивания) и к координатам местонахождения.

Качественные временные ряды данных о состоянии дорожного покрытия необходимы для разработки надёжных моделей ухудшения состояния дорожного покрытия, измерения воздействия процедур технического обслуживания и восстановления, разработки многолетних рабочих планов и оптимизации размещения ресурсов. Вот почему важно, чтобы новые и старые данные были совместимы с помощью соответствующего преобразования. Использование соответствующих метаданных (например, данных о данных) может упростить преобразование. Вопрос об обеспечении непротиворечивости данных во времени является особенно важным на начальном этапе принятия автоматизированных технологий. Как правило, это создает большие проблемы с точки зрения обеспечения надлежащей координации критериев и метаданных.

Главная задача, связанная с внедрением новой технологии сбора данных или с заключением договора подряда с поставщиком услуг состоит в верификации, чтобы измеренные характеристики дорожного покрытия, по крайней мере, были столь же точными, что и имеющиеся данные, а также соответствовали протоколам и требованиям агентства. Кроме того, важно, чтобы новые данные соответствовали ранее полученным данным агентства для возможности анализа временных рядов. Например, чтобы автоматические системы определения трещин обеспечивали такую же конкретность, что и визуальный метод. Верификационные тесты могли бы быть включены в программы контроля качества для проверки этого соответствия. Некоторые Департаменты транспорта использовали процесс предварительной квалификации, в ходе которого они запрашивают потенциальных поставщиков услуг провести измерения на некоторых контрольных участках, на которых агентство провело эталонные измерения. Ещё один пример – процесс сертификации, который предложен для профилометров [10]. Верификация соответствия данных также важна при смене поставщиков услуг, или в том случае, если поставщики услуг (или само агентство) использует более чем одну единицу оборудования или технологию для сбора данных о состоянии дорожного покрытия.

Преимственность данных в пространственном ряде (по месторасположению)

Второй ключевой вопрос реализации новых систем или новых подходов к сбору данных – это принятие общего метода координации мест проведения обследования [11] или обеспечение соответствующих и точных процедур преобразования данных. Принудительное применение агентством системы координации данных может предотвратить многие проблемы обновления временных диаграмм [11]. В противном случае возникают препятствия при внедрении новых методов сбора и использования данных. Универсальный метод координации местонахождения на основе пространственных и временных характеристик собранных данных может сократить проблемы с годовыми отклонениями и изменениями временных диаграмм.

В общем смысле, как пространственная, так и временная координация исходных данных являются одним из наиболее эффективных методов обеспечения исторической непрерывности и предотвращения рассогласованности с архивными данными.

Масштабность и периодичность оценки

Ещё один важный вопрос, который затрагивает качество данных о состоянии дорожного покрытия – это пространственный и временной охват сети. Охват сети и размеры выборки обычно регулируются исходя из желаемого типа данных и их предполагаемого использования. Количественные ожидания касательно данных о состоянии дорожного покрытия, в общем, различаются в зависимости от:

- типа информации, который требуется агентством и его предполагаемого использования;

- частоты использования определённого элемента данных;
- расходов и/или трудности получения этих данных;
- изменения федеральных требований.

Предполагаемая скорость, с которой изменяется состояние дорожного покрытия того или иного типа и объём данных, необходимый для получения полезной информации, влияют на периодичность сбора данных. Итак, все эти факторы влияют на частоту оценок и процедуры выборки. Автоматизированная система сбора данных о состоянии дорожного покрытия, как правило, считается идеальной для сбора данных на сетевом уровне, поскольку она позволяет эффективно собирать большие массивы данных, и при надлежащей проверке и управлении качеством получаемой информации, может быть обеспечена непротиворечивость данных.

Приведём несколько примеров.

Согласно исследованию, большинство агентств собирают данные о ровности дорожного покрытия магистралей по крайней мере один раз в три года, многие собирают эти данные каждый год. Учитывая то, что программа системы контроля за состоянием дорожного покрытия автомагистралей, управляемая FHWA, ранее требовала представления данных о ровности дорог в рамках сетевой выборки один раз в два года [12], не удивительно, что данные о ровности дорожного покрытия собираются достаточно часто. Пересмотр названной системы требует ежегодного представления данных о ровности дорожного покрытия в национальную систему автомагистралей. Большинство агентств также собирают данные о повреждении дорожных одежд по крайней мере раз в три года, многие собирают эти данные каждый год. Даже агентства, которые продолжают использовать данные обзора через ветровое стекло (визуальное обследование), собирали данные раз в три года или менее, что приводило к высокой степени охвата временной сети.

Данные о силе трения как правило собираются один раз в два или в три года, при этом небольшой процент агентств собирает данные каждый год. Для сбора данных о силе трения на сетевом уровне, дорожное полотно разделяется, как правило, на участки, обычно длиной 0,5...1 мили, и измеряется сила трения по сегментам. Например, в штате Индиана собирают годовые данные о силе трения на магистральных, относящихся к разным штатам, и один раз в три года на других дорогах [5].

Данные о максимальной нагрузке собираются наименее часто. Для автомагистралей, относящихся к разным штатам, оценка часто проводится один раз в пять лет, что приводит к сетевому охвату 20% протяжённости дорог в год. Исследования в штате Индиана свидетельствуют о том, что эти измерения, наряду с оценкой при помощи георадара (GPR), могут обеспечить надёжность информации в связи с сохраняющейся допустимой нагрузкой на дорожную одежду [13]. Интересно отметить, что значительное количество респондентов незнакомо с практикой сбора данных о допустимой нагрузке, применяемой их агентством, а это свидетельствует о том, что сбор данных по этому показателю состояния дорожного покрытия производится не должным лицом, отвечающим за контроль состояния дорожного покрытия, а другим должностным лицом.

Ещё один важный вопрос, связанный с качеством данных, это количество оцениваемых полос движения. Большинство агентств (73% респондентов) сообщали о сборе данных только по одной полосе многополосных дорог, в то время как лишь несколько сообщали, что собирают данные по нескольким полосам одной и той же дороги. Исследования, проведённые в штате Индиана, показали, что с точки зрения ровности дорожного покрытия, расхождение данных между полосами движения и полосами обгона статистически незначительно [5]. Однако этот тип соотношения невозможно было бы ожидать в тех случаях, если к отдельным полосам применялись различные виды поверхностной обработки дорожного покрытия. В случае оценки только одной полосы дороги с движением по нескольким полосам, следует обеспечить последовательную оценку данных по одной и той же полосе, для того, чтобы определить исторические тренды меняющихся моделей эффективности. Многие агентства признали это и стандартизировали полосы, используемые для сбора данных; например, многие агентства собирают данные по основному направлению движения на двухполосных дорогах и по внешней полосе движения многополосных дорог.

Литература

1. NCHRP Synthesis, 401. Quality Management of Pavement Condition Data Collection. Transportation research board 2009 executive committee, 2009. 143 pp.
2. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 2003. Available: <http://www.tfrc.gov/pavement/11tp/reports/03031/03031.pdf>.
3. ARA, Inc., ERES Consultants Division, Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated REFERENCES Pavement Structures, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2004.
4. Perera, R.W. and S.D. Kohn, NCHRP Web Doc 42: Issues in Pavement Smoothness: A Summary Report, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2002, 200 pp.
5. Li, S., K. Zhu, and S. Noureldin. Considerations in Developing a Network Pavement Inventory Friction Test Program for a State Highway Agency // Journal of Testing and Evaluation, Vol. 33, No. 5, 2005, 8 pp.
6. Anderson, D.A., R.S. Huebner, J.R. Reed, J.C. Warner, and J.J. Henry, NCHRP Web Doc 16: Improved Surface Drainage of Pavements / Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1998, 228 pp.
7. Hossain, M.C., T. Chowdhury, S. Chitrapu, and A.J. Gisi. Network-Level Pavement Deflection Testing and Structural Evaluation // Journal of Testing and Evaluation, Vol.28, No. 3, 2000, 9 pp.
8. Rolling Wheel Deflectometer, Applied Research Associates, Albuquerque, N.M., 2008. Available: http://www.ara.com/capabilities/RWD_brochure.pdf [accessed Apr. 30, 2008].
9. Traffic Speed Deflectometer, Greenwood Engineering, Brøndby, Denmark. Available: <http://www.greenwood.dk/tsd/> [accessed Apr. 30, 2008].
10. PP 49 Standard Practice for Certification of Inertial Profiling Systems, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2008.
11. Tsai, Y.L. and J.S. James. Framework and Strategy for Implementing an Information Technology-Based Pavement Management System // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1816, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2002, pp. 56-64.
12. Hudson, S.W., W.R. Hudson, D. Brown, and F. Botelho. Standards for State Network Level Pavement Management Condition Data / In Proceedings of the 1997 Speciality Conference on Infrastructure Condition Assessment: Art, Science, Practice, Boston, Mass., ASCE, New York, N.Y., 1997.
13. Noureldin, S., K. Zhu, S. Li, and D. Harris. Network Pavement Evaluation with Falling-Weight Deflectometer 58 and Ground-Penetrating Radar, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1860 / Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2003, pp. 90-99.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В США

Аннотация

На основе обзора зарубежных источников выполнено обобщение широко распространённого современного оборудования для проведения работ по диагностике дорожных конструкций автомобильных дорог в США и выявлены главные проблемы, связанные с использованием этих средств измерения.

Ключевые слова: обследование, дорожные одежда и покрытие.

Shabarshov I.V.¹ Goryachev M.G.² Goryacheva E.V.³

¹ Student, Moscow state automobile and road technical university; ² Ph.D in technics, associate professor, Moscow state automobile and road technical university; ³ Assistant, Moscow state automobile and road technical university

FEATURES OF MODERN EQUIPMENT FOR SURVEY PAVEMENT OF U.S.

Abstract

Based on a review of foreign sources made a generalization of the widespread modern equipment for diagnostics activities of road construction of roads in the United States and identified the major problems associated with the use of measuring tools.

Keywords: survey, pavement.

Повреждение поверхности дорожного покрытия

Оборудование для проведения измерений транспортно-эксплуатационных качеств дорожных одежд и покрытий и отслеживания их динамики во времени как ручного, так и автоматического принципа действия предназначено для идентификации и классификации повреждений, а также установление уровней серьезности повреждений.

При этом внутри группы повреждений, выявленных в автоматизированном режиме, выделяют повреждения, установленные с помощью датчиков (например, ровность, образование колеи, и смещение дорожных плит), а также нарушения, полученные на основании обработки изображений дорожного покрытия (например, растрескивание).

Поскольку некоторые повреждения идентифицированы с помощью датчиков, другие на основании изображений, являются в общем различными, они представляются в различных разделах отчётов. Как правило, как ручные, так и автоматизированные методы выявления растрескиваний фиксируют более серьёзные повреждения, при этом повреждения менее серьёзные не отображаются, поскольку первые обычно легче определяются, чем повреждения средней или меньшей степени [2].

Растрескивание

Растрескивание определяется с передвижного транспортного средства или «проходя пешком» по участку. Оценки, собранные при перемещении транспортного средства, могут быть собраны вручную (оценки «с лобового стекла») или автоматически путём обработки изображений дорожного покрытия, собранных видеосъёмкой. Обработка изображений производится вручную в условиях полуавтоматического сбора данных или с помощью программных средств в рамках полностью автоматизированного процесса. Различия для автоматизированного, полуавтоматизированного и ручного процессов заключаются в следующем [3]:

1. Тип оборудования/метод сбора данных.
 - Качество изображения. Это имеет значение для автоматизированных и полуавтоматизированных исследований.
 - Используемый тип технологий, например, аналоговые изображения, цифровые изображения, лазерные изображения.
 - Разрешение оборудования для создания изображений (выявление небольших трещин требует оборудования более высокого разрешения)
 - Поле обзора (повреждения могут отсутствовать, если они не покрывают всю полосу движения).
 - Качество цветового контраста изображения дорожного покрытия (цветовой контраст между трещиной и окружающим дорожным покрытием является важным фактором при оценке повреждений с помощью программного обеспечения по обработке данных о повреждениях).
2. Квалификация операторов оборудования.
3. Программное обеспечение для обработки. Алгоритм, используемый для выявления и подсчёта различных типов трещин, является крайне важным в случае автоматизированного обследования. Так, одной из распространённых проблем, связанной с алгоритмом автоматического выявления растрескиваний, является ошибочная классификация тротуарных стыков (pavement shoulder joint) как продольных трещин.
4. Среда измерения. Это условия, при которых проводятся обзоры повреждений дорожного покрытия, и которые влияют на определение растрескиваний. Например, растрескивания, как правило, более чётко видны вскоре после дождя, поскольку они могут наполниться водой. Степень растрескивания, выявленных при этих обстоятельствах, может различаться.

Ровность в продольном направлении

Учитывая большое разнообразие коммерчески доступных устройств измерения ровности, полученные результаты для одного и того же участка дорожного покрытия могут значительно отличаться. Однако измерения с помощью одного и того же устройства являются в целом сопоставляемыми. Основные факторы, оказывающие значение на вариативность измерений ровности дорожного покрытия [4].

1. Тип профилометра. Различные профилометры, доступные с коммерческой точки зрения, используют различные технологии, датчики и технологии обработки сигналов.
 - Датчик высоты. Большинство текущих профилометров используют лазерные датчики, однако некоторые агентства до сих пор используют профилометры с ультразвуковыми или инфракрасными датчиками. Важные характеристики датчика включают частоту выборки, разрешение, зону охвата (или площадь по периметру) и диапазон. Несмотря на то, что традиционные лазерные профилометры используют точечные лазеры, агентства начинают предъявлять требования, чтобы датчики имели широкую зону охвата.
 - Тип и расположение акселерометра.
 - Система измерения расстояния.
 - Количество датчиков, месторасположение и расстояние между датчиками при использовании нескольких датчиков.
2. Квалификация водителя и оператора профилометра. С этим фактором связано поперечное положение профилометра. Путь протектора колеса является важным источником изменчивости данных, таким образом, операторы должны придерживаться центра полосы движения.

3. Скорость измерений [5]. В некоторых исследованиях указывается, что большинство профилометров дают измерения, которые остаются стабильными при выдерживании одинаковой скорости измерений [6].
4. Измеренная полоса движения. Хотя большинство агентств измеряют только внешнюю колею, другие начинают измерять профиль на всех полосах движения.
5. Давление накачки шин, влияющее на измерения продольного расстояния.
6. Калибровка различных компонентов оборудования.
7. Интерпретация и обработка профильных данных.
 - Фильтры. Большинство профилометров используют фильтры для устранения нежелательных высоких или низких частот в измеренном профиле; хотя некоторые позволяют пользователю применять фильтры, некоторые не позволяют;
 - Алгоритм расчёта профилометра. Алгоритм, используемый для сочетания данных полученных от датчиков ключевых компонентов и определения профиля.
 - Алгоритм и процедура расчёта международного индекса ровности (IRI). Например, некоторые производители измерителей профиля поверхности дорожного покрытия автоматически применяют нестандартные фильтры к профилю. Другие производители и штаты могут принять решение использовать усреднённый профиль левого и правого колёсного путей, тем самым генерируя индекс неровности полугусеничного автомобиля вместо индекса неровности от пути одного колеса или среднего значения индекса неровности двух колёсных путей.
 - Интервал интегрирования. Речь идёт о протяжённости участка дороги, по которому подаются отчёты о ровности покрытия. Относительно большая сумма значений продольного профиля может указывать на дорожное покрытие, которое является умеренно неровным на длинном участке, и слишком неровным по отношению к небольшому участку дороги. Измерение небольших участков, как правило, даёт более полезные результаты, поскольку это позволяет определить короткие неровные участки, которые могли бы оказаться незамеченными, если бы участки были большей длины.
 - Измеренный колёсный путь. Хотя некоторые агентства считывают данные о колёсном пути только от одного колеса, другие измеряют среднее значение пути обоих колёс. Это существенно, поскольку измерения внешнего (правого) колёсного пути являются, как правило, менее ровными, чем измерения внутреннего (левого) колёсного пути [7].
 - Мостовые переходы. Отсутствует согласие по вопросу, как поступать с мостами, включёнными в тот или иной участок дороги. Мосты, как правило, представляют собой локализованные участки большой неровности. Некоторые агентства, включают мосты в качестве части участка дороги, поскольку это позволяет лучше отражать фактическое восприятие пользователей общих участков дороги. Другие агентства не включают мосты, чтобы избежать искусственно завышенной оценки индекса ровности дорожного покрытия на участках.
8. Среда измерения.
 - Температура, ветер, влажность и влажность на покрытии, которые по-разному влияют на различные типы датчиков.
 - Наличие посторонних предметов и мусора, загрязняющих дорожное покрытие, таких как песок, гравий и т.п.
 - Условия освещённости, влияющие на работу оптических датчиков.
9. Форма поверхности. Структура поверхности влияют на точность и повторяемость данных профилометров.
 - Повреждения поверхности дорожного покрытия оказывает основное влияние на поперечные изменения профиля.
 - Повседневные и сезонные изменения профиля вызваны деформацией плит из бетона на портландцементе (PCC slabs), изменением влажности основания дорожной одежды, сменами похолодания и оттепели и т.п. На некоторых участках отмечены различия в 0,4 м/км.
 - Геометрия дорог. Поперечный и продольный уклон, кривые могут влиять на работу акселерометров, которые являются основными элементами инерционных профилометров.

Ровность в поперечном направлении (колея)

Большинство агентств в настоящее время измеряют глубину колеи (поперечный профиль) с помощью какого-либо типа оборудования для автоматизированного сбора данных, включая брусья/профили (или штанги) с многочисленными датчиками или системами непрерывного измерения. На точность результатов влияют следующие факторы.

1. Тип оборудования.
 - Тип датчиков: точечные лазеры, ультразвуковые лазеры и лазеры для непрерывного сканирования. В настоящее время чаще всего используемыми датчиками являются координатные лазеры. Лазеры непрерывного сканирования охватывают общую ширину 4 м с разрешением 1280 точек на дюйм. Эти лазеры очень точны в измерениях, однако пользователь должен вводить данные по ширине полосы движения с тем, чтобы программное обеспечение исключило параметры обочины, тротуара или бордюра. Ультразвуковые датчики до сих пор используются в некоторых системах, но их измерения могут быть недостаточно точными из-за воздействия температуры или влажности воздуха.
 - Ширина бруса (или штанги) для измерения ширины колеи (и охват полосы движения). Более старые и до сих пор используемые датчики для измерения ширины колеи охватывают только определенную ширину полосы движения. Более того, даже раздвижные брусья для измерения ширины колеи почти никогда до конца не раздвигаются из соображений безопасности. Как правило, такой брус (или штанга) раздвигается только до длины 3 м. Некоторые брусья имеют два продольных датчика, разведенных наружу для увеличения ширины охвата.
 - Количество датчиков. Количество датчиков может колебаться от 3 до 37, при этом непрерывные системы становятся более распространенными.
 - Система измерения расстояния. Путь протектора колеса влияет не непрерывность измерений, поскольку он затрагивает собранные данные по начальным точкам.
2. Геометрия бордюра и/или узкая колея. Крайне правый датчик способен улавливать информацию о возвышении бордюра или наличии травы на правом тротуарном стыке, несколько корректирующие измерения.
3. Квалификация водителя и/или оператор оборудования. Здесь важны опыт, подготовка, навыки вождения, влияющие на качество собранных данных.
4. Метод расчёта глубины колеи подлежит контролю в целях обеспечения согласованности данных из года в год или от поставщика услуг поставщику услуг, поскольку имеются различные алгоритмы обработки поперечного профиля и расчета глубины колеи. Основные методы, используемые в настоящее время – это линейный метод или метод «натянутого шнура» (AASHTO PP-38-00 Стандартная практика определения максимальной глубины колеи в асфальтовых покрытиях (2005)) и метод линейки. В соответствии с линейным методом воображаемая линия изгибается на выпуклой части между двумя колесными колеями, если эта выпуклость выше обочин и осевой линии дороги. Метод линейки проецирует прямую линию от внутренней стороны до обочины полосы движения и приводит к занижению расчётов глубины колеи.
5. Среда измерений.

- Температура, ветер, влажность и влажность на покрытии, которые по-разному влияют на различные типы датчиков.
 - Наличие посторонних предметов и мусора, загрязняющих дорожное покрытие, таких как песок, гравий и т.п.
 - Условия освещённости, влияющие на работу оптических датчиков.
6. Структура поверхности. Имеется в виду фактура поверхности: крупность каменного материала и их шероховатость, искажающие считывание датчиков.

Заметим, общеизвестно, что бруска для измерения ширины колеи с большим количеством датчиков (или точек поперечного измерения в непрерывных системах) дают более точные и последовательные измерения. При переходе от старого бруска для измерения ширины колеи к более современному сканирующему лазеру, департамент транспорта штата Оклахома обнаружил, что расчёты глубины колеи, обычно показывали большую глубину, но были ближе к измерениям, сделанным вручную. Более старые бруска для измерения глубины колеи занижают сведения о глубине колеи из-за недостатка охвата данных о ширине всей полосы движения.

Сцепные качества

1. Используемое оборудование.
 - Большинство департаментов транспорта используют прицеп с заблокированным колесом (ASTM E 274) для скоростных измерений силы трения [8] или, как ещё говорят, для испытаний дорожных покрытий на сопротивление заносу. Система включает тягач с резервуаром воды и системой прицепов, которая может заблокировать одно колесо для измерения коэффициента трения между шиной и мокрым дорожным покрытием. Сила трения (или заноса) о мокрое дорожное покрытие, как сообщается, в 100 раз превышает коэффициент трения [9]. Некоторые виды оборудования оснащены лазерными системами для определения макротекстуры поверхности и оценки градиента скорости.
 - Тип шины. Некоторые штаты, например, Вирджиния, используют гладкие шины, а некоторые, например, Флорида – шины с рисунком протектора.
 - Скорость испытания. Некоторые штаты используют уравнения пересчёта для вычисления показателя трения при испытании на занос при разных скоростях, но эти корреляции проверялись исключительно на местном уровне [5].
2. Калибровка оборудования. Калибровка обычно производится в начале сезона сбора данных (или каждые два года) при проверочных испытаниях, которые проводятся на контрольных участках в ходе сбора и подготовки данных.
3. Среда измерений. В практике выявлены годовые отклонения в силе трения о дорожное покрытие. Следовательно, рекомендован круглогодичный мониторинг сети [5]. Доказано, что температура является одним из главных параметров, влияющих на результаты замеров [10]. Некоторые штаты выполняют сезонные (обычно ежемесячные) наблюдения.

Прочность дорожной одежды

Причины разнородности считываемой информации при проведении обследования возникают по следующим причинам.

1. Используемое оборудование. Различные FWD используют несколько различающиеся конфигурации и сенсорные устройства. Кроме того, имеющиеся устройства используют различное количество датчиков.
2. Эксплуатационные параметры оборудования.
 - Нагрузка. Большинство агентств используют нагрузку в 4 т, в то время как некоторые организации проводят дополнительные испытания на различных уровнях нагрузки для оценки нелинейности некоторых материалов.
 - Датчики. Известные устройства используют различные параметры датчиков, однако руководящие принципы по сбору данных в рамках программы по поддержанию долговечности дорожных конструкций помогли их стандартизировать.
 - Ошибки, связанные с положением датчика. Некоторые протоколы требуют одного или двух первоначально пониженных уровне положения датчика для улучшения контакта между измерительной пластиной датчика и дорожным покрытием, а также для повышения воспроизводимости измерений. Калибровку оборудования важно проводить для коррекции систематических ошибок в измерениях датчика; для этих целей имеются региональные участки дорог.
3. Выбор испытываемой полосы движения. Испытания, проведенные в штате Индиана, показали, что допустимая нагрузка по одному из направлений автодороги между штатами почти совпадала с нагрузкой на противоположном направлении. Однако на дорогах, на местных дорогах испытания прочности показали дали различные показания. По-видимому, одной из причин этого стало стадийное строительство полос с неодинаковыми дорожными одедами.
4. Частота проведения испытаний. Несмотря на то, что частые испытания являются предпочтительными для точной оценки допустимой нагрузки, это снижает производительность и увеличивает затраты.
5. Среда измерений. Факторы окружающей среды оказывают существенное влияние на реакцию дорожной одежды и измеренные деформации, прежде всего асфальтобетонного покрытия.
 - Температура влияет на устойчивость асфальтобетонных материалов. Факторы учёта деформаций при температурных колебаниях разработаны на национальном (LTPP) уровне и уровне штатов.
 - Влажность. Присутствие воды влияет на несущую способность грунта и материалы дорожного покрытия без должной связки между собой.
6. Используемое программное обеспечение. Методика расчёта, заложенная в программе, как правило, влияет и на конечный ответ.

Собранная информация может использоваться для оценки общей допустимой нагрузки на дорожную одежду (например, расчёт фактического структурного числа, модуля на поверхности или определение модулей различных слоёв дорожных одежд).

Георадар

Некоторые агентства для определения данных о толщине слоёв использовали георадары. Это устройство действует путём передачи геомагнитных волн между слоями дорожной одежды, которые в свою очередь позволяют определить толщину слоя. С тем, чтобы георадар определял разделения слоёв, слои дорожной одежды должны обладать различными диэлектрическими свойствами. Кроме того, волны более высокой частоты дают лучшее разрешение, в то время как волны меньшей частоты позволяют более глубокое проникновение по толщине, что приводит к тому, что измерения профиля верхнего слоя более точны, чем профили более нижних слоёв [11]. Испытания показали, что георадар даёт более точные значения плотности слоя, если калиброван при помощи нескольких сердечников, и измерения георадара могут использоваться для оценки необходимости, мест и объёма отбора кернов [12].

Литература

1. NCHRP Synthesis, 401. Quality Management of Pavement Condition Data Collection. Transportation research board 2009 executive committee, 2009. 143 pp.
2. McQueen, J.M. and D.H. Timm. Statistical Analysis of Automated Versus Manual Pavement Condition Surveys // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2004, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2005, pp. 55-62.
3. McNeil, S. and F. Humplick. Evaluation of Errors in Automated Pavement-distress Data Acquisition // Journal of Transportation Engineering, Vol.117, No.2, 1991, pp. 224-241.

4. Karamihas, S.M., T.D. Gillespie, R.W. Perera, and S.D. Kohn. NCHRP Report 434: Longitudinal Pavement Profile Measurement / Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1999, 81 pp.
5. Choubane, B., R.L. McNamara, and G.C. Page, Evaluation of High-Speed Profilers for Measurement of Asphalt Pavement Smoothness in Florida // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1813, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2002, pp. 62–67.
6. Improving the Quality of Profiler Measurement, TPF-5 (063), Federal Highway Administration, Washington, D.C. 59. Available: <http://www.fhwa.dot.gov/pavement/ltpa/profiler/profiler.cfm> [accessed Apr. 2008].
7. Ningyuan, L., T. Kazmierowski, and B. Sharma. Verification of Network-Level Pavement Roughness Measurements // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1764, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2001, pp. 128-138.
8. Trifiro, F., G.W. Flintsch, G. Guerrero, E.D. de León Izeppi, and K.K. McGhee. Comparison of Friction Measuring Devices and Preliminary Evaluation of the International Friction Index Coefficients / Presented at the 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Jan. 13-17, 2008, 15 pp.
9. Jackson, N.M.C., C. Bouzid, C.R. Holzschuher, and S. Gokhale. Measuring Pavement Friction Characteristics at Variable Speeds for Added Safety // Journal of ASTM International, Vol.2, No.10, 2005, 14 pp.
10. Flintsch, G.W., Y. Luo, and I.L. Al-Qadi. Analysis of the Effect of Pavement Temperature on the Frictional Properties of Flexible Pavement Surfaces // Presented at the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Jan. 9-13, 2005.
11. Noureldin, S., K. Zhu, S. Li, and D. Harris. Network Pavement Evaluation with Falling-Weight Deflectometer and Ground-Penetrating Radar // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1860, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2003, pp. 90-99.
12. Lahouar, S., I.L. Al-Qadi, A. Loulizi, T.M. Clark, and D.T. Lee. Approach to Determining In Situ Dielectric Constant of Pavements: Development and Implementation at Interstate 81 in Virginia // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No.1806, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2002, pp. 81-87.

Дунаев А.А.¹, Зайцева Н.В.²

¹Магистрант, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; ²Магистрант, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧИТЕЛЯ И УЧЕНИКА В ВИРТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрен прототип системы моделирования взаимодействия учителя и ученика для создания виртуальной системы обучения, учитывающей эмоциональное состояние ученика в ходе учебного процесса.

Ключевые слова: обучение, моделирование, эмоции.

Dunayeu A.A.1, Zaitsava N.V.2

¹Postgraduate student, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics; ²Postgraduate student, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

SYSTEM OF TEACHER AND STUDENT INTERACTION IN VIRTUAL TRAINING SYSTEM

Abstract

The article considers the prototype of system of modeling interaction between teacher and student for creating a virtual learning system that takes into account the student emotional state in the learning process.

Keywords: education, modeling, emotions.

Введение

Сложность современных технологических процессов, возрастающая роль и удельный вес информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности предъявляет повышенные требования к образовательным технологиям, и требуют адекватных изменений в сфере образования.

В этой связи все более актуальными становятся технологии дистанционного обучения. Однако последним присущ традиционный недостаток: оторванность студента от преподавателя, что не может не сказываться на качестве образования.

Логическим выходом из данной ситуации является применение в основном технологичном процессе дистанционного обучения современных средств интерактивного взаимодействия студента и преподавателя, таких как мультимедийные каналы связи. Важной задачей в данном случае является правильный подход к каждому студенту, а также оценка степени понимания материала, заинтересованности в обсуждаемом вопросе студента. Для этого необходимо использование систем позволяющих моделировать поведение преподавателя в зависимости от текущего состояния учебного процесса и эмоционального состояния ученика.

Распознавание лица и эмоционального состояния человека является важной задачей для многих сфер жизни. Решение данной задачи может использоваться в криминалистике, системах безопасности, а также в системах «умного дома».

Техническое задание системы взаимодействия учителя и ученика должно включать информацию о различных методиках и языках позволяющих описывать и моделировать процесс взаимодействия параллельных систем: учитель и ученик. Техническое задание модуля распознавания состояния ученика на основе нейронной сети должно включать информацию о различных эмоциональных и психологических состояний человека, их особенности, а также анализ систем и нейронной сети для распознавания образов и изображений. Успешность проекта зависит от глубины проработки предметной области и используемых критериев.

Использование нейронной сети для решения задачи распознавания эмоций оправдано при наличии на изображении искажений или его частичной деструктуризации.

Постановка задачи

Исходя из результатов анализа существующих методов описания и моделирования параллельных систем, а также методов распознавания лиц и обработки изображений на основе нейронной сети, систему взаимодействия учителя и ученика необходимо реализовать следующим образом.

Основные требования к разрабатываемой системе:

система должна уметь определять текущее состояние учебного процесса;

система должна уметь определять эмоциональное состояние студента;

эмоциональное состояние студента должно определяться с помощью отдельного модуля распознавания состояния ученика на основе нейронной сети;

должна быть реализована возможность обучения системы;

система должна давать пользователю советы по ведению учебного процесса в текущей обстановке, в зависимости от текущего состояния учебного процесса.

Алгоритм решения

Были рассмотрены различные существующие средства для описания взаимодействующих процессов:

UML;

автоматное программирование;

лестничные диаграммы;

сети Петри;

графы переходов;

таблицы принятия решений.

На основе произведенного анализа для решения задачи взаимодействия учителя и ученика было решено использовать таблицу принятия решений. Данный метод описания процессов обладает преимуществами:

компактная, обозримая форма анализа задачи;

интегрированное представление задачи;

ясность;

возможность сравнительно просто выяснить, каких данных недостает в описании задачи;

простота контроля полноты и содержательной корректности;

возможность внесения изменений и добавлений в базу знаний специалистами предметной области без привлечения программистов.

Созданная таблица принятия решений для описания взаимодействия учителя и ученика содержит следующие условия (таблица 1).

Таблица 1 – Условия таблицы решений

Название условия	Возможные значения			
Был ли задан вопрос/задача?	Да	Нет		
Была ли дана подсказка?	Да	Нет		
Была ли дана теория?	Да	Нет		
Был ли дан верный ответ?	Да	Нет		
Эмоция ученика	Радость	Грусть	Безразличие	Злость

Ниже приведена таблица, содержащая несколько описанных действий, необходимые условия для выполнения действия, а также устанавливаемые значения переменных после выполнения действий (таблица 2). Таблица 2 – Действия таблицы решений

Название действия	Необходимые условия	Изменяемые переменные
Задать вопрос/задачу	Был ли задан вопрос/задача? = Нет	Был ли задан вопрос/задача? = Да Была ли дана подсказка? = Нет
Сделать замечание	Был ли задан вопрос/задача? = Да Был ли дан верный ответ? = Нет Эмоция ученика = Радость	

Дополнительные действия и условия могут быть добавлены в ходе обучения системы.

Описанная таблица принятия решений, включая условия и действия, была описана с помощью файла формата XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
```

```
<config>
```

```
  <variable name="vopros" title="Был ли задан вопрос/задача?" defaultValue="no" values="yes,no" input="false"/>
```

```
  <variable name="podskazka" title="Была ли дана подсказка?" defaultValue="no" values="yes,no" input="false"/>
```

```
  <variable name="teoria" title="Была ли рассказана/дана теория студенту?" defaultValue="no" values="yes,no" input="false"/>
```

```
  <variable name="emocia" title="Эмоция студента?" defaultValue="unknown" values="radost,grust,bezrazlichie,zlost,unknown" input="true"/>
```

```
  <variable name="vernii otvet" title="Был ли дан верный ответ на вопрос?" defaultValue="no" values="yes,no" input="false"/>
```

```
  <decision name="Задать вопрос/задачу">
```

```
    <condition variable="vopros" value="no"/>
```

```
    <set variable="vopros" newValue="yes"/>
```

```
    <set variable="podskazka" newValue="no"/>
```

```
    <read variable="vernii otvet"/>
```

```
  </decision>
```

```
  <decision name="Сделать замечание">
```

```
    <condition variable="emocia" value="radost"/>
```

```
    <condition variable="vernii otvet" value="no"/>
```

```
    <condition variable="vopros" value="yes"/>
```

```
  </decision>
```

```
</config>
```

Такое описание является простым для редактирования, понятным пользователю и удобным при программировании.

Была создана программа с удобным интерфейсом, позволяющим пользователю видеть все значения условий таблицы решений (рисунок 1).

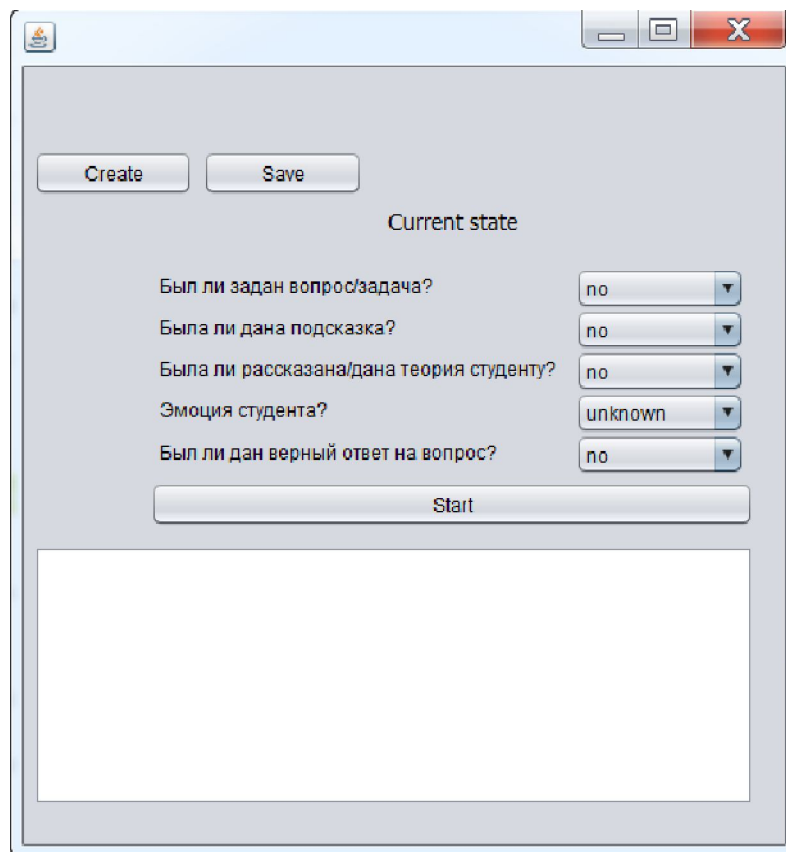


Рисунок 1. Главное окно программы

На основе произведенного анализа существующих методов считывания и обнаружения лиц с помощью нейронной сети было решено разбить модуль считывания «эмоций» на две части:

На вход первому подмодулю подается фотография лица ученика в виде файла изображения. После загрузки изображение обрабатывается, используя методы обнаружения лиц и методы обнаружения контуров, чтобы получить схематичное изображение лица. Данное схематичное изображение состоит только из линий и точек (рисунок 2).

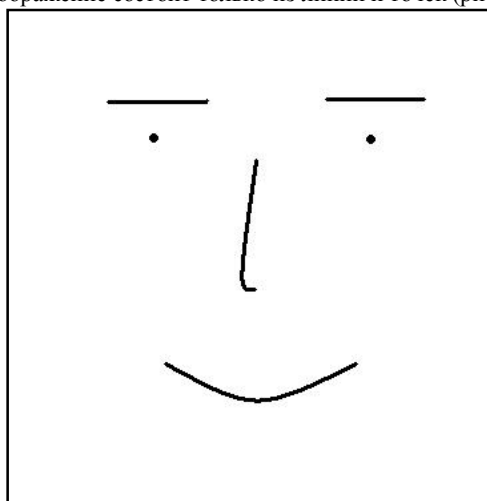


Рисунок 2. Схематичное изображение лица

На вход второму подмодулю подается схематичное изображение лица ученика, полученное после обработки первым подмодулем. По форме линий считывается мимика человека: форма бровей, губ. Анализ мимики должен производиться обученной однослойной нейронной сетью, после которого делается вывод об эмоции ученика. Нейронная сеть обучается на основе эталонных изображений каждого вида эмоции.

Алгоритм подготовки изображения для обработки нейронной сетью:

1. Загрузка файла изображения;
2. Поиск контуров на изображении;
3. Поиск крайних точек контуров и отсечение пустых областей изображения;
4. Нормирование размеров изображения;
5. Разбиение изображения на сектора ($N \times M$);
6. Составление матрицы размера $N \times M$ на основе разбитого изображения по следующему правилу: если через сектор изображения проходит контур, то в соответствующую ячейку матрицы записывается единица, иначе записывается ноль.

Созданная матрица подается на вход нейронной сети используемой в модуле считывания эмоции (рисунок 3). В результате анализа нейронной сетью модуль возвращает программе название эмоции (рисунок 4).

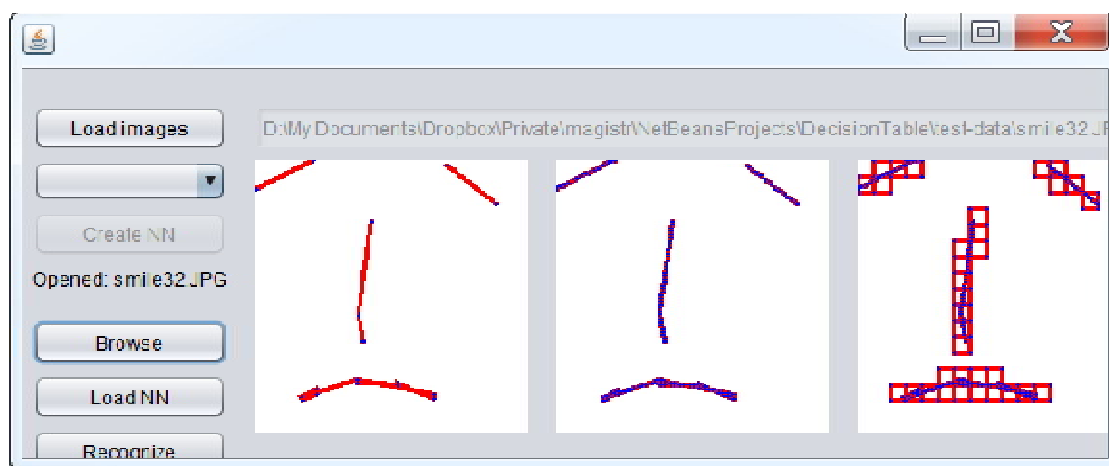


Рисунок 3. Окно модуля считывания эмоции

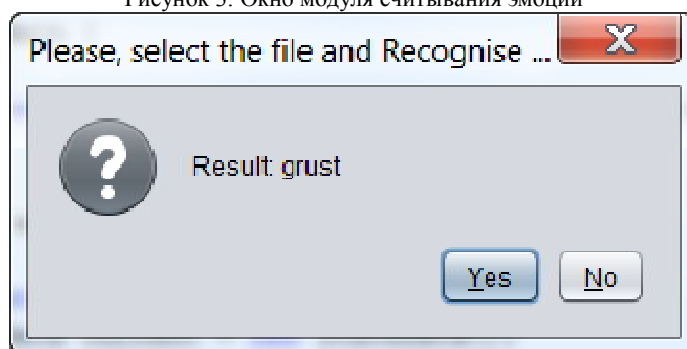


Рисунок 4. Окно результата считывания эмоции

Результат считывания эмоции используется для выбора подходящих действий на основе таблицы решений (рисунок 5).

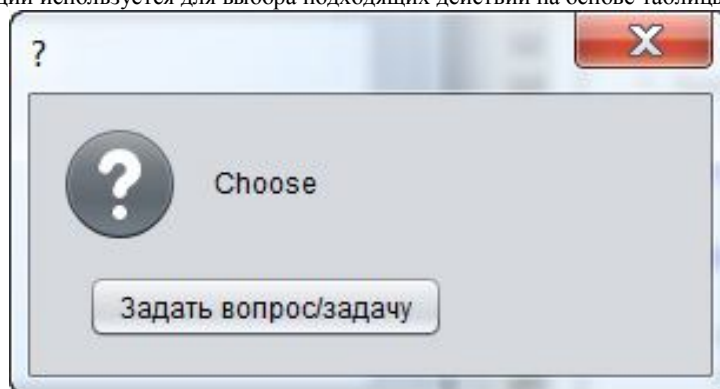


Рисунок 5. Окно выбора действия

Если под текущие условия подходит несколько действий, то все они будут предложены пользователю для выбора. После выбора действия эмоция ученика будет считываться снова.

Заключение

В ходе работы был произведен анализ существующих методов описания и моделирования взаимодействующих систем, а также методов распознавания лиц на основе нейронной сети и средств обработки изображений. Также был произведен анализ основных мимических реакций человека.

Для реализации поставленной задачи было решено описывать взаимодействие учителя и ученика с помощью таблицы решений, была создана начальная таблица решений, а также реализована возможность её дальнейшего обучения.

Была реализована предварительная обработка изображения лица ученика для получения контурного изображения, готового для обработки нейронной сетью.

Разработанная система позволяет моделировать поведение реального учителя в «электронном» обучении. Использование подобной системы позволяет улучшить качество учебного процесса, найти подход к каждому ученику, а также улучшить усвоение материала.

Также созданный модуль считывания эмоций может использоваться и в других сферах жизни: криминалистике, охранных системах.

Литература

1. Поликарпова Н.И., Шалыто А.А. Автоматное программирование — СПб.: Питер, 2009. — 176 с. — ISBN 978-5-388-00692-9
2. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука, 1984. - 160с.
3. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах /Под ред. Е.К.Масловского - М.: Мир,1981. - 322 с.
4. Сметанин Ю.М., Сметанина Е.Ю., Бусоргин А.В. Таблицы решений и автоматное моделирование бизнес-процессов // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экономика и право. 2009. Вып. 2. С. 126-143.
5. Хамби "Программирование таблиц решений" – Мир, 1976
6. Бородаенко Д.Н. Распознавание образов // Распознавание образов и искусственный интеллект. 2001. <http://www.ocrai.narod.ru> (26.05.2013).
7. Интеллектуальные системы безопасности [Офиц. сайт]. <http://www.iss.ru> (26.05.2013).
8. Середин О.С. Методы и алгоритмы беспризнакового распознавания образов. 2001, Москва

9. Р. Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений — М.: Техносфера, 2005 — 1007с
10. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений — М.: Высш. школа, 1983 — 295с
11. Беркинблит М. Б. Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с.
12. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений — М.: Техносфера, 2005.
13. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера. — М.: Физматлит, 2001.
14. Форсайт Д.А., Понс Д. Компьютерное зрение. Современный подход — М.: «Вильямс», 2004.

Цыганкова О.В.¹, Егоров С.Г.²

¹Аспирант, ²Кандидат технических наук, доцент, Запорожская государственная инженерная академия

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АНОДОВ ПРИ ОГНЕВОМ РАФИНИРОВАНИИ МЕДИ

Аннотация

В статье изучено качество анодов, производимых на участке огневого рафинирования меди Запорожского завода цветных металлов. Показано, что применение фосфористой меди на стадии огневого рафинирования меди не только снижают количество медных анодов с дефектами, но и улучшают показатели работы участка электролитического рафинирования.

Ключевые слова: медь вторичная, огневое рафинирование, анод.

Tsygankova O.V.¹, Egorov S.G.²

¹Postgraduate student, ²PhD in technical science, associate professor, Zaporozhye state engineering academy

IMPROVEMENT OF ANODES QUALITY AT FIRE REFINEMENT OF COPPER

Abstract

In article the quality of the anodes made on a fire refinement division of copper of the Zaporozhye factory of nonferrous metals is studied. It is shown that usage of phosphorous copper at a stage of fire refinement of copper not only reduce quantity of copper anodes with defects, but also improve work parameters of electrolytic refinement division.

Keywords: copper secondary, fire refinement, anode

Одним из цветных металлов, который остается востребованным практически во всех областях деятельности человека, остается медь. Данный металл не только прочно удерживает позиции в таких отраслях промышленности как электротехника и электроника, производство кабельной продукции, производство теплообменных аппаратов и др., но и завоевывает новые области — строительство и быт человека. Об этом свидетельствуют данные International Copper Study Group (ICSG), согласно которым в 2013 г. на долю электротехники и электроники приходится 30 %, на долю строительства также приходится 30 %, промышленное машиностроение — 12 %, транспорт — 13 %, прочее — 15 % [1]. Такое распределение меди по отраслям промышленности несколько отличается от распределения меди, которое было в 2007 г. [2], когда на долю электротехники и электроники приходилось 45...55 %, машиностроение 10...15 %, строительство 8...10 %, транспорт 8...10 %. Очевиден рост доли меди в строительной области.

Такому росту доли меди не в последнюю очередь способствует постоянное увеличение объемов производства рафинированной меди, как из рудного сырья, так и из вторичных ресурсов после кризиса 2008-2009 г. (рис.1). Видно, что потребление меди относительно ее производства колеблется: то преобладает над производством, то снова уменьшается.

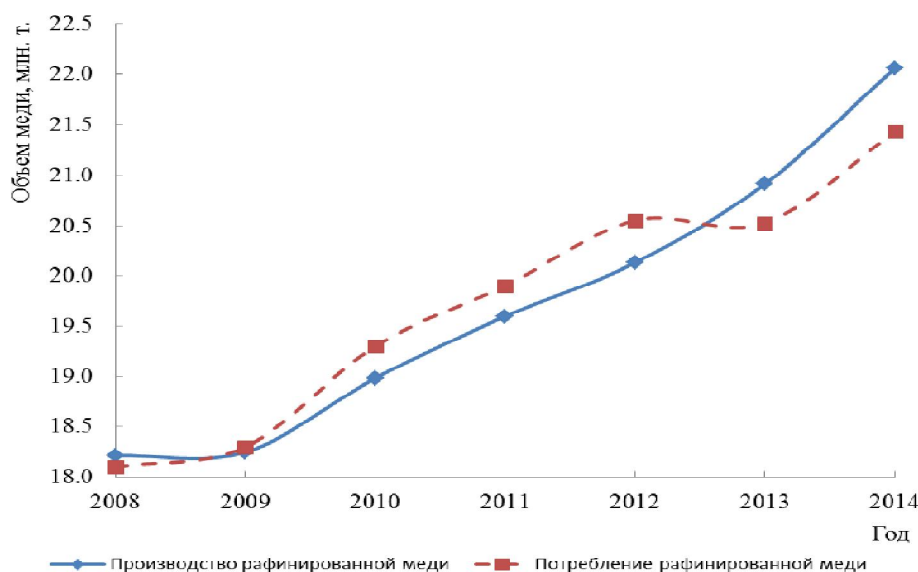


Рис. 1 — Мировое производство и потребление рафинированной меди [1,3]. (данные за 2013 и 2014 г.г. — прогноз)

В последнее время делаются попытки разработать и внедрить на практике новые методы рафинирования меди, которые обеспечивали высокую степень очистки от примесей при минимальных финансовых затратах [5]. К таким методам можно отнести: технологию прецизионного рафинирования, предложенную Донецким государственным научно-исследовательским и проектным институтом цветных металлов; применение миксеров-дозаторов магнитодинамического типа, обладающими функциями индукционных канальных печей и электромагнитного насоса; вакуумно-плазменная обработка расплава, разработанная в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины под руководством профессора В.Л. Найдека. Указанные методы обеспечивают высокую степень очистки меди от примесей при соответствующей первичной подготовки шихты, состоящей из лома и отходов меди. Произведенная этими методами медь может применяться в строительной, транспортной и других отраслях промышленности, где не требуется высокая электропроводность меди.

Однако основная схема производства рафинированной меди электротехнического назначения за последние десятилетия радикально не изменилась и включает в себя такие обязательные операции как огневое и электролитическое рафинирование.

Целью данной работы был анализ качества анодов участка огневого рафинирования меди, способов повышения качества и влияние качества анодов на показатели работы участка электролитического рафинирования меди в условиях работы Запорожского завода цветных металлов.

На Запорожском заводе цветных металлов (ЗЗЦМ) реализована традиционная схема производства рафинированной меди из лома и отходов, согласно которой сначала проводят огневое рафинирование, обеспечивающее содержание меди до 99,0...99,6 %,

далее полученную медь разливают в аноды и электролитическим рафинированием доводят до марок меди М0к, М00к по ГОСТ 859-2001.

Огневое рафинирование меди представляет собой окислительный процесс, на котором осуществляется продувка воздухом расплава меди с последующим её восстановлением древесиной (операция «дразнение»). В результате дразнения образуется шлак, в котором концентрируется большая часть примесей. Процесс огневого рафинирования вторичной черновой меди имеет ряд существенных особенностей по сравнению с черновой медью, полученной из рудного сырья, обусловленных высоким содержанием следующих примесей: свинца, цинка, олова, железа, никеля. Содержание перечисленных примесей на ЗЗЦМ в медных анодах поддерживается в следующих диапазонах, %: 0,1...0,3 *Pb*; 0,07...0,1 *Ni*; 0,01...0,05 *Sn*; 0,015...0,04 *Zn*; 0,002...0,02 *Fe*. Поэтому огневое рафинирование в условиях ЗЗЦМ является подготовительной операцией, которая обеспечивает удаление основной части примесей из меди, а при разливке – придание ей формы анода.

Кроме химического состава контролируются габаритные размеры и внешний вид анодов. На поверхности анодов не должно быть заплесков и утолщение кромок, «шишек» и «пузырей», сплошной пузырчатости, углублений и выступов от выработки изложниц. Поверхность анода должна быть ровной с кривизной по вертикали не более 7мм. На поверхности анода не допускается включения шлака, глины, угля и других не медных включений, которые образуют поверхностные дефекты анодов (рис. 2).

Кроме поверхностных дефектов могут присутствовать и скрытые дефекты, которые можно обнаружить только при срабатывании анода. При кристаллизации анода в его теле застывают неметаллические включения (остатки шлака, огнеупорной обмазки изложницы), которые во время срабатывания части анода при электролизе вымываются электролитом и в теле анода появляются сквозные отверстия, которые отрицательно влияют на анодную плотность тока и, следовательно, на весь процесс электролиза. Скрытые дефекты анодов хорошо видны при выгрузке из электролизных ванн анодных остатков (рис. 3).



Рис. 2 – Поверхностные дефекты медных анодов



Рис. 3 – Сквозные отверстия в теле анодных остатков из-за наличия в теле анода скрытых дефектов

В производственных условиях ЗЗЦМ поверхностные дефекты анодов (включения шлака, глины, угля) удаляют ручным способом с помощью металлических щеток. Наличие скрытых дефектов в анодах имеющимися средствами выявить невозможно, поэтому они поступают на участок электролитического рафинирования и негативно влияют на параметры его работы. Растворение в электролите остатков шлака и огнеупорной обмазки изложниц способствует повышению степени зашламленности электролита и снижению концентрации меди в шламе, выгружаемом из товарных ванн.

Анализ качества анодов, поступающих на участок электролитического рафинирования, а также анодных остатков, выгружаемых из товарных ванн и направляемых на переплавку, за месяц до проведения мероприятий по повышению качества анодов дал следующие результаты. Необходимое количество анодов для загрузки одной товарной серии, состоящей из 6 товарных ванн, составляет 204 шт. Среднее количество анодов с поверхностными дефектами (включения шлака, огнеупорной обмазки) при загрузке одной товарной серии составило 24...36 шт. или 11,8...17,6 %. Среднее количество анодных остатков со

сквозными отверстиями при выгрузке из одной товарной серии составило 36...48 шт. или 17,6...23,5 %. Суммировать аноды с разными дефектами нельзя, так как один и тот же анод может иметь и поверхностные и скрытые дефекты. Средний выход по току на товарных сериях составил 85,6 %.

С целью снижения количества медных анодов с дефектами на участке огневого рафинирования было решено дополнительно вводить в расплав меди раскислитель – фосфористую медь. Последовательность операций при производстве анодов была следующей: загрузка и расплавление шихты, продувка расплава меди воздухом, удаление шлака, восстановление избыточного кислорода древесиной (дразнение), подготовка расплава к сливу в ковш, загрузка в ковш раскислителя, слив расплава в ковш, выдержка расплава в ковше, снятие шлака, разливка меди из ковша по изложницам, загрузка закристаллизовавшихся анодов в ванну для охлаждения. Расход раскислителя составил 1...2 кг на 1 т расплава меди. Время выдержки находилось в интервале 5...15 мин. Остальные операции проводились без изменений, согласно заводской технологической инструкции.

В результате применение раскислителя количество анодов с поверхностными дефектами уменьшилось до 18...30 шт. (8,8...14,7 %), количество анодных остатков со сквозными отверстиями уменьшилось до 24...30 шт. (11,8...14,7 %). Кроме того, анализ работы участка электролитического рафинирования на данных анодах в течение 2 месяцев показал, что средний выход по току на товарных сериях составил 90,8 % в первый месяц и 89,6 % - во второй месяц, что больше среднего выхода по току до проведения исследований. Также зафиксировано снижение химического растворения медных анодов в серноокислом электролите (150...165 г/л H_2SO_4 , 50...65 г/л Cu) с 2,5 % до 2,0 %, снижение степени зашламленности электролита и повышение концентрации меди в медеэлектролитном шламе.

Применение дополнительного раскислителя (фосфористой меди) на стадии огневого рафинирования меди позволило повысить качество медных анодов: уменьшить количество анодов с поверхностными дефектами в среднем на 3 %, а анодов со скрытыми дефектами уменьшить на 5,8...8,8 %. Работа участка электролитического рафинирования на таких анодах характеризуется повышением среднего выхода по току на товарных ваннах на 4,0...5,2 %, что позволило дополнительно получить около 19...22 т катодной меди в месяц.

Литература

1. The World Copper Factbook 2013 [Электронный ресурс] // «International Copper Study Group»: сайт. - URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/170-publications-press-releases/1188-2013-world-copper-factbook> (дата обращения: 20.11.2013).
2. Савенков Ю.А. Рафинированная медь Украины. - Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2008. – 176 с.
3. Copper: Preliminary Data for July 2013 [Электронный ресурс] // «International Copper Study Group»: сайт. - URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/114-monthly-press-release/1626-2013-10-22-monthly-press-release> (дата обращения: 20.11.2013).
4. Copper Market Forecast 2013-2014 [Электронный ресурс] // «International Copper Study Group»: сайт. - URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/113-forecast-press-release/1605-2013-10-icsg-forecast-press-release> (дата обращения: 20.11.2013).
5. Егоров, С.Г. Альтернативные методы рафинирования меди // Сборник научных трудов «Металлургия». – 2009. – Вып. 20. – С. 70-77.

Залесков А.С.¹, Андрашитов Д.С.²

¹Адъюнкт, ²Кандидат технических наук, Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТА СО СВОБОДНЫМ ВЫБОРОМ ПОВЕДЕНИЯ

Аннотация

В статье рассматривается актуальность задачи построения модели движения объекта со свободным выбором поведения. Выбор поведения объекта осуществляется на основе определения его технического состояния, закона управления и максимального числа факторов, учитываемых при принятии решения на управление.

Ключевые слова: терминальное управление, объект испытаний, критерий качества, признаковое пространство.

Zaleskov A.S.¹, Andrahitov D.S.²

¹Adyunkt, ²Kandidat Technical Sciences, Military Academy of Strategic Missile Forces them Peter the Great

ON THE VITAL TASKS OF CONSTRUCTING THE MODEL THE BEHAVIOR OF OBJECTS WITH FREE ELECTIONS CONDUCT

Abstract

The article discusses the relevance of the problem of constructing models of the movement of the object with a free choice of behavior. Choice behavior of an object is based on the definition of its technical condition, the control law and the maximum number of factors to consider when deciding on management.

Keywords: terminal control, to test the quality criterion, the feature space.

Современные условия ведения войны предъявляют высокие требования к качеству ракетных и космических систем. При этом особый интерес вызывают системы с терминальным управлением. Выбор поведения таких систем является актуальной научной задачей. Это объясняется тем, что методы наведения таких систем не используют заранее рассчитанные программы полета, а вырабатывают команды наведения в процессе движения [1]. Однако, отсутствие взаимодействия между измерительным, управляющим и исполнительным элементом бортовой системы управления, отсутствие законов управления в зависимости от неучтенного возмущающего фактора или невозможность его отработать исполнительным элементом и др. причины приводят к тому, что выбор поведения объектом далеко не всегда является наилучшим. Это в свою очередь может привести к не выполнению функционала отдельной системой, и к срыву боевой задачи в целом.

Для решения данной задачи разработан широкий спектр методов и алгоритмов, однако эффективность их функционирования во многих практических важных случаях не позволяет построить оптимальную математическую модель для конкретного исследуемого объекта.

К наиболее распространенным методам выбора поведения объекта относятся статистические методы, позволяющие выработать правила управления объектом за счет многократного проведения опытов. Что делает такие методы экономически не целесообразными.

Широкая группа методов при построении модели поведения объекта априори учитывает влияние тех или иных факторов на объект исследования. Однако число неучтенных влияющих факторов в любой момент может привести к неправильной работе управляющих элементов.

Таким образом, избавиться от указанных недостатков, влияющих на выбор поведения объекта с терминальным управлением за счет существующих методов не возможно.

Цель: Определить техническое состояние объекта испытания и уточнить на основании этого модель его поведения.

Постановка задачи

1. Задана модель функционирования объекта испытаний со свободным выбором поведения:

$$X = \{m_1(t) \dots m_i(t) \dots m_N(t), n_1(t) \dots n_i(t) \dots n_N(t)\}, t \in (t_0, t_k) \quad t \in (t_0, T), \quad (1)$$

- где $m_i(t)$ – параметры состояния объекта, учитываемые при выборе модели его поведения,
 $n_i(t)$ – параметры состояния объекта, не учитываемые при выборе модели его поведения,
 N – действительное число,
 t_0, t_k – начальное и конечное время испытаний.

2. Известна модель наблюдения объекта испытаний:

$$Y = \{y(m_N(t), n_N(t)) + w(t)\}, \quad (2)$$

где $w(t)$ – шумы наблюдения с известными характеристиками.

Выбор поведения объекта при реальных условиях испытаний зависит от параметров состояния объекта X , а при построении модели наблюдения Y , как правило, учитываются только те параметры, которые можно измерить в процессе испытаний объекта $m_i(t)$.

Требуется: по результатам измерений определить текущие состояние объекта и уточнить модель его поведения согласно критерию

$$I = (Y - X)^2 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Данная задача относится к задаче идентификации. Одним из возможных путей решения поставленной задачи является формирование признаков выбора правила поведения объекта испытания. Таким образом, математическая постановка (1) – (3) может быть представлена в виде следующей блок-схемы на рис. 1.

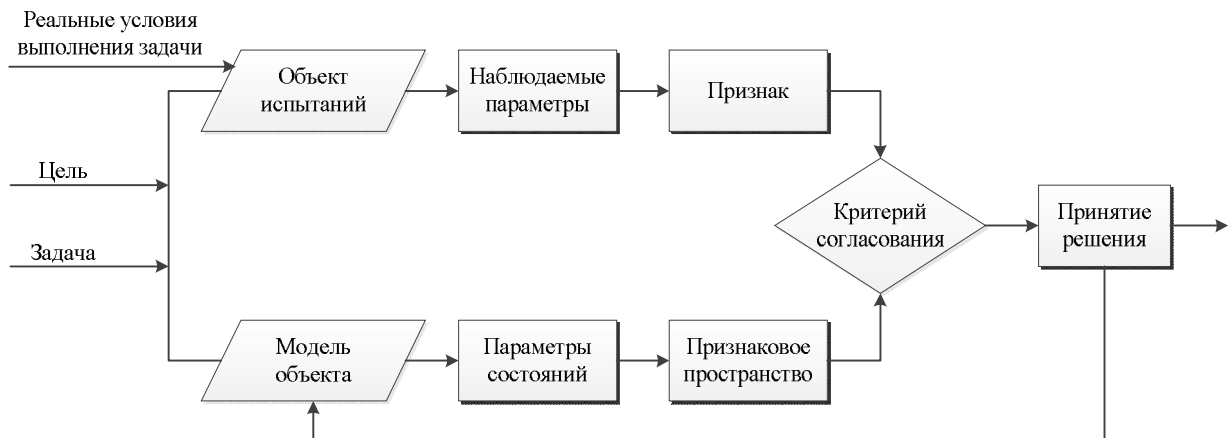


Рис. 1 - Задача построения модели поведения объекта со свободным выбором поведения

Решение такой задачи может быть основано на принципах имитационного моделирования и построения нечетких выводов [2]. Для этого следует сформулировать признак идентификации в виде правила поведения объекта в форме нечетких условных суждений типа

$$\text{IF } A \text{ THEN } B \text{ (ЕСЛИ } X \text{ ТО } Y). \quad (4)$$

Переменные данного правила (4) могут принимать как лингвистические переменные, так и числовые значения. Условные суждения определяются на основе обработки информации, полученной при испытании объекта.

Таким образом, наблюдаемые и имитируемые параметры необходимо представить в виде лингвистических переменных вида $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, (5)

где β – наименование лингвистической переменной,

T – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество X . Множество T называется базовым терм-множеством лингвистической переменной,

G – синтаксическая процедура, позволяющая оперировать элементами терм-множества T , в частности, генерировать новые термы (значения). Множество $T \cup G(T)$, где $G(T)$ – множество сгенерированных термов, называется расширенным терм-множеством лингвистической переменной,

M – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную, т.е. сформировать соответствующее нечеткое множество.

Пример преобразования значений параметра в лингвистическую переменную

Определить значение параметра X с помощью понятий "малое значение параметра", "среднее значение параметра" и "большое значение параметра", при этом минимальное значение параметра равно X_{\min} , а максимальное – X_{\max} . Формализация такого описания может быть проведена с помощью следующей лингвистической переменной

$$\langle \beta, T, X, G, M \rangle,$$

где β – параметр X ,

$T = \{\text{"малое значение параметра"}, \text{"среднее значение параметра"}, \text{"большое значение параметра"}\}$,

$X = [X_{\min}, X_{\max}]$,

G – процедура образования новых термов с помощью связок "и", "или" и модификаторов типа "очень", "не", "слегка" и др. Например: "малое или среднее значение параметра", "очень малая значение параметра" и др.,

M – процедура задания на $X = [X_{\min}, X_{\max}]$ нечетких подмножеств $A_1 = \text{"малое значение параметра"}$, $A_2 = \text{"среднее значение параметра"}$, $A_3 = \text{"большое значение параметра"}$, а также нечетких множеств для термов из $G(T)$ в соответствии с

правилами трансляции нечетких связей и модификаторов "и", "или", "не", "очень", "слегка" и других операций над нечеткими множествами.

Затем, на основе имитационного моделирования объекта с использованием корреляционного анализа полученных результатов формируются признаки выбора поведения объекта в форме нечетких условных суждений типа IF A THEN B.

Пример формирования признака

IF текущее значение требуемой скорости среднее AND текущее значение скорости, получаемое в результате решения навигационной задачи малое THEN значение командной скорости малое.

Вывод

В основу решения задачи построения модели поведения объекта со свободным выбором поведения следует положить формирование признаков идентификации модели объекта испытания с использованием построения нечетких выводов. Это приведет к повышению качества определения технического состояния объекта испытаний и уточнению модели его поведения.

Литература

1. Бахрамов Э.А., Разоренов Г.Н., Титов Ю.Ф. Системы управления летательными аппаратами (баллистическими ракетами и их головными частями) – М.: Издательство «Машиностроение», 2003 – с. 584.
2. Васильев В.В., Галаев С.А., Лесниченко Р.И., Мезенцев А.В., Потюпкин А.Ю., Рудаев С.А. Методологические основы испытаний сложных технических систем: Учебное пособие – М.: ВА РВЧН им. Петра Великого, 2013 – с. 286.

Исаев А.С.¹, Сутчук А.Л.², Гулько Д.Я.³, Корсаков А.С.⁴, Жукова Л.В.⁵

¹Магистрант; ²магистрант; ³магистрант; ⁴кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет; ⁵профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК.

Аннотация

Разработка пластичных кристаллов на основе твердых растворов галогенидов серебра и одновалентного таллия, обладающих рядом свойств таких как: широкий диапазон спектрального пропускания от 0,4 до 40,0 мкм, фотостойкость, негигроскопичность, малые оптические потери, дает шаг к возможности применения данного материала не только как основы для изготовления фотонно-кристаллических ИК-световодов, полученных методом экструзии, но и для получения оптических изделий (линз) методом горячего прессования. Этой теме и посвящена данная работа.

Ключевые слова: твердые растворы галогенидов серебра и таллия (I); метод горячего прессования; линза; ИК-диапазон 0,2-40,0 мкм; компьютерное моделирование

Isaev A.S.¹, Sutchuk A.L.², Gulkov D.Y.³, Korsakov A.S.⁴, Zhukova L.V.⁵

¹Master student; ²master student; ³master student; ⁴PhD in Chemistry, Senior Researcher, Ural Federal University; ⁵professor, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Ural Federal University.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MONOCRYSTAL-BASED OPTICAL WARE TECHNOLOGY

Abstract

The development of flexible crystals based on silver and monovalent thallium solid solutions, owning a number of properties, such as wide transmission range from 0,4 up to 40,0 μm , photostability, non-hygroscopicity, decreased optical losses, enables us to exploit this material not only as a basis for photonic crystal IR fiber extrusion, but also for optical wares (lenses) manufacturing via hot-pressing. It is this topic which is in the spotlight of current paper.

Keywords: silver and thallium (I) halide solid solutions; hot-pressing technique; lens; IR spectrum from 0,4 to 40,0 μm ; computer simulation

Изобретение лазера стоит в одном ряду с наиболее выдающимися достижениями науки и техники XX века. Помимо научных и технических применений, лазеры широко используются в информационных технологиях и также для решения специальных задач. Наибольший интерес представляет излучение углекислотного лазера в силу его большей информационной емкости и большей длины волны (10,6 мкм). Оптические изделия на основе галогенидов одновалентного таллия и серебра являются наиболее подходящей средой для работы с данным излучением, что выгодно отличает их от изделий из такого материала волоконной оптики, как кварц, являющегося наиболее пригодным материалом для работы в диапазоне пропускания от 0,2 до 2,4 мкм. Также широко используется селенид цинка, применяемый для элементов оптики (линзы, ИК-окна, призмы) в спектральном диапазоне от 0,58 до 22,0 мкм.

В построении волоконно-оптических систем немало важную роль занимают такие детали из оптически прозрачного однородного материала как линзы, обладающие свойством управления излучения. Они имеют такие параметры, как: фокусное расстояние, диаметр, толщина и радиус кривизны. В зависимости от свойств входного пучка излучения уже необходимо учитывать физические свойства самого материала, из которого изготовлена сама линза. Разработка пластичных кристаллов на основе твердых растворов галогенидов серебра и одновалентного таллия, обладающих рядом свойств, таких как: широкий диапазон спектрального пропускания от 0,4 до 40,0 мкм, фотостойкость, негигроскопичность, малые оптические потери, дает шаг к возможности применения данного материала для получения линз, участвующих в построении каскада оптических элементов.

Как описывается в работах [1, 2], при производстве оптических волокон важно добиться необходимых свойств ИК-световодов, а также возможности воспроизведения этих свойств. Для прогнозирования функциональных свойств фотонно-кристаллических ИК-световодов, а также для визуализации распространения излучения по волокну удобно воспользоваться методами компьютерного моделирования, которые позволяют определить, возможна ли работа того или иного волокна и при каких его характеристиках достигается тот или иной режим работы, а также какие параметры излучения и самого световода влияют на функциональные свойства последнего [3-5].

Моделирование картины прохождения светового луча по рабочему пространству линзы легко осуществить при помощи пакета программ ZEMAX Optical Design, который может моделировать, анализировать и помогать в проектировании оптических систем [6].

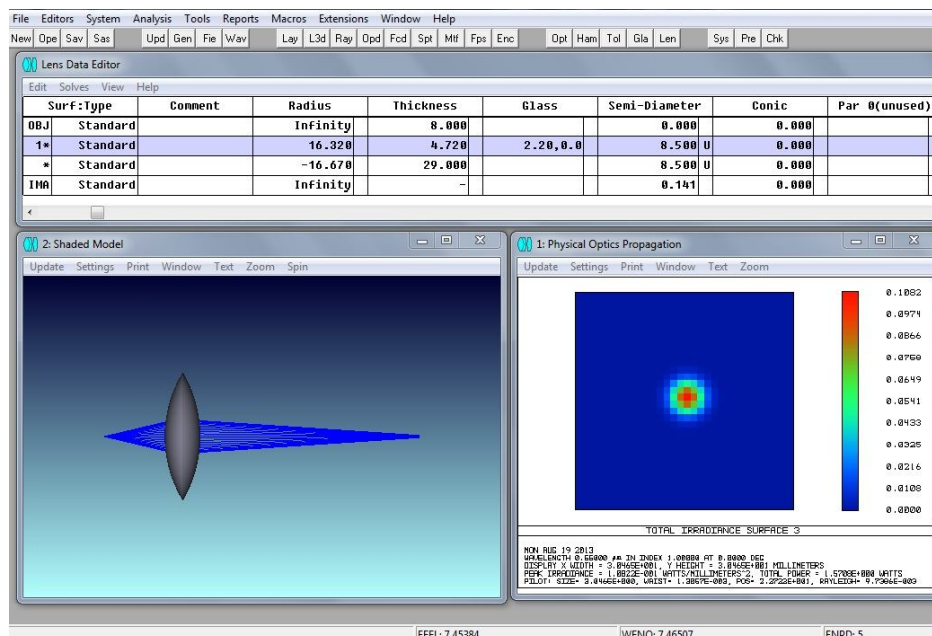


Рис.1 – Проектирование линзы. Lens Data Editor – окно для работы с параметрами линзы, Shaded Model – моделирование хода лучей, Physical Optics Propagation – распределение интенсивности излучения

Интерфейс программы прост в использовании и включает в себя набор инструментов для быстрого расчета требуемых величин, таких как: фокусное расстояние, радиус кривизны, диаметр и толщина оптического элемента. Алгоритм программы базируется на математическом моделировании (рис. 1).

Как было описано выше, все оптические изделия обладают важными характеристиками, такими как:

- **Фокусное расстояние**, показывающее на каком расстоянии и в какой плоскости происходит процесс «управления» излучением;

- **Диаметр и толщина линзы**;

- **Радиус кривизны** - это мера кривизны поверхности линзы. Кривизна тем больше, чем сильнее кривая отличается от прямой.

Радиус кривизны в свою очередь является опорной характеристикой, от которой зависит значение фокусного расстояния. Диаметр также тесно связан с величиной радиуса кривизны и с точки зрения пространственной геометрии - это основание сегмента шара, радиусом которого является радиус кривизны линзы.

Для получения значения требуемых величин расчет ведется с учетом представления формы линзы как двух частей сегментов шара (рис. 2).

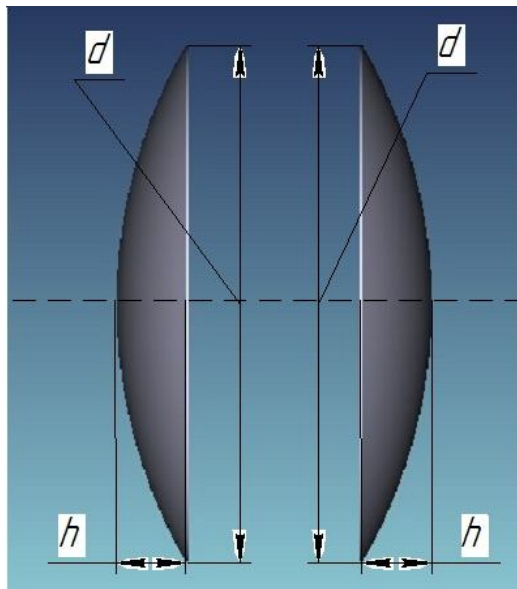


Рис. 2 – Представление линзы в виде двух сегментов шара: d–диаметр двояковыпуклой линзы, h– толщина плосковыпуклой линзы

Каждый сегмент представляет собой плосковыпуклую тонкую линзы, которая имеет величину радиуса кривизны, длины основания, равного диаметру линзы, и толщины линзы, равной половине общей толщины двояковыпуклой линзы.

Расчет величин радиуса кривизны и фокусного расстояния производится при помощи формул:

$$R = \frac{(h^2 + (\frac{d}{2})^2)}{2h}, \quad (1)$$

где R – радиус кривизны плосковыпуклой линзы, мм;

h – толщина плосковыпуклой линзы, мм;

d – диаметр двояковыпуклой линзы, мм.

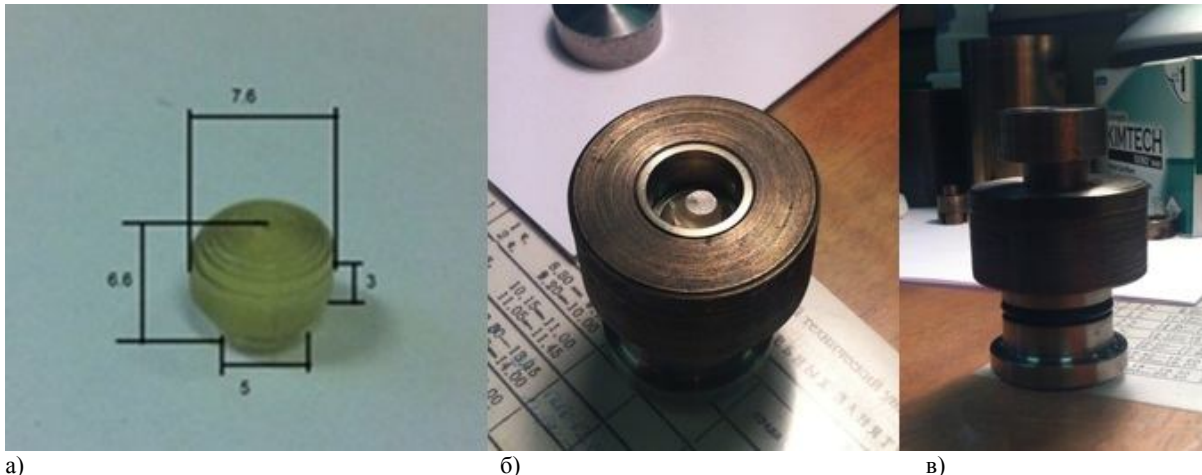
$$F = \frac{1}{(n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}, \quad (2)$$

где F – фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, мм;

n – показатель преломления;

R_1 и R_2 – радиусы кривизны первой и второй плосковыпуклой линзы, мм.

Стоит отметить, что, помимо таких величин, как фокусное расстояние и радиус кривизны, изделия, предназначенные для работы с лазерным излучением, должны обладать пропусканием в данной области и малыми потерями на поглощение и рассеяние.



а) – монокристаллическая заготовка для прессования, б) – нижняя часть фильеры с помещенной в нее заготовкой, в) – фильера в сборе, готовая к помещению под пресс

Такие свойства твердых растворов $\text{Ag}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Br}_{1-x}\text{I}_x$ ($0,01 \leq x \leq 0,08$), $\text{Ag}_{1-x}\text{Tl}_x\text{Cl}_y\text{I}_z\text{Br}_{1-y-z}$ ($0,003 \leq x \leq 0,040$; $0,066 \leq y \leq 0,246$; $0,004 \leq z \leq 0,048$), $\text{AgCl}_x\text{Br}_{1-x}$ ($0 \leq x \leq 1$), как пластичность, прочность, отсутствие эффекта спайности в кристаллах, хорошая прозрачность для излучения лазеров на окиси углерода и углекислом газе, говорят о применимости данного материала для изготовления ПКС (поликристаллических световодов) и также возможности исполнения оптических элементов, таких как линза.

Оснастка для изготовления оптических изделий (рис. 3б, рис. 3в) была изготовлена из материала, инертного по отношению к монокристаллическим заготовкам (рис. 3а), из которых в дальнейшем получаем готовую линзу.

Существенным требованием являются заданные радиусы кривизны верхней и нижней частей оснастки. Они задаются при помощи процесса шлифовки.

Далее происходит процесс горячего прессования. На рис. 4 изображен режим прессования в виде графической зависимости температуры от времени.

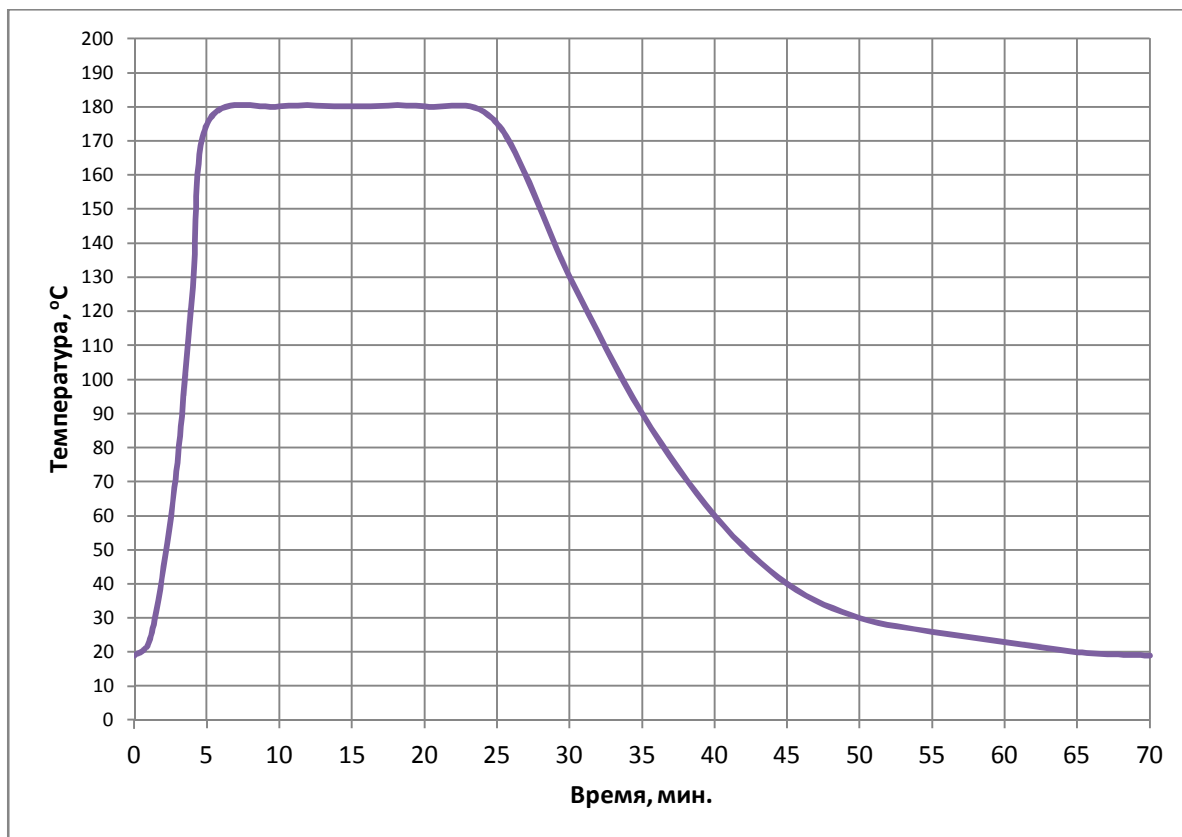


Рис. 4 – Графическая зависимость температуры от времени прессования

Температурный режим 180°C. Нагрев проходит в течение 5 минут, и продолжительность режима 20 минут. После чего, оказываем нагрузку в 5 тонн с удержанием в 1 минуту. Далее происходит охлаждение изделия при комнатной температуре в течение 40 минут. Полученное изделие изображено на рис. 5.

При сжатии без нагрева линза будет иметь множественные дефекты, что уменьшает коэффициент пропускания.



Рис. 5 – Полученное изделие, размеры линзы $d = 12$ мм и $h = 3,6$ мм

Исследование физических свойств и анализ полученных данных

Визуальный анализ линзы показывает, что в объеме линзы отсутствуют пузыри, в центре имеется особо прозрачное пятно. «Излишек» материала образует ровный контур по диаметру полученного изделия, можно сказать, что под влиянием температуры материал изделия становится пластичным и податливым для процесса сжатия. Дополнительная обработка краев изделия зависит от положения линзы в оптической системе.

Следующим шагом, является проверка прогнозируемых свойств, полученной линзы. Проверка физических свойств линзы, а также процента пропускания, проводится на стенде с CO_2 -лазером с длиной волны $\lambda = 10,6$ мкм и камерой Spiricon Pyrocam III. Результаты измерений сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты измерений физических свойств линзы

Фокусное расстояние, мм	4,8
Мощность на входе, мВт	550
Мощность на выходе, мВт	412
Коэффициент пропускания, %	75

По методике расчета фокусного расстояния, для полученной линзы $F = 4,75$ мм. Таким образом, относительная погрешность определения фокусного расстояния составила 1,04%, что не существенно в рамках данного опыта.

Вывод

Разработанная технология значительно упрощает процесс получения оптических изделий пластичных материалов, так как образцы материала, претерпевая процесс деформации, помещены в пространство с заданной геометрией, в результате чего получаемые изделия обладают высоким качеством поверхности и необходимыми геометрическими параметрами, т.е. потребность в дополнительной механической обработке, которая требует высокой точности и специальной подготовки, отпадает.

Литература

1. The structure modeling and experimental study of photonic crystal infrared fibers based on silver and thallium (I) halide crystals/ A.S. Korsakov, L.V. Zhukova, D.S. Vrublevsky// Recent research developments in materials science. 2012. V. 9. P. 231-233.
2. Modeling and experimental research of nano- and microstructurized IR fibers (2-40 μm) based on defective crystals: Advanced Photonics Congress, Nonlinear Photonics Conference, OSA Technical Digest (online), Specialty Optical Fibers (SOF) 17-21 June 2012. Colorado Springs, Colorado, USA, 2012. Paper: STu3F.3.
3. Hochman A., Leviatan Y. Analysis of strictly bound modes in photonic fibers by use of a source-model technique// Opt. Soc. Am. A. 2004. V. 21. No. 6. P. 1073-1081.
4. Calculation of confinement losses in photonic crystal fibers by use of a source-model technique/ A. Hochman, Y. Leviatan // J. Opt. Soc. Am. B. 2005. V. 22. No. 2. P. 474-480.
5. Врублевский Д.С. Математическое и компьютерное моделирование нанокристаллической структуры ИК-световодов: экспериментальное исследование их функциональных свойств/ Д.С. Врублевский, Л.В. Жукова, А.С. Корсаков, Д.Д. Салимгареев// Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 32. № 13. С. 18-25.
6. ZEMAX, Optical Design Program. Руководство Пользователя Версия 9.0. 2009. URL: http://optdesign.narod.ru/zemax/zemax_rus.pdf.

Никандров М. И.¹, Никандров И. С.²

¹Кандидат технических наук, доцент; ²доктор технических наук, профессор, Дзержинский политехнический институт
Нижегородского технического университета

ДАВЛЕНИЕ ПАРОВ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА НАД РАСТВОРАМИ СИСТЕМЫ $\text{NH}_4\text{Cl-HCl-H}_2\text{O}$

Аннотация

Получены данные по равновесному давлению паров хлористого водорода над растворами хлористого аммония. Данные необходимы для расчета массопередачи при очистке отходящих газов от хлористого водорода. Результаты использованы при расчете кожухотрубчатого графитового абсорбера.

Ключевые слова: газы, очистка, хлористый водород, хлористый аммоний, раствор, абсорбция.

Nicandrov M. I.¹, Nicandrov I. S.²

¹Candidate of technical Sciences, associate Professor; ²Doctor of technical Sciences, professor, Dzerzhinsky Polytechnic institute of
Nizhny Novgorod technical University

PRESSURE STEAME HYDROGEN CHLORIDE OVER SOLUTION ON SYSTEM $\text{NH}_4\text{Cl-HCl-H}_2\text{O}$

Data on equilibrium vapor pressure of hydrogen chloride over solutions of ammonium chloride. These data are needed to calculate the mass transfer in exhaust gas cleaning from hydrogen chloride. The results have been used to calculate of shelltube graphite absorber.

Keywords: gas, cleaning, hydrogen chloride, ammonium chloride, solution, absorption.

Для производства качественного хлористого аммония обычно используют соляную кислоту или синтетический хлористый водород. Применение для синтеза хлористого аммония печного газа после термического окисления хлорорганических отходов в циклонной печи позволяет снизить себестоимость получаемого продукта и одновременно решить задачу очистки отходящих газов производства хлорорганических веществ.

При производстве хлористого аммония из газов, содержащих хлористый водород, получение раствора хлористого аммония ведут в 2 стадии. Сначала маточный раствор после кристаллизации хлористого аммония насыщают хлористым водородом. Полученный солянокислый раствор нейтрализуют газообразным или жидким аммиаком [1].

По разработанной технологии хлористый водород из печных газов поглощают раствором хлористого аммония в двух графитовых абсорберах. Второй по ходу газа абсорбер орошается маточным раствором, содержащим 26% хлористого аммония. Солянокислый раствор из этого абсорбера после нейтрализации аммиаком содержит 31% хлорида аммония. Раствор охлаждается до температуры 60 °C и поступает на орошение первого абсорбера. После нейтрализации солянокислый раствор перед стадией кристаллизации содержит 38% хлористого аммония.

Для определения состава газов, уходящих со стадии абсорбции и нейтрализации, и расчета массопередачи необходимы данные по равновесию взаимодействующих фаз на выходе газов из абсорберов. Имеющиеся сведения [2] по давлению паров относятся только к водным бинарным растворам. Данные по давлениям паров над совместными водными растворами с хлоридом аммония отсутствуют.

Равновесные давления паров хлористого водорода определены динамическим методом [3]. В качестве газа-носителя использовали азот, который пропускали через термостатированный насытитель с исследуемым раствором со скоростью 1 л/час. Унесенные пары воды улавливали из газа-носителя 0,001 и раствором гидроксида натрия. Содержание хлорид-иона в щелочных поглотителях определяли аргентометрически с использованием в качестве индикатора $K_2Cr_2O_4$. При этом значение pH в пробах отработанной щелочи перед титрованием снижали до 10,5 добавлением раствора азотной кислоты.

Давление паров определяли по уравнению:

$$P_i = (V_i \cdot P_{\text{бар}}) / (V_a + V_{HCl} + V_{H_2O}),$$

где $P_{\text{бар}}$ – атмосферное давление в данном опыте; V_i – объем пара компонента; V_a – объем сухого азота, прошедшего через насытитель. Объем сухого азота вычисляется по уравнению:

$$V_a = (V_B - P'_{H_2O} \cdot V_B / P) \cdot T / T',$$

где V_B – объем азота, собранного в аспираторе, равный объему вытекшей воды; P'_{H_2O} и T' – давление и температура (°C) насыщенного пара в аспираторе.

V_{HCl} и V_{H_2O} находили из уравнений:

$$V_{HCl} = (G_{HCl} / M_{HCl}) \cdot (V_0 \cdot 760 \cdot T) / (273 \cdot P);$$

$$V_{H_2O} = (G_{H_2O} / M_{H_2O}) \cdot (V_0 \cdot 760 \cdot T) / (273 \cdot P),$$

где G_{HCl} и G_{H_2O} – вес хлористого водорода или воды, поглощенных в поглотителях; M_{HCl} и M_{H_2O} – молекулярные веса хлористого водорода или воды; V_0 – мольный объем компонента при нормальных условиях.

Результаты определения давления паров приведены в таблице. Величина относительной погрешности определения составляет 1,2 – 1,5% [4].

Таблица. Равновесное давление паров хлористого водорода над растворами системы хлорид аммония – хлористый водород – вода.

Состав раствора, % масс.		Температура, °C	Давление паров	
NH ₄ Cl	HCl		P _{HCl} , Па	P _{H₂O} , кПа
37	1,9	60	0,3	17,3
31	0,1	60	0,06	19,3
30	2	60	0,33	18,9
24	2,1	60	0,4	19
19,6	2,05	60	1,1	21,8
38	4	60	1,7	16,9
30,2	4,1	60	1,9	18,6
20,2	4	60	2,1	20
38,1	6	60	3,3	16,1
30	5,9	60	4,1	18,2
24	5,8	60	4,8	19,4
38	4	80	7,3	39,5
38	6,1	80	22	37,6
38	4	100	51	86,7
38	6	100	65	83,1
30,1	4	80	10,8	45,9
30,1	6	80	26	42,6
30,1	4,1	100	55	95
30,1	6,1	100	72	93,9
0	2	60	0,5	-
0	4	60	2,2	-
0	6	60	5,3	18,49

Как видно из таблицы, при равных температурах с увеличением доли хлорида аммония в растворе давление паров хлористого водорода над их совместным раствором понижается.

При равной доле хлористого водорода в растворе присутствие в нем хлорида аммония способствует уменьшению давления паров хлористого водорода над раствором.

Так, над соляной кислотой, содержащий 6% HCl, при 60 °С давление паров хлористого водорода равно 5,3 Па. Над раствором, содержащим 38% NH₄Cl и 6% HCl, давление паров хлористого водорода уже в 1,6 раза ниже и равно 3,3 Па. Это указывает на возможность образования в растворе комплексов $n \cdot \text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{HCl}$, в результате чего доля свободных молекул HCl в растворе уменьшается.

Давление паров воды над совместными с хлоридом аммония растворами так же понижается (в тех же условиях ~ в 1,15 раза по сравнению с бинарным раствором).

Литература

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей. // Л.: Химия, 1970, Т. 2.
2. Справочник химика. // М.: Химия, 1965, Т. 3.
3. Никандров И. С., Шипяцкая Р. И., Шишкин В. Л. Давление паров воды и аммиака над расплавами нитроаммополифоса. // Журнал прикладной химии, 1977, Т. 59, Вып. 5 с. 1142 – 1144.
4. Кудряшов И. П. Практикум по физической химии. // М.: Высш. шк., 1986.

Никандров М. И.¹, Никандров И. С.²

¹Кандидат технических наук, доцент; ²доктор технических наук, профессор, Дзержинский политехнический институт Нижегородского технического университета

ПОЛИТЕРМИЧЕСКАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ СЕМИВОДНОГО ДИНАТРИЙФОСФАТА С ЦИРКУЛЯЦИЕЙ МАТОЧНОГО РАСТВОРА

Аннотация

Изучена кристаллизация семиводного динатрийфосфата. Определено влияние скорости охлаждения на средний размер кристаллов и коэффициент распределения примесей мышьяка.

Ключевые слова: динатрийфосфат, кристаллизация, скорость, примеси, распределение.

Nicandrov M. I.¹, Nicandrov I. S.²

¹Candidate of technical Sciences, associate Professor; ²Doctor of technical Sciences, professor, Dzerzhinsky Polytechnic institute of Nizhny Novgorod technical University

POLYTHERMAL CRYSTALLIZATION OF SEVEN-WATER DISODIUM WITH CIRCULATION OF MOTHER LIQUOR

Abstract

Studied crystallization of seven-water disodium phosphate. Specified effect of cooling rate on the average crystal size and the distribution ratio of arsenic impurities.

Keywords: seven-water disodium phosphate, crystallization, rate, impurities, arsenic.

Динатрий фосфат, применяемый в пищевой и текстильной отрасли, производят в виде двенадцативодного кристаллогидрата. Из-за низкого содержания основного вещества (39,66%) по сравнению с исходным более концентрированным сырьем производство динатрийфосфата целесообразно осуществлять на установках малой и средней мощности (до 2000 т/год) для обеспечения потребности в нем предприятий региона, прилегающего к точке выпуска. Поставка динатрийфосфата на большие расстояния из-за возрастания транспортных затрат экономически не окупается. В связи с этим разработка технологии более концентрированного семиводного динатрий фосфата, содержащего 53% основного вещества, является актуальной.

При использовании технологии семиводного динатрийфосфата с рециркуляцией маточника [1] исключается необходимость многостадийной перекристаллизации и упарки промежуточных растворов, что в значительной мере снижает энергозатраты на производство фосфата.

Экспериментальная часть

Исследование политермической кристаллизации выполнено в кристаллизаторе вместимостью 0,0003 м³. Исходный раствор готовили смешением маточника с долей фосфата 30 – 35% масс. с исходным раствором (45,5% масс), полученным нейтрализацией фосфорной кислоты (73,6% Н₃РО₄) содовой суспензией (530 г/л карбоната натрия). Полученный после смешения раствор охлаждали со скоростью 1 – 5 град/час. Суспензию разделяли на фильтре с площадью фильтрации 0,005 м². Кристаллы отжимали просасыванием воздуха в течение 5 минут, промывали ацетоном (25 мл на операцию) и сушили в течение 18 часов при 60 °С. Грансостав и содержание мышьяка в кристаллах определяли по [2]. Оптимальный режим проверен при наработке опытной партии продукта на установке с кристаллизатором вместимостью 0,2 м³. Производительность по динатрийфосфату составила 75 кг на операцию.

Процесс политермической кристаллизации семиводного кристаллогидрата динатрийфосфата на диаграмме растворимости (рис. 1) отображается вертикалью S – S_к. Для конечной температуры t_к фазовый баланс маточника (М), кристаллов (К) и суспензии (S) равен:

$$M + K = S.$$

Баланс кристаллизующейся соли:

$$M \cdot X_M + K \cdot X_K = S \cdot X_C,$$

где X_М, X_К и X_С – концентрация соли соответственно в маточнике, кристаллах и в исходной смеси растворов.

Доля соли в кристаллогидрате равна отношению мольных масс безводной соли M_{БВ} и кристаллогидрата M_{кр-г}:

$$X_K = M_{БВ} / M_{кр-г}.$$

Концентрация смеси исходного раствора массой R с циркулирующим маточником M_р равна:

$$X_C = (M_p \cdot X_M + K \cdot X_K) / S.$$

Для начальных условий смешения с учетом (4):

$$M_p + R = S \text{ или } R = S - M_p,$$

$$X_p = (S \cdot X_C - M_p \cdot X_M) / R = K \cdot X_K / R.$$

Коэффициент выхода кристаллов φ_к:

$$\phi_K = K / R = (X_p - X_M) / (X_K - X_M),$$

$$K = \phi_K \cdot R.$$

Коэффициент выхода маточника φ_м:

$$\phi_M = 1 - \phi_K.$$

Коэффициент рецикла маточника n_р:

$$n_p = (X_p - X_C) / (X_K - X_M).$$

Если пренебречь отличием теплоемкости маточника и исходного раствора, то температура смеси рециркулята с исходным нейтрализованным раствором равна t_c в точке пересечения линии $d_1 - R$ с вертикалью $S - S_K$. Положение точки t_c на диаграмме указывает на ненасыщенное состояние исходной смеси растворов.

Как видно из диаграммы, на 1 часть продукта рецикл маточника составляет 0,82 части. Оставшиеся 0,23 части маточника возвращаются на содорастворение. Количество нейтрализованного раствора составляет 1,23 части. Коэффициент рецикла равен 0,4 с учетом рецикла на содорастворение.

С уменьшением концентрации маточного раствора с 36 до 30% масс коэффициент рецикла маточника μ_r возрастает с 0,345 до 0,87, а коэффициент выхода продукта понижается с 0,666 до 0,555.

С уменьшением скорости охлаждения с 5,4 до 2 град/час средний размер кристаллов возрастает с 0,07 до 0,2 мм.

При скорости охлаждения 3 град/час константа скорости кристаллизации соли (K_D) равна 0,0051 м/сек, съем кристаллов на фильтре 600 кг/(м³·час). Продукт содержит фракции кристаллов в следующих долях (% масс): менее 0,040 мм – 11; 0,040 – 0,063 мм – 16; 0,063 – 0,10 мм – 36; 0,10 – 0,20 мм – 16; 0,20 – 0,32 мм – 15; более 0,32 мм – 6. Насыпная масса семиводного динатрийфосфата с влажностью 1% масс составляет 970 кг/м³, а угол естественного откоса равен 38°.

Анализ кристаллов на содержание примесей мышьяка показал, что коэффициент распределения примесей между твердой и жидкой фазами с ростом скорости охлаждения с 1 до 5,2 град/час уменьшается с 28 до 14,4 из-за увеличения маточных включений в кристаллы.

При многократном рецикле маточника доля мышьяка в продукте постепенно растет и после пяти циклов возврата маточника доля мышьяка составляет 0,00022% масс (для высшего сорта А допустимо 0,00025% масс). Поэтому после пяти циклов возврата маточника, его следует использовать в производстве тринатрийфосфата, присутствие мышьяка в котором ГОСТ 201-90 не ограничивает. Количество маточника, передаваемого на производство тринатрийфосфата, в среднем на одну операцию составляет 0,21 т/т динатрийфосфата. При смешении и усреднении состава продуктов восьми циклов содержание мышьяка также не превышает допустимое. Это позволяет увеличить выход кондиционного продукта.

Выводы

1. Применение рецикла маточного раствора позволяет получать динатрийфосфат в виде семиводного кристаллогидрата с обеспечением требований к качеству пищевого продукта.
2. При скорости охлаждения 3 град/час средний размер кристаллов равен 0,2 мм, производительность фильтрации 600 кг/м³·час.

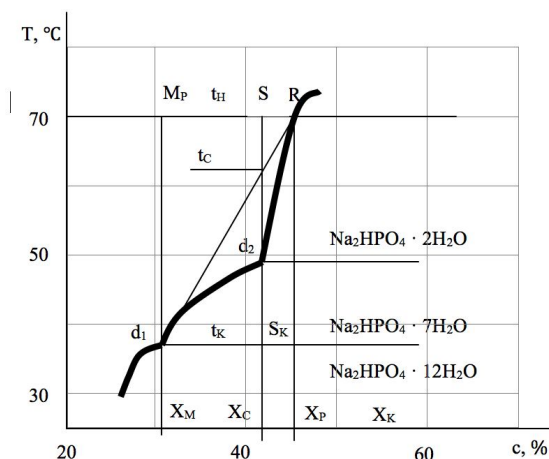


Рис. 1. Диаграмма растворимости в системе динатрийфосфат – вода.

Литература

1. Патент РФ № 2277067, C01B 21/30. Способ получения семиводного динатрийфосфата / Никандров М. И., Ефимова Е. О., Никандров И. С., заявл. 04.10.04, опубл. 27.05.06, Бюл. № 15.
2. ТУ 2148-021-05761689-98. Натрий фосфорнокислый двузамещенный. Технические условия. – Введен 01.01.98. Нижний Новгород. – Росстандарт. – 38 с.

Калюжный Д.А.¹, Сухова Т.А.², Суркаев А.Л.³

¹Студент, Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета (ВПИ (филиал) ВолГГТУ); ²кандидат физико-математических наук, доцент, ВПИ (филиал) ВолГГТУ; ³кандидат технических наук, доцент, ВПИ (филиал) ВолГГТУ

ОЦЕНКА ДАВЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПЛОСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ФОЛЫ В КОНДЕНСИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Аннотация

В работе представлено исследование поля давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутом пространстве с конденсированной средой. В качестве регистраторов давления волны использовались пьезокерамические преобразователи (ЦТС-19). Получены осциллограммы давления ударно-акустической волны и энергетических параметров электрического взрыва фольги от времени.

Ключевые слова: электрический разряд, электрический взрыв плоской кольцевой фольги, ударная волна.

Kalyuzhny D.A.¹, Sukhova T.A.², Surkaev A.L.³

Volzhsy Polytechnical Institute (branch), Volgograd State Technical University, Volzhsky, Russia.

ESTIMATION OF PRESSURE OF THE SHOCK WAVE OF ELECTRIC EXPLOSION OF THE FLAT RING FOIL IN THE CONDENSED ENVIRONMENT

Abstract

In work research of a field of pressure of a shock - acoustic wave of electric explosion of a flat ring foil in the closed space with the condensed environment is submitted. As registrars of pressure of a wave were used piezoceramic converters (CTS-19). Oscillograms of pressure of a shock - acoustic wave and power parameters of electric explosion of a foil from time are received.

Keywords: the electric category, electric explosion of a flat ring foil, a shock wave.

На протяжении последних десятилетий электрический взрыв проводников (ЭВП) находит широкое применение как в различных технологических процессах в машиностроении [1, 2], так и в фундаментальных научных исследованиях.

Электрический взрыв плоской кольцевой фольги [3] позволяет сгенерировать в окружающем пространстве ударно-акустическую волну плоского волнового фронта.

Целью данной работы является экспериментальное исследование и оценка давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги в замкнутой камере с конденсированной средой, ток разряда по которой протекает в радиальном направлении.

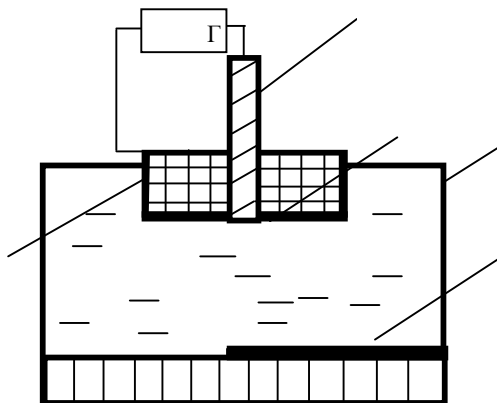


Рис. 1. Взрывающаяся кольцевая фольга – 1; центральный стержневой электрод – 2; кольцевой электрод – 3; линейка пьезопреобразователей давления – 4; электроразрядная камера – 5.

Экспериментальная установка, содержащая накопитель энергии конденсаторного типа с электродной системой и цилиндрической электроразрядной камерой (рис. 1), является традиционной [4]. Взрывающаяся плоская кольцевая фольга – 1 с электродной системой – 2, 3 находится в электроразрядной замкнутой камере – 5 с конденсированной средой (дистиллированной водой). Разрядный ток и падение напряжения на фольге определялись поясом Роговского и высокоомным делителем напряжения, соответственно. Давление, сгенерированной ударно-акустической волны, регистрировалось пьезокерамическими преобразователями (рис. 2), расположенными линейно вдоль радиуса взрывной камеры на некотором расстоянии от взрывающейся фольги. Электрические сигналы фиксировались многоканальным цифровым запоминающим осциллографом.

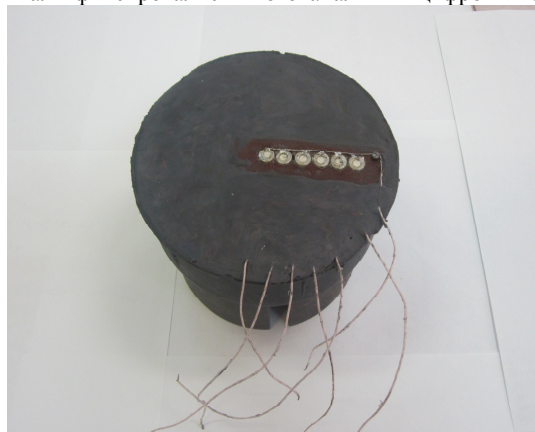


Рис. 2 Линейка преобразователей давления.

В результате проведенных экспериментов и математического моделирования процесса [5] получены осциллограммы разрядного тока, напряжения и давления (рис. 3). Рассмотрим волну давления с экспоненциальной зависимостью в виде:

$$p = a t e^{-r t} \quad (1)$$

где $a = 9.5 \cdot 10^{11}$, $r = 4 \cdot 10^4$ – некоторые коэффициенты.

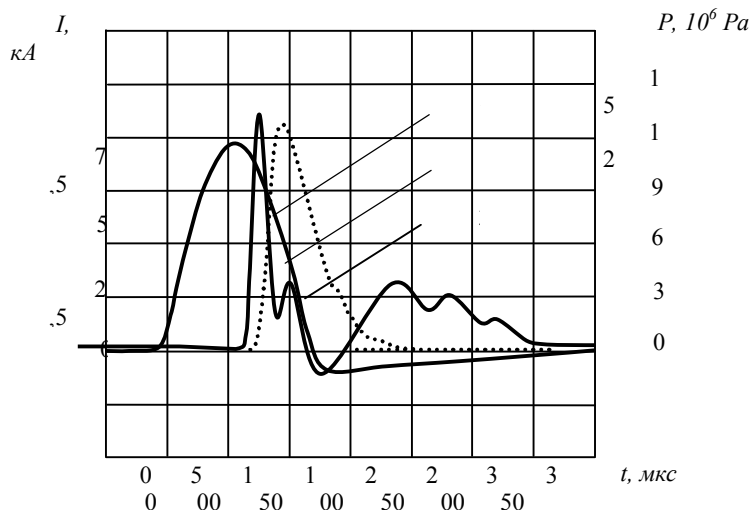


Рис. 3 Осциллограммы разрядного тока -1; давления ударно-акустической волны – 2; кривая давления математической модели - 3

С другой стороны, для оценки давления ударно-акустической волны необходимо решить систему уравнений Гюгонио [6], которая содержит выражения законов сохранения массы (2) и импульса (3) на линии разрыва и уравнение состояния воды в форме Тэта (4):

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{D}{D-u} \quad (2)$$

$$p + \rho(D-u)^2 = \rho_0 D^2 \quad (3)$$

$$p = A \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right] \quad (4)$$

где ρ_0, ρ - плотности среды по обе стороны разрыва; D - скорость распространения фронта ударной волны; $A = 3.045 \cdot 10^8 \text{ Па}$; $n = 7.15$; u - массовая скорость за фронтом ударной волны. Используя результаты работы [7] и решая систему уравнений, определялись основные параметры волны: амплитуда давления

$$p = 11 \text{ МПа}, \quad u = 1600 \text{ м/с}, \quad \rho = 1005 \text{ кг/м}^3$$

Таким образом, результаты экспериментальных исследований и оценки давления ударно-акустической волны электрического взрыва плоской кольцевой фольги имеют достаточно убедительную сходимость.

Литература

1. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
2. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. - Киев: Наукова думка, 1986. - 205 с.
3. Суркаев А.Л., Суркаев В.А., Кумыш М.М. Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах. - Патент РФ Пат. 2378075 РФ, МПК В 21 D 26/10 - 2010.
4. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Известия ВолгГТУ. Серия «Электроника, измерит. техника, радиот. и связь». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - № 6. - Волгоград, 2012. г. С. 69-74.
5. Суркаев А.Л., Усачев В.И. // ПЖТФ, 2013, том 39, вып. 16. С. 64 -71
6. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М: Наука. 1966. - 686 с.
7. Кочетков И.И., Пинаев А.А. // Физика горения и взрыва, 2012, т.48, № 2, С. 124-133

Каменев С.В.¹, Бурмага А.В.²

¹Аспирант, ²кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОЩНОСТИ, ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА УПЛОТНЕНИЕ КОРМОВ В БУНКЕРЕ РАЗДАТЧИКА

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические подходы для определения мощности при уплотнении кормов смеси в бункере мобильного раздатчика кормов с использованием специального устройства – распределителя-уплотнителя. Получено выражение для определения мощности, затрачиваемой на процесс уплотнения корма в бункере.

Ключевые слова: уплотнение, бункер, мощность.

Kamenev S.V.¹, Burmaga A.V.²

¹Postgraduate student, ²candidate of technical science, lecturer, Far East State Agrarian University

TO DETERMINE THE POWER EXPENDED ON SEAL SILO DISTRIBUTOR

Abstract

The article discusses theoretical approaches to determine the power feed when compacting the mixture in a mobile bunker Wagons using a special device - distributor-seal. An expression for determining the power expended in the process of sealing the silo.

Keywords: seal, hopper, capacity.

Известно, что использование специальных устройств [1,2,3] для заполнения бункера раздатчика, имеющего форму параллелепипеда и установленного на шасси, позволяет усреднить колебания качественного и количественного состава кормов и выровнять их за счёт их “послойной укладки” в бункере.

Мощность, затрачиваемую на уплотнение кормовой массы в бункере определим в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

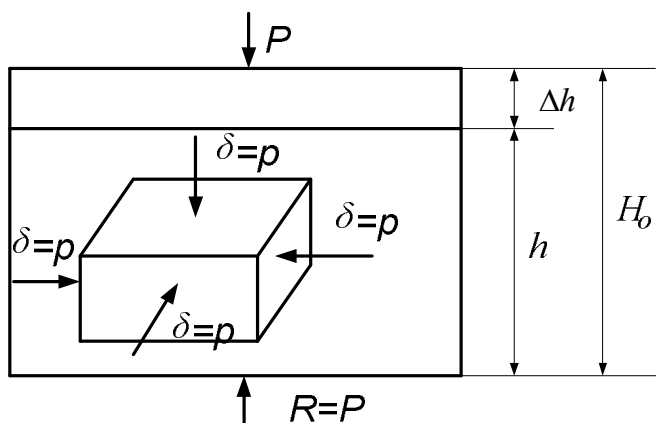


Рисунок 1 Схема к определению сил, действующих на кормовую массу в бункере раздатчика

Согласно рис. 1, изменение объёма кормового продукта при формировании монолита в бункере раздатчика происходит под действием сил P и R . Их значения можно определить применив теорему взаимности работ [4].

В соответствии с обобщённой теоремой взаимности работ можно записать, что

$$P\Delta h = p\Delta V, \quad (1)$$

где P – сила действующая на кормовой продукт в бункере, Н; Δh – изменение высоты монолита после приготовления нагрузки, м; p – давление на монолит, Па.

При нагружении монолита равномерно распределённым давлением p в любой площадке монолита возникает напряжение, равное давлению p . Для элементарного объёма, представленного на рис.1, относительное сжатие ε в любом направлении, согласно закону Гука, будет следующим

$$\varepsilon = \frac{\delta}{E} - \mu \frac{\delta}{E} - \mu \frac{\delta}{E} = \frac{p}{E}(1 - 2\mu), \quad (2)$$

где $p = \delta$ – напряжение; E – модуль упругости, Па; μ – коэффициент Пуассона.

В результате сжатия монолита величина Δh составит

$$\Delta h = \frac{p}{E}(1 - 2\mu)H_o \quad (3)$$

Подставив это значение параметра Δh в равенство (1) и решив его получим величину приращения объёма ΔV

$$\Delta V = \frac{PH_o}{E}(1 - 2\mu) \quad (4)$$

Проведя преобразования получим

$$\frac{pH_o(1 - 2\mu)}{E} = F \left[\left(\frac{1}{1 - \Pi_H} \right) H_o - \left(\frac{1}{1 - \Pi_K} \right) h \right], \quad (5)$$

где F – площадь слоя корма в бункере, м²; Π_H и Π_K – коэффициенты пористости кормовой смеси до и после деформации её объёма.

Отсюда давление p выразится

$$p = \frac{\left[\left(\frac{1}{1 - \Pi_H} \right) H_o - \left(\frac{1}{1 - \Pi_K} \right) h \right] \cdot F \cdot E}{H_o(1 - 2\mu)}, \quad (6)$$

Выражение (6) позволило в конечном итоге определить значения мощности, затрачиваемой на процесс уплотнения корма в бункере с помощью распределителя – уплотнителя.

Мощность $N_{\alpha\alpha}$, необходимая для привода платформы устройства определится как

$$N_{XHP} = \frac{9,81 \cdot C \cdot M_{\Pi} \cdot v_y}{\eta}, \quad (7)$$

где C – коэффициент, учитывающий сопротивление перекачиванию платформы ($C=0,15 - 0,3$); M_{Π} – масса платформы с кормом; η – к.п.д. передачи.

Мощность $N_{\beta\beta}$, необходимая для привода транспортёра

$$N_{XHT} = 9,81 f_{\Pi} M_{\Pi} L_T v_{\Pi} \cdot C / \eta, \quad (8)$$

где f_{Π} – коэффициент трения цепей с планками о дно; M_{Π} – масса одного погонного метра цепи; L_T – длина транспортёра; v_{Π} – скорость движения цепи; C – коэффициент, учитывающий трение в подшипниках.

Мощность $N_{\gamma\gamma}$, необходимая для привода кривошипов с граблинами

$$N_{\hat{E}\hat{A}} = 19,62 f_{\hat{I}} \cdot M_{\hat{A}} \cdot \tilde{N}_{\hat{\delta}} \cdot \omega \cdot R_{\hat{A}} / \eta, \quad (9)$$

где $M_{\hat{B}}$ – масса граблины; $C_{\hat{u}}$ – коэффициент, учитывающий сопротивление цепей.

Мощность $N_{\kappa\kappa}$, необходимая для перемещения корма транспортёром, равна

$$N_{\kappa\kappa} = F_{\delta} \cdot v_{\Pi\Gamma}, \quad (10)$$

где F_{δ} – сопротивление перемещению корма (сила трения о дно транспортёра); $v_{\Pi\Gamma}$ – скорость движения подающего транспортёра.

При этом, мощность N_o затрачиваемая на перемещение кормового продукта в продольном и поперечном направлениях соответственно равна

$$N_o = \frac{2T \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot v_o}{D \cdot \cos \beta}, \quad (11)$$

где v_o – скорость перемещения массы частиц продукта в продольном направлении;
и, в поперечном:

$$N_{II} = \frac{2T \cdot v_{II}}{D} = \frac{2T \cdot R_K^r \cdot \omega}{D} = 2 \cdot T \cdot \omega \quad (12)$$

В конечном итоге выражение (12) можно представить в следующем виде

$$\begin{aligned} N_{II} &= T \cdot \omega = F_{TP} \cdot R_K^r \cdot \omega = f \cdot N \cdot R_K^r \cdot \omega = \\ &= f \cdot R_K^r \cdot \omega \cdot \tau \cdot S = f \cdot R_K^r \cdot \omega \cdot \tau \cdot l_{cp} \cdot l_o = \\ &= \pi^2 R_E^{\tilde{A}2} \cdot f \cdot l_{\tilde{\omega}} \cdot \tau \cdot \omega / 4 = 2,465 \cdot R_E^{\tilde{A}2} \cdot f \cdot l_{\tilde{\omega}} \cdot \tau, \end{aligned} \quad (13)$$

где l_o – часть длины окружности по которой происходит перемещение кормового продукта при распределении корма; l_{cp} –

длина граблины; τ – касательное напряжение; f – коэффициент трения; R_K^r – радиус кривошипа;
 N – нормальная сила (реакция).

Мощность, необходимая на привод рабочих органов распределяющего устройства, определяется как суммарное значение всех мощностей

$$N_{PV} = N_{XXII} + N_{XXI} + N_{KI} + N_{KII} + N_O + N_{II}, \quad (14)$$

Полученное выражение позволяет определять оптимальные конструктивно – режимные параметры уплотнителя – распределителя кормов.

Литература

1. Доценко С.М., Нагорный Ю.Н. Способы и средства повышения эффективности приготовления и раздачи кормовых смесей крупному рогатому скоту. Благовещенск: ДальГАУ, 1986. – №2.
2. Каменев С.В., Бурмага А.В. Классификация и анализ устройств для распределения корма в ёмкости бункера мобильного раздатчика// Механизация и электрификация процессов в сельскохозяйственном производстве: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2013.
3. Курков Ю.Б. Теоретическое обоснование конструктивно – режимных параметров смесителя – распределителя кормов//Механизация работ в животноводстве. – Благовещенск: ДальГАУ, 1994.
4. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М. 1967. – С. 254-258.

Костиков Е.С.¹, Мясников В.М.², Лобаев А.Н.³, Краснов Ю.В.²

¹Кандидат технических наук, ОАО «НИИК»; ²кандидат технических наук, доцент, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева; ³кандидат физико-математических наук, доцент, Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ДИАМЕТРА ПО ДИСПЕРСНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Аннотация

В статье рассмотрен способ экспериментального определения эквивалентного диаметра пор. Способ разработан в рамках исследования нового вакуумно-камерного способа течеискания с пористыми мембранами. Результаты данного исследования могут быть использованы также при разработке и исследовании технических материалов и катализаторов с микропористой структурой.

Ключевые слова: порометрия, пористые материалы, вакуумные измерения

Kostikov E. S.¹, Myasnikov V. M.², Lobaev A. N.³, Krasnov Y. V.²

¹Candidate of Engineering Sciences, JSC «НИИК»; ²Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev;

³Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev

METHOD OF DETERMINATION OF THE EQUIVALENT PORE DIAMETER OF DISPERSED MATERIALS

Abstract

In the article the method of experimental determination of the equivalent pore diameter. The method was developed during the research of a new vacuum-chamber method leak detection with the porous membranes. The results of this study can be used in the development and study of technical materials and catalysts with microporous structure.

Keywords: porometry, porous materials, vacuum measurement

В современной химической промышленности применяется большое количество высокотоксичных соединений как в виде сырья и полупродуктов, так и в виде конечных продуктов технологического процесса. В крупнотоннажных производства данные вещества хранятся и транспортируются в больших объемах. Неотъемлемой частью экологической безопасности таких производств является проблема герметичности крупногабаритного технологического оборудования и трубопроводов. Надлежащий контроль герметичности (как первичный, так и периодический) регламентируется соответствующими нормативными документами.

Для проведения испытаний на герметичность разработано большое количество методов и способов, позволяющих не только определять суммарную негерметичность объекта контроля, но и указать место течи, то есть локализовать ее. В современном неразрушающем контроле намечена тенденция — разработка автоматизированных установок контроля герметичности и локализации течей.

В практике течеискания из газовых методов получили распространение пузырьковый и его модификация — вакуумно-пузырьковый способы [1]. Однако, они обладают рядом недостатков, которые не позволяют их использовать в условиях современного производства. Это и высокая трудоемкость контроля и низкая производительность труда, связанные с большим количеством вспомогательных операций; и необъективность результатов контроля, основанного на субъективном мнении оператора, и т. д. Всё это делает указанные способы малоприменимыми для реализации в автоматизированных установках контроля герметичности.

Для устранения приведенных выше недостатков был разработан вакуумно-камерный способ локализации течей с пористыми мембранами. Устройство, реализующее данный способ [2], представляет собой накладную вакуумную камеру, устанавливаемую на контролируемую поверхность. Внутри камеры расположен датчик утечки пробного газа (ПГ), состоящий из пористой мембраны с газонепроницаемой верхней гранью и датчика по теплопроводности. Пористая мембрана служит для накопления утечки пробного газа, а также для защиты концентрационного поля от влияния окружающей среды.

Для исследования процессов, протекающих в устройстве локализации течи, на основе квазигомогенного приближения получена математическая модель нестационарной диффузии для случая передвижения пористой среды над покоящейся течью. Принцип квазигомогенного приближения заключается в отождествлении процессов, протекающих в сплошной среде, с процессами, протекающими в пористой среде в режиме свободно-молекулярного движения, но с введением эффективных параметров, определяемых экспериментально [3]. Для массопереноса ПГ в пористой среде в условиях вакуумных испытаний определяющим фактором является эффективный коэффициент диффузии, который, помимо всего прочего, зависит от порометрических свойств (диаметр пор и извилистость порового канала) пористой среды.

Так как для изготовления пористой мембраны используются тканые или эластичные полимерные материалы, то распространенные методы порометрии такие, как метод вдавливания ртути, или метод вытеснения жидкости, не могут быть здесь применены из-за деформации остова и набухания применяемых материалов в процессе порометрических измерений [4].

В связи с этим был разработан новый способ экспериментального определения эквивалентного диаметра пор в макропористых материалах (с диаметром пор порядка 50 мкм) [5].

Установка, реализующая данный способ, показана на рис. 1. Она состоит из стеклянной трубки 1, в которую помещен слой пористого материала 2 (в условиях эксперимента использовался слой стекловаты толщиной $d_{\text{пор}}$). С двух концов к трубке подключены регулируемые дроссели 4, 5 и вакуумметры 3 типа 13ВТЗ-003. Один из дросселей 5 соединен с капилляром 6, служащим для определения расхода воздуха Q , поступающим в трубку 1. Для откачки системы используется вакуумный насос 7 типа 2НВР-5ДМ.

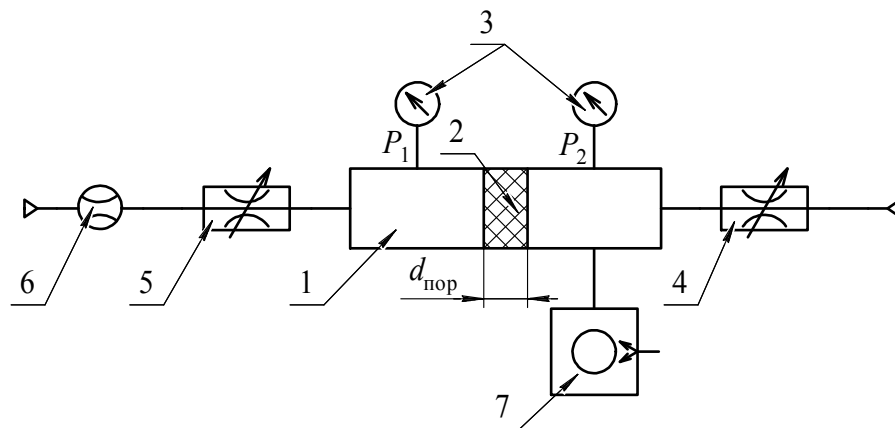


Рис. 1 — Установка для определения эффективного диаметра пор.

Напуском воздуха через регулируемые дроссели 4 и 5 можно устанавливать величину остаточного давления в вакуумной системе, создавая тем самым различные режимы течения газа через пористую среду.

Рассмотрим механизм определения эквивалентного диаметра пор, который основан на результатах молекулярно-кинетической теории. Известно, что между свободно-молекулярным (массоперенос за счет кнудсеновской диффузии) и вязкостным течением (массоперенос за счет молекулярной диффузии) существует переходная зона, в которой число Кнудсена

$Kn \approx 1$, или, что тоже самое, $L \approx d_{\text{экв}}$, где L — длина свободного пробега молекулы ПГ, $d_{\text{экв}}$ — эквивалентный диаметр пор.

Для определения области переходного течения, воспользуемся тем фактом, что в условиях молекулярного течения по закону Кнудсена (для изотерического течения):

$$Q_{\text{мол}} \propto P_1 - P_2, \quad (1)$$

а для вязкостного течения по закону Хагена — Пуазейля:

$$Q_{\text{вяз}} \propto P_1^2 - P_2^2. \quad (2)$$

Выбирая производительность вакуумного насоса достаточно высокой, можно считать, что $P_2 \approx 0$.

Таким образом, построив график (см. рис. 2) зависимости давления P_1 от расхода воздуха Q через пористый слой, можно выявить переходную зону по изменению характера зависимости с линейного на квадратичный.

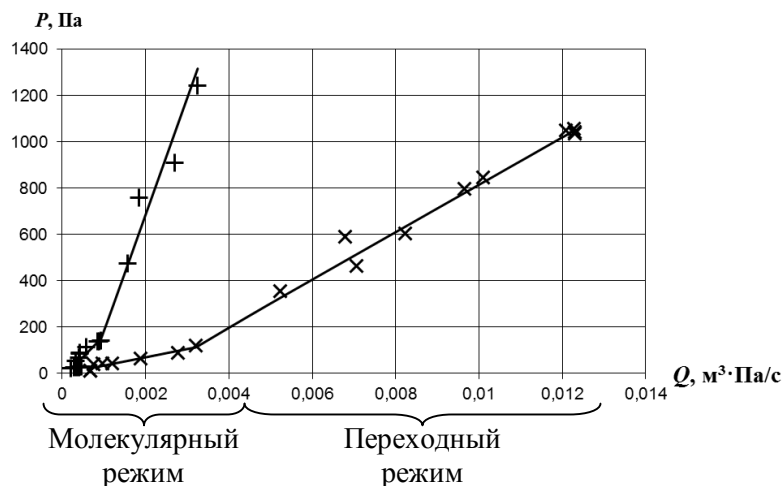


Рис. 2 — График зависимости давления перед пористым материалом от расхода воздуха (при разной толщине слоя

пористого материала): —+— $d_{\text{пор}} = 25 \text{ мм}$; —x— $d_{\text{пор}} = 50 \text{ мм}$.

На рис. 2 приведены результаты исследования для разных толщин пористого слоя. На графике видно, что начало переходной зоны характеризуется давлением $P \approx 150 \text{ Па}$, которое соответствует длине свободного пробега молекул $L \sim 50 \text{ мкм}$, а соответственно и $d_{\text{экв}}$. Такой же порядок величины можно получить методом микрофотографирования. Полученный размер пор соизмерим с диаметрами волокна стекаловаты, что также, исходя из модельного представления о изотропных волокнистых материалах [3], дает $d_{\text{экв}} \sim 50 \text{ мкм}$.

Важно отметить, что при работе на данной установке необязательно определять начало области вязкостного течения, так как попадание значения давления в переходную область будет характеризоваться возрастанием разброса показаний давления P_1 , вызванного нестабильностью диффузионных потоков ПГ.

В ходе исследования установлено, что начало переходной области мало зависит от толщины слоя пористого материала. Это объясняется тем, что в режиме кнудсеновской диффузии молекулы практически не сталкиваются друг с другом, а только со стенками порового канала. В исследуемых пористых материалах эквивалентный диаметр пор мало варьируется по величине, поэтому увеличение толщины слоя мало сказывается на вероятности прохождения молекулы через весь поровой канал, пока его длина несоизмеримо мала по сравнению с длиной свободного пробега молекулы. С другой стороны, толщина слоя пористой среды оказывает существенное влияние на величину давления, характеризующего окончание переходной зоны. Это объясняется тем, что с ростом давления в пористом материале за счёт увеличивающегося числа столкновений молекул ПГ не только со стенками порового канала, но и друг с другом. Чем длиннее поровой канал, тем более вероятными становятся столкновения молекул друг с другом, а, следовательно, вакуумное сопротивление увеличивается приблизительно пропорционально толщине слоя исследуемого материала.

Описанный выше способ может применяться только для оценки порядка эквивалентного диаметра пор, что связано с низкой точностью вакуумных измерений. Однако, для многих практических задач (например, в исследованиях химической кинетике реакций на пористых катализаторах, механических и теплофизических свойств строительных материалов и т. п.) достаточно определять только порядок величины диаметра пор.

Достоинством предложенного способа является возможность применять его для пористых, волокнистых и др. типов дисперсных сред, которые могут изменять свои порометрические свойства под действием избыточного давления или обладать гигроскопичностью.

Литература

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В. В. Клюева. — Т. 2: В 2 кн. — Кн. 1. Контроль герметичности. — М.: Машиностроение, 2003. — 668 с.
2. Пат. 101187 RU, МПК⁷ G01 M3/02. Устройство для локализации течей / Костиков Е. С., Мясников В. М., Сажин С. Г.
3. Хейфец Л. И., Неймарк А. В. Многофазные процессы в пористых средах. — М.: Химия, 1982. — 320 с.
4. Пористые проницаемые материалы: Справ. изд. / Под ред. С. В. Белова. — М.: Металлургия, 1987. — 335 с.
5. Костиков Е. С. Исследование вакуумно-камерного способа локализации течей и разработка устройства с датчиком по теплопроводности: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13: защищена 12.12.2012; утв. 29.04.2013. — М., 2012. — 167 с.

Кривенцев А.И.¹, Ветрюк Р.Ю.²

Академия ФСО России

ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ

Аннотация

В статье рассмотрено – способы оценки эффективности систем защиты объектов, выделены недостатки существующих методик моделирования систем защиты, а также предложен вариант совершенствования методик.

Ключевые слова: системы защиты объектов, моделирование, оценка эффективности.

Kriventsev A.I., Vetruck R.U.

FSO Academy of Russia

MODELING OF PHYSICAL PROTECTION SYSTEMS

Abstract

The article considers methods of evaluation and modeling of physical protection systems and ways to upgrade this methods.

Keywords: physical protection systems, modeling, evaluation.

Система физической защиты объекта – комплекс мер, включающих нормативные документы, организационные и технические меры, направленные на обеспечение безопасности объекта [1].

Оценка эффективности СФЗ является слабо структурированной задачей (одна часть существенных в ней зависимостей имеет количественную характеристику, другая – качественную), поэтому для её решения используются в совокупности количественные и эвристические (экспертные) методы.

На сегодняшний день существует несколько методических подходов к оценке эффективности СФЗ, используемых специалистами[2]:

- административно-сверочные методики;
- проведение натурных испытаний;
- сравнение возможных перспективных СФЗ между собой по совокупности экспертно-определенных базовых характеристик;
- инженерные расчёты (ручные методики);
- компьютерное моделирование.

Лучшим способом оценки эффективности СФЗ является организация натурных испытаний (учений), однако этот способ связан с привлечением значительных материальных и людских ресурсов и не имеет широкого распространения. Поведение СФЗ целесообразно изучать с помощью математического моделирования. Для построения модели необходимо выявить структуру системы, цели функционирования СФЗ, показатель эффективности, а также разработать инструмент его оценки.

Компьютерное моделирование функционирования СФЗ объекта должно являться составной частью единого технологического процесса проведения анализа уязвимости СФЗ объекта. В качестве исходных данных для моделирования используются сведения, полученные в результате обследования объекта и экспертного анализа уязвимости. Моделирование позволяет выяснить, соответствует ли эффективность системы предъявленным к ней требованиям и, если это не так, то, что необходимо сделать для того, чтобы она обеспечивала выполнение поставленных перед ней задач с заданной эффективностью.

Использование компьютеров, помимо сокращения времени моделирования, многократно расширяет возможности эксперта, позволяя рассматривать большое количество вариантов расчетов с целью получения обоснованных выводов относительно возможностей СФЗ. Для моделирования СФЗ разрабатываются специальные компьютерные программы, обычно объединяемые в программные комплексы.

Основной метод, используемый в настоящее время для оценки эффективности СФЗ – вероятностно-временной анализ. Принципы вероятностно-временного анализа были разработаны в конце 70-х годов в Сандийских национальных лабораториях (США) для использования при оценке эффективности физической защиты объектов Департамента энергетики США, а также других важных государственных объектов[2].

Эффективность физической защиты рассматривается здесь как вероятностная величина, вероятность того, что силы охраны, действующие по сигналам технических средств охраны, успеют пресечь акцию нарушителя.

Методики, разработанные на основе метода вероятностно временного анализа (ASSESS и EASI), не лишены недостатков. Наиболее существенным из них является статический предмет физической защиты. То есть цель воздействия нарушителя стационарна и не имеет возможности перемещаться. Во многих случаях это не так. Современные системы физической защиты предназначены не только для защиты больших стационарных объектов, но и автомобилей, судов, самолетов, а в некоторых случаях людей.

Указанный недостаток может быть устранен путем совершенствования существующих методик с учетом возможности перемещения предмета физической защиты. Так как в приведенных методиках для анализа системы защиты используется аппарат теории графов, становится возможным применить методы нечеткой математики.

Теория нечетких множеств позволяет описывать нечеткие знания и понятия, оперировать этими знаниями и соответственно делать нечеткие выводы[3]. Это особенно полезным, в тех случаях, когда рассматриваемые процессы слишком сложны для анализа при помощи общепринятых количественных методов, или когда источники информации интерпретируются неточно или неопределенно. При этом согласно теореме FAT (Fuzzy Approximation Theorem) [4], любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике.

Применение нечеткого графа при моделировании системы физической защиты объекта позволяет задать нечеткие отношения между вершинами графа, что в свою очередь отражает мобильность предмета физической защиты. Применение нечетких графов для анализа эффективности систем физической защиты объектов поддается автоматизации, а значит сокращает временные и финансовые затраты при оценке эффективности систем защиты объектов.

Литература

- 1 Бондарев П.В., Измайлов А.В., Толстой А.И. Физическая защита ядерных объектов./ Учебное пособие для вузов - Москва: МИФИ, 2008.- 584 с.
- 2 Гарсиа М. Проектирование и оценка систем физической защиты. / Пер. с англ. – М.: "Мир", 2003.
- 3 Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
- 4 Круглов В.В., Борисов В.В. Гибридные нейронные сети. – Смоленск: Русич, 2001. – 224 с.

Минакова Т.Е.¹, Минаков В.Ф.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», ²доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА КАБЕЛЬНОЙ И ВОЗДУШНОЙ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Аннотация

Разработана математическая модель расчета потоков кабельной линии с распределенными параметрами при ее параллельной работе с воздушной высоковольтной линией электропередачи. Установлена возможность снижения до 50% действующего тока кабельной линии.

Ключевые слова: кабельная линия, реактивная мощность, модель.

Minakova T.E.¹, Minakov V.F.²

¹PhD of technical science, associate professor, National Mineral Resources University, ²Doctor of technical science, professor, St. Petersburg State University of economics

PARALLEL WORK OF CABLE AND AIR ELECTRICITY TRANSMISSION LINES

Abstract

The mathematical model of calculation of streams of the cable line with the distributed parameters is developed during its parallel work with an air high-voltage power line. Possibility of decrease to 50% of operating current of the cable line is established.

Keywords: cable line, jet power, model.

Режимы электрических сетей характеризуются большими потоками активной и реактивной мощностей и протяженностью сетей единой энергосистемы России [1, 2]. В результате потери электрической энергии и активной мощности достаточно высоки. Исследованиями режимов сетей всех уровней установлено, что потери энергии, а одновременно – и напряжения,

существенно снижаются компенсацией реактивной мощности. Для этого авторами [3-6] рассматриваются средства компенсации и мероприятия по компенсации передаваемой по сетям реактивной мощности и энергии.

Современные инновационные технологии [7, 8] изменяют продукцию. Изоляционные материалы позволяют уменьшать расстояние между жилами кабелей. Следовательно, поперечная емкость кабельных линий (КЛ) существенно растет. Кроме того, выросли напряжения, на которых стало возможным применение кабелей: до 220 и 330 кВ. Генерируемая такими поперечными емкостями реактивная мощность, пропорциональная емкости и квадрату напряжения, существенно выросла. Кроме того, протяженность кабельных высоковольтных линий приближает генерацию реактивной мощности по сравнению с синхронными генераторами и компенсаторами электрических станций к местам ее потребления, каковыми являются трансформаторы, индуктивности линий электропередач, нагрузки.

Особый интерес представляет учет компенсации реактивной мощности при повышении пропускной способности линий электропередач [9, 10]. Это реализуется параллельной работой кабельных и воздушных линий (ВЛ). Задачей исследования является моделирование режима параллельных КЛ и ВЛ напряжением 110 кВ. Их длина – 50 км, КЛ выполнена кабелем АПвПу с изоляцией из сшитого полиэтилена сечением 185 мм², ВЛ – проводами алюминиевыми марки АС сечением 150 мм².

В модели учтено распределение параметров КЛ. Для этого линия представляется N участками, распределенными между стороной источника питания (в обозначении – «Г») и стороной нагрузки («Н»). Уравнения электрического состояния КЛ и ВЛ:

$$\dot{I}_G = \dot{I}_{1,1} + \dot{I}_{2,1}, \dot{I}_H = \dot{I}_{1,N} + \dot{I}_{2,N}, \dot{I}_{1,i} = \dot{I}_{1,i-1} - \dot{I}_{1,N+i}, \dot{I}_{2,i} = \dot{I}_{2,i-1} - \dot{I}_{2,N+i},$$

$$\dot{U}_{1,i-1} = \dot{U}_{1,i} - \dot{I}_{1,i} \cdot \underline{Z}_{o,KL}, \dot{U}_{2,i-1} = \dot{U}_{2,i} - \dot{I}_{2,i} \cdot \underline{Z}_{o,BL}, \dot{I}_{1,N+i} = j \cdot \dot{U}_{1,i} \cdot b_{0,1}, \dot{I}_{2,N+i} = j \cdot \dot{U}_{2,i} \cdot b_{0,2},$$

где \dot{I}_G, \dot{I}_H – комплексные значения токов стороны генераторного напряжения и нагрузки соответственно,

$\dot{U}_{1,i}, \dot{I}_{1,i}, \dot{U}_{2,i}, \dot{I}_{2,i}$ – комплексные значения напряжений и токов i-го элемента схемы замещения КЛ и ВЛ (первый индекс, равный 1, относится к уравнениям кабельной линии, 2 – к уравнениям воздушной линии),

$\dot{I}_{1,N+i}, \dot{I}_{2,N+i}$ – комплексные значения поперечных токов КЛ и ВЛ (i-х элементов),

$\underline{Z}_{o,KL}, \underline{Z}_{o,BL}$ – комплексные значения продольных сопротивлений элементов схемы замещения кабельной и воздушной линий,

$b_{0,1}, b_{0,2}$ – поперечная емкостная проводимость элементов схемы замещения кабельной и воздушной линий,

N – число распределенных элементов в схеме замещения, $j = \sqrt{-1}$.

Модель реализована в среде MathCAD. Результаты моделирования показывают, что действующее значение тока кабельной линии вдоль длины существенно снижается – до 50% ее тока, потребляемого от источника питания. Реактивная составляющая тока кабельной линии изменяется еще более существенно: потребляя реактивную мощность от источника, КЛ вдоль трассы генерирует реактивную мощность. В результате реактивная мощность и ток КЛ снижается вдоль трассы до нуля, и затем направление потока реактивной мощности меняется.

Литература

1. Минакова Т. Е. Оценка потенциала энергосбережения в общественном воспроизводстве // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 127-129.
2. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Синергия энергосбережения при высокой добавленной стоимости продукции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 26.
3. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Исследование динамики производства электроэнергии региона // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2005. – № 4. – С. 74-77.
4. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Математическая модель кумулятивного эффекта энергосбережения // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 1. – С. 197-199.
5. Минакова Т. Е. Многофакторное прогнозирование срока службы трехфазных асинхронных электродвигателей 0,4 кВ по эксплуатационным параметрам. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ставрополь. – 2002. – 27 с.
6. Сенчило Н. Д., Минакова Т. Е. Режимы работы параллельных кабельной и воздушной линий // Электроэнергетика глазами молодежи: Науч. тр. IV междунар. науч.-техн. конф., Т.1, – Новочеркасск: Лик. – 2013. – С. 210-213.
7. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
8. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10 (17). – С. 56-57.
9. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Блочная структура средств релейной защиты и автоматики // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 10 (77). – С. 114-116.
10. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Способ быстродействующей защиты электродвигателей от несостоявшихся пусков // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 9 (76). – С. 113-115.

Молчанов Е.А.

Студент, Самарский государственный аэрокосмический университет

МЕТОДИКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Аннотация

Статья посвящена разработке концепции построения виртуальной лаборатории для испытаний изделий РКТ с применением систем параллельных вычислений. Описана реализация архитектуры среды виртуального эксперимента на базе серверов НР и использования технологии распределенных вычислений (Cloud-сервисы), баз данных реального времени (TimesTen),

хранилища данных (Oracle), а также программ анализа разработки и визуализации (MSSQL Services, Siemens NX, MATHLAB, R-Project, Microsoft Visual Studio и Business Objects).

Ключевые слова: автоматизация, испытания, промышленность.

Molchanov E.A.

Student, Samara State Aerospace University

TECHNIQUE OF PARALLEL CALCULATIONS FOR VIRTUAL TESTS OF RADIO-ELECTRONIC MEANS OF SPACE DEVICES

Abstract

The article deals with the analysis of the concept of a virtual laboratory composition for testing aerospace hardware systems with the use of parallel computing. It describes the implementation of the architecture of virtual experiment environment based on HP servers and the use of distributed computing (Cloud-services), real-time databases (TimesTen), data warehousing (Oracle), as well as the development of programs for the analysis and visualization (MSSQL Services, Siemens NX, MATHLAB, R-Project, Microsoft Visual Studio and Business Objects).

Keywords: automation, test, industry.

Постоянное совершенствование конструкций и бортовой электроники изделий ракетно-космической техники (РКТ) предполагает повышение требований к их наземной лабораторно-стендовой отработке.

В процессе проведения испытаний изделий РКТ, наземная стендовая отработка (НСО) пневмогидросистем питания двигательных установок является одной из ответственных и трудоемких задач, занимающей до 40% затрат НСО. При этом ставятся задачи выполнения требований надежного хранения и многофакторной аналитической обработки большого объема экспериментальных данных, полученных в результате испытаний. Часть аналитической работы по изучению полученных экспериментальных данных может быть выполнена после проведения испытания. Вычислительные ресурсы, необходимые для послесекансной обработки данных могут быть выполнены на имеющихся вычислительных средствах невысокой производительности (менее 0,1 Тфлопс). Однако, при комплексных испытаниях (например, ступеней ракетноносителей) часть испытательных систем должна работать в режиме реального времени, т.е. контролировать правильность функционирования объекта испытаний, а также принимать меры по парированию нештатных ситуаций при неправильном его функционировании [1].

С развитием средств имитационного моделирования часть реальных испытаний (например, автономные испытания отдельных агрегатов изделий) целесообразно заменить проведением численного моделирования. Со временем, доля численного эксперимента в процессе НСО может быть увеличена.

Кроме того, в настоящее время ставится задача сокращения объема НСО за счет доработки изделия по результатам летных испытаний[2]. В этом случае, проведение численного эксперимента (виртуальных испытаний) позволит повысить готовность изделия к летным испытаниям без дополнительных затрат на его транспортировку и испытания в соответствующих подразделениях.

Причем, проведение виртуальных испытаний позволит отработать в большей степени взаимодействие составных частей изделия в сборе, т.к. на этапе проектирования изделия все необходимые расчеты (прочность, гидрогазодинамика, массогабаритные характеристики и др.) должны быть проведены.

Основываясь на необходимости выполнения большого потока вычислений (более 5Тфлопс) и учитывая ограниченную вычислительную мощность единичных вычислительных средств (ПЭВМ, серверов), применение параллельных вычислительных систем значительной мощности является необходимым условием успешного проведения виртуальных испытаний.

В условиях проведения НСО стендовых изделий РКТ, включающих при испытаниях пневмогидросистем питания двигательных установок, десятки и сотни медленно- и быстро-меняющихся параметров с частотой опроса от 10Гц до 100МГц и времени испытаний от единиц до десятков минут, актуальна задача повышения эффективности хранения и обработки большого объема экспериментальных данных и получения информации, труднодоступной при традиционной обработке результатов испытаний ПГСП ДУ, построенной по принципу «первичная обработка» - «хранение» - «послесекансовая обработка».

При испытаниях реальных изделий задачу контроля испытаний (SCADA) выполняют с использованием программируемых логических контроллеров (ПЛК) на нижнем уровне набора ПЭВМ, объединенных в сеть, на верхнем уровне (рис. 1).

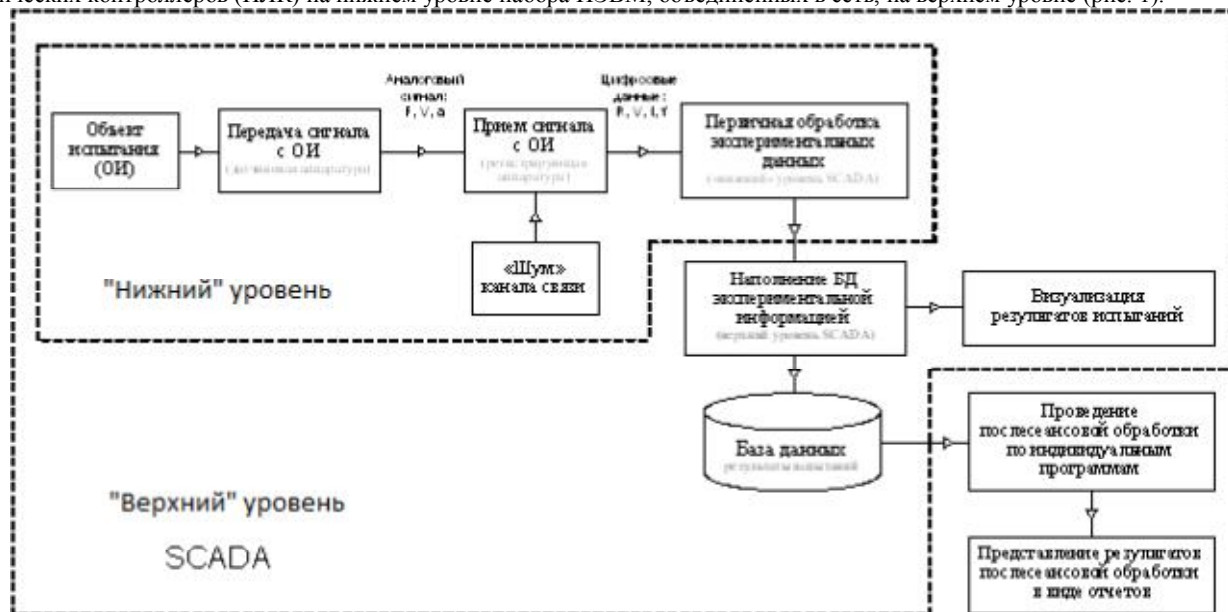


Рис. 1. Традиционная схема обработки результатов испытаний

Основным недостатком таких систем является то, что после проведения цикла испытаний большая часть вычислительных ресурсов систем автоматизации испытаний не используется. Поэтому послесекансовая обработка зарегистрированных данных занимает намного больше времени, чем проведение самих испытаний.

Кроме того, проведение большого количества полнотатурных экспериментов, особенно с применением реальных компонентов ракетного топлива и других опасных рабочих тел нежелательно и неэффективно по экономическим и экологическим соображениям.

Значительное увеличение производительности вычислительной техники и средств промышленной автоматизации сделали возможным сокращение числа необходимых испытаний стендовых изделий – функциональных аналогов штатной космической техники, предназначенных для проведения испытаний.

Предельным случаем эффективного применения вычислительной техники является создание виртуальной лаборатории. (рис. 2).

Виртуальная лаборатория – это комплекс аппаратно-программных средств, задачей которого является проведение имитационного моделирования испытаний реальных изделий и обработка полученных результатов.

Создание виртуальной лаборатории необходимо выполнять поэтапно:

- 1) Создание вычислительной системы и виртуальной лаборатории, функционирующей, как аналитический центр и хранилище результатов реальных испытаний;
- 2) Разработка и совершенствование имитационных моделей объектов испытания. Проведение текстовых прогонов виртуальных испытаний параллельно с реальными испытаниями и совершенствование виртуальной лаборатории по результатам их сравнения;
- 3) Проведение основной массы испытаний в виртуальной лаборатории

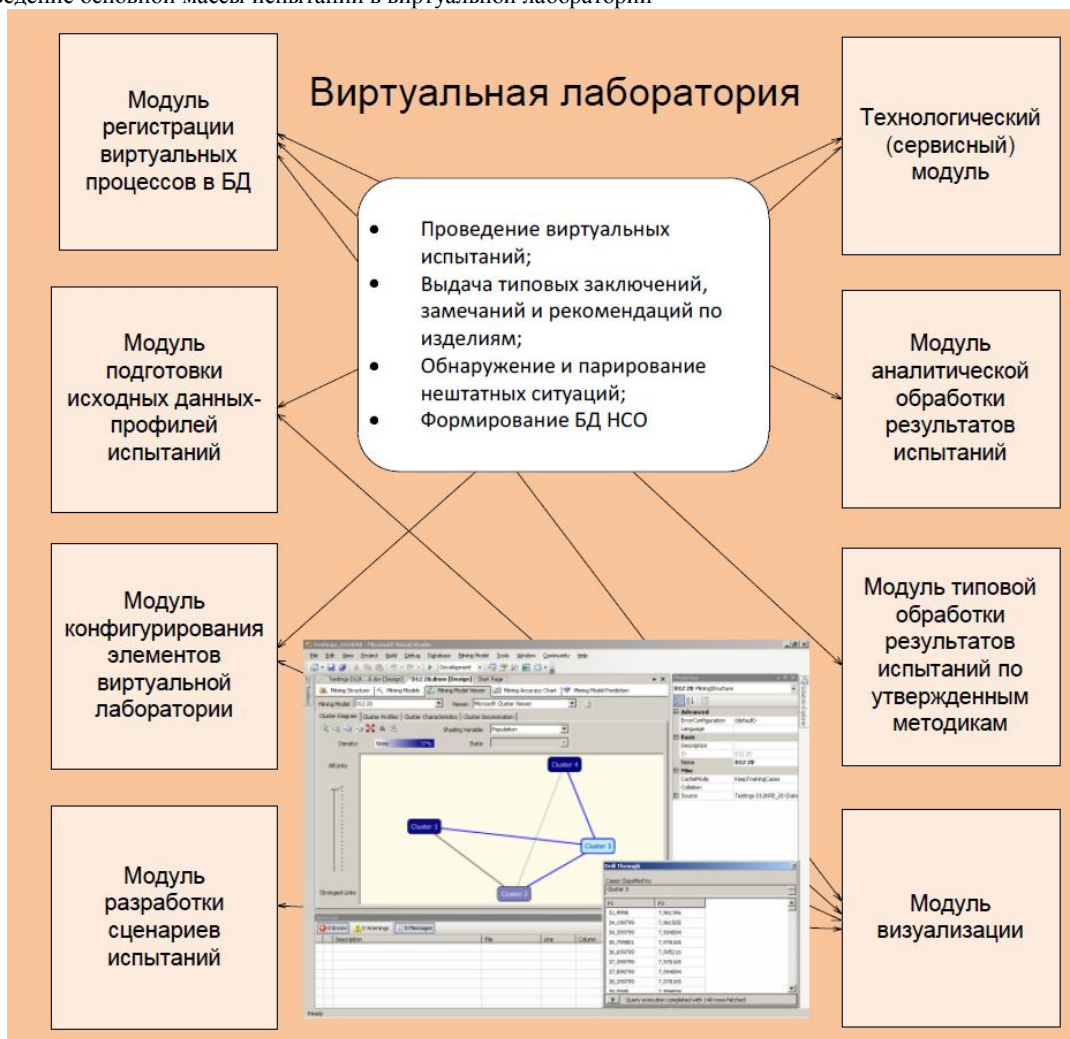


Рис. 2 Схема виртуальной лаборатории.

Для нормального функционирования виртуальной лаборатории необходимо решение следующих основных задач:

- создание специальной вычислительной среды – виртуальной испытательной лаборатории;
- разработка имитационных моделей стендового изделия и стендовой оснастки (элементы стапеля, магистрали подачи рабочих тел и др.);
- разработка (создание) сценария проведения испытания – аналога традиционной программы испытаний;
- обеспечение необходимых вычислительных мощностей для одновременного расчета и регистрации параметров виртуального эксперимента;
- визуализация состояния виртуального изделия с необходимой скоростью и степенью детализации.

Наиболее ресурсоемкой из перечисленных задач является проведение расчета виртуального эксперимента. И, если задачи подготовки к испытаниям и проведения вспомогательных операций (выпуск отчета об испытаниях, корректировка виртуальной модели изделия и проч.) могут быть решены с помощью увеличения количества автономных вычислительных средств, то проведение виртуального испытания требует применения технологии параллельных вычислений с выделением нескольких одновременных задач, имеющих различный приоритет на выполнение. Например: расчет наземной системы пневмопитания стендового изделия с одновременным обновлением состояния расходных магистралей пневмогидросистемы питания двигательной установки изделия.

Становится очевидно, что создание виртуальной лаборатории требует применения вычислительных систем, имеющих не только значительные вычислительные мощности, но и имеющие распределенную структуру и возможность параллельных вычислений.

Исходя из задач, решаемых виртуальной лабораторией в целом и ее отдельными компонентами, в частности, можно сформулировать перечень требований, предъявляемых к системам параллельных вычислений (СПВ), обеспечивающих ее функционирование.

1. Многопользовательский доступ ($G_1=0,05$);
2. Возможность мониторинга и распределения нагрузки ($G_2=0,2$);
3. Обеспечение требуемой вычислительной мощности ($G_3=0,3$);
4. Независимость элементов (модулей) ($G_4=0,05$);
5. Возможность масштабирования ($G_5=0,2$);
6. Централизованное управление ($G_6=0,1$);
7. Отказоустойчивость ($G_7=0,05$);
8. Минимальная стоимость ($G_8=0,05$).

Параллельные вычисления могут быть реализованы несколькими способами:

- *Параллельное программирование.* При этом способе параллельных вычислений одновременное выполнение различных вычислительных задач реализовано в виде параллельно выполняющихся участков машинного кода на одном физическом вычислительном устройстве (процессоре). Ускорение вычислений в этом случае достигается только за счет оптимизации алгоритма программы;

- *Физическое распараллеливание.* В этом случае, аппаратные средства объединены в параллельно работающую систему, обеспечивающую физическое распределение выполняемых на них вычислений. При этом, программный код не обязательно должен быть оптимизирован для такого вида вычислений;

- *Аппаратно-программное распараллеливание.* Совместное использование технологии параллельного программирования на физически параллельных вычислительных системах. Данный способ обеспечивает максимальный эффект от применения параллельных технологий и является стандартом де-факто для вычислительных систем большой мощности.

С точки зрения способа обеспечения параллельности, системы параллельных вычислений можно классифицировать [3], как показано на рис. 3.

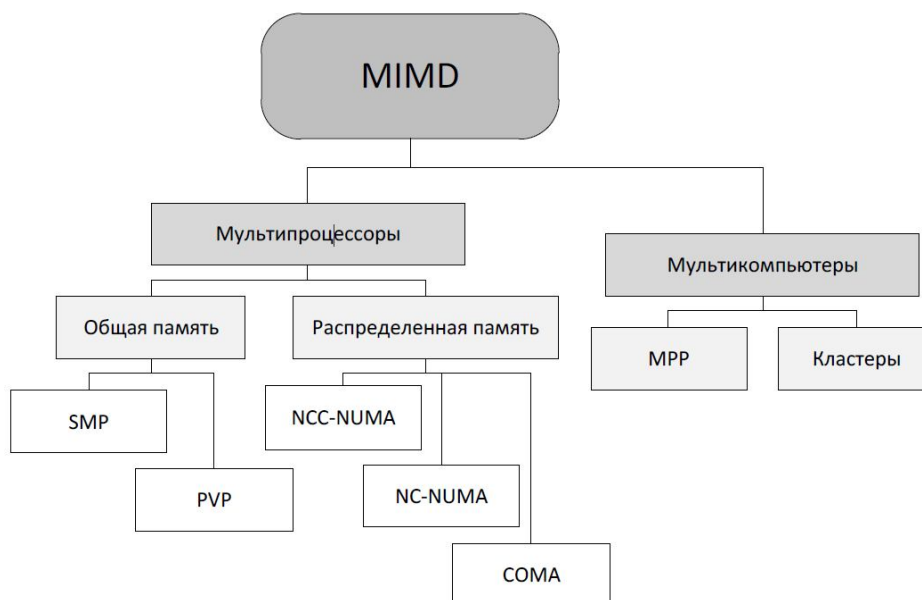


Рис. 3. Классификация систем параллельных вычислений

Многopроцессорные параллельные вычислительные системы входят в группу MIMD (multi instruction multi data) в соответствии с классификацией М.Флинна.

Однородный доступ к памяти (uniform memory access or UMA) служит основой для построения векторных параллельных процессоров (parallel vector processor or PVP) и симметричных мультипроцессоров (symmetric multiprocessor or SMP). Вычислительным системам этого типа присуща проблема когерентности содержимого разных кэш (cache coherence problem), что приводит к некоторому снижению скорости вычислений и затрудняет создание систем с достаточно большим количеством процессоров.

Физически распределенная память (non-uniform memory access or NUMA) имеет несколько разновидностей:

- Системы, в которых для представления данных используется только локальная кэш-память имеющихся процессоров (cache-only memory architecture or COMA);
- Системы, в которых обеспечивается когерентность локальных кэш (cache-coherent NUMA or CC-NUMA);
- Системы, в которых обеспечивается общий доступ к локальной памяти разных процессоров без поддержки на аппаратном уровне когерентности кэша (non-cache coherent NUMA or NCC-NUMA).

Использование распределенной общей памяти упрощает проблемы создания мультипроцессоров, однако, возникающие при этом проблемы эффективного использования распределенной памяти (время доступа к локальной и удаленной памяти может различаться на несколько порядков) приводят к существенному повышению сложности параллельного программирования.

Не останавливаясь подробно на классификации вычислительных систем, отметим только, что одним из перспективных путей создания вычислительных систем для развертывания виртуальной лаборатории является объединение достоинств мультипроцессорных и мультикомпьютерных систем на основе т.н. облачных сервисов.

Реализацию облачной (Cloud) архитектуры виртуальной лаборатории возможно осуществить на базе блэйд-серверов HP и использовании Cloud-технологии распределенных вычислений (Cloud-сервисов) [4]:

Возможность обработки большого числа параллельных запросов с поддержкой очереди задач и реализация технологии распределенных параллельных вычислений является весомой причиной выбора Cloud-систем.

Существует четыре основных модели развертывания Cloud-систем:

- Private cloud (частное облако) – инфраструктура, предназначенная для использования одной организацией для своих потребителей (подразделений и отделов компании), или предоставления сервиса клиентам и подрядчикам.
- Community cloud (общественное облако) – вид инфраструктуры, предназначенный для использования конкретным сообществом потребителей из организаций, имеющих общие задачи.
- Public cloud (публичное облако) – инфраструктура, предназначенная для свободного использования широкой публикой.
- Hybrid cloud (гибридное облако) – инфраструктура, являющаяся комбинацией нескольких облачных инфраструктур.

Можно выделить также три основных модели обслуживания:

- SaaS (Software as a Service) – программное обеспечение как услуга. Модель, в которой пользователь имеет возможность использования программного обеспечения, работающего в облачной структуре и доступного из различных клиентских устройств.
- PaaS (Platform as a Service) – платформа как услуга. Модель, в которой пользователю предоставляется возможность размещения базового программного обеспечения для последующего размещения на нем новых или существующих приложений, в том числе и разработанных на заказ.
- IaaS (Infrastructure as a Service) – инфраструктура как услуга. Модель, в которой предоставляется возможность использования облачной инфраструктуры для самостоятельного управления ресурсами обработки, хранения и вычислений, установки и использования произвольного программного обеспечения и даже операционных систем.

Для обеспечения необходимых вычислительных мощностей при одновременном расчете и регистрации параметров виртуального эксперимента необходима балансировка нагрузки (Load Balancing) – распределение процесса выполнения заданий между несколькими серверами сети с целью оптимизации использования ресурсов и сокращения времени вычисления, что так же реализуемо с помощью Cloud-систем.

Согласно рассмотренным моделям развертывания и моделям обслуживания, для реализации среды виртуального проведения эксперимента, наиболее подходящей моделью развертывания является Private Cloud (либо Community Cloud, в случае объединения с другими предприятиями в ходе разработки), а наиболее подходящей моделью обслуживания – SaaS.

Данным требованиям отвечает open source платформа Openstack, являющаяся одним из лидеров cloud-систем.

Одной из наиболее актуальных задач в процессе проведения испытаний является регистрация результатов в режиме реального времени. Наиболее современным способом реализации данной задачи является использование In-memory DataBase, например, продукта компании Oracle TimesTen – реляционной базы данных, обеспечивающей высочайшую производительность, не реализуемую при использовании обычных баз данных. За счет поддержки технологий ODBC и JDBC интеграция TimesTen для использования в среде параллельных вычислений представляется возможной. После записи результатов испытаний в TimesTen и их предварительной обработки, данные выгружаются в хранилище для дальнейшего послесекансового анализа.

Ввиду специфики используемого программного обеспечения, необходимы как ОС Linux (для обслуживания БД Oracle, в качестве хранилища, программ математического расчета и др.) так и ОС Windows (для обслуживания БД MSSQL, применяемой для создания OLAP кубов, применяемых для аналитики, средств датамайнинга и визуализации как технической информации (Voyager) так и глобальных процессов (Xcelisious), посредством Business Objects).

Перечень необходимого для функционирования виртуальной лаборатории аппаратного и программного обеспечения представлен в таблице 1.

Таблица 1

Название модуля	Операционная система	Программное обеспечение
Модуль регистрации виртуальных процессов в БД	Linux	Oracle v11.2, TimesTen,
Модуль подготовки исходных данных-профилей испытаний	Microsoft Server 2008 R2	SQL Server 2008 R2 Integration Services
Модуль конфигурирования элементов виртуальной лаборатории	Microsoft Server 2008 R2	Microsoft Visual Studio 2010; Special Software
Модуль разработки сценариев испытаний	Microsoft Server 2008 R2	Microsoft Visual Studio 2010
Технологический (сервисный) модуль	Microsoft Server 2008 R2	Cloud Management Dashboard Openstack
Модуль аналитической обработки результатов испытаний	Microsoft Server 2008 R2	MS SQL Server 2008 R2 EE (Business Intelligence Development Studio); Business Objects ((Voyager & Xcelisious)
Модуль типовой обработки резуль-	Microsoft Server	MS SQL Server 2008 R2 (Analysis

Удовлетворить требованиям по производительности может облако из кластеров, объединяющих блэйд-сервера HP восьмого поколения, к примеру, HP ProLiant ID660c G8 (~0,65Тфлопс каждый), обладающие наилучшими показателями стоимости на условную единицу производительности. Размещение серверов удобнее всего производить в стойке типа NetShelter SX 42U. Количество серверов, обеспечивающее требуемую производительность – 8.

Что касается экономического эффекта от применения виртуальной лаборатории, то по оценкам экспертов, стоимость ее создания эквивалентна производству всего одного стендового изделия, а стоимость эксплуатации сопоставима с расходами на имеющиеся средства автоматизации испытаний. Поэтому при достаточно большом количестве испытаний, срок окупаемости виртуальной лаборатории будет минимальным, а ее применение – эффективным.

Использование технологии параллельных вычислений, в частности, распределенных вычислительных систем, позволит обеспечить необходимую технологическую платформу для создания виртуальной лаборатории испытаний изделий PKT.

Концепция виртуализации реальных процессов в настоящее время получила широкое распространение во многом благодаря технологии параллельных вычислений. Создание виртуальной лаборатории на базе серверов HP и использования технологии параллельных вычислений позволит повысить эффективность наземной стендовой отработки изделий РКТ.

Результаты проведенных исследований могут быть полезны широкому кругу технических специалистов, планирующих использование систем параллельных вычислений для проведения виртуальных испытаний сложных технических систем.

Литература

1. Ю.В. Абросимов, Н.Н. Бахтина, Р.В. Бизяев. Система контроля, диагностики и отображения информации для стендовых испытаний РН «Ангара». // Научно-технические разработки КБ «Салют» 2009-2011 гг., М.: Машиностроение, 2012 С. 381-393 с.
2. Ю.О. Бахвалов, Р.В. Бизяев. Структура информационной системы наземно-стендовой отработки РКТ. // Научно-технические разработки КБ «Салют» 2009-2011 гг., М.: Машиностроение, 2012 С. 393-410 с.
3. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. // Нижний Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2010.
4. Peter Mell, Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. // NIST, 2011.

Насакина Е.О.¹, Севостьянов М.А.², Леонова Ю.О.³, Колмаков А.Г.⁴, Заболотный В.Т.⁵

¹Аспирант; ²младший научный сотрудник; ³инженер; ⁴доктор технических наук; ⁵доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН

ВАРИАЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОДНОМЕРНЫХ БИОКОМПОЗИТОВ

Аннотация

Работа рассматривает закономерности формирования методом магнетронного распыления в вакууме поверхностного слоя из материалов с высокой биологической совместимостью при различных условиях процесса и посвящена созданию биоконструкций, которые с успехом можно использовать для производства медицинских имплантатов.

Ключевые слова: биоконструкция, поверхностный слой, тантал, титан, магнетронное распыление.

Nasakina E.O.¹, Sevostyanov M.A.², Leonova J.O.³, Kolmakov A.G.⁴, Zabolotny V.T.⁵

¹Postgraduate student; ²research associate; ³engineer; ⁴doctor of Engineering; ⁵doctor of physical and mathematical sciences, Institution of Russian Academy of Sciences A.A. Baikov Institute of Metallurgy and Material Science RAS

VARIATION OF CONDITIONS OF THE MAGNETRON SPUTTERING FOR CREATION OF ONE-DIMENSIONAL BIOCOMPOSITES

Abstract

The article considers regularities of formation by a method of magnetron sputtering in vacuum of a surface layer of materials with high biological compatibility under various conditions of process and is devoted to creation of biocomposites which with success can be used for production of medical implants.

Keywords: biocomposite, surface layer, tantalum, titan, magnetron sputtering.

Введение.

Современная медицина использует для восстановления естественных физиологических функций, а иногда и замены живых тканей и органов изделия из инородных ему материалов: полимеров, керамики, металлов [1-2]. Но живое тело оказывает на них серьезное физико-химическое действие, от чего те (а значит, и изделия из них) способны разрушаться, а продукты их разложения – оказывать отрицательное воздействие на организм, представляющий собой весьма чувствительную среду.

Эффективным методом улучшения эксплуатационных свойств металлических медицинских материалов может служить создание композиций на их основе, в т.ч. одномерных, объединяющих (и даже улучшающих) в себе функциональные свойства подложки (например, подобные поведению живых тканей механические свойства сплавов никелида титана) и новой поверхности (например, высокую химическую стойкость и биологическую совместимость), для получения которой распространенным способом является физическое осаждение из паровой фазы, в т.ч. магнетронное [3-4].

Целью данной работы являлось исследование закономерностей получения различных одномерных композиционных материалов методом магнетронного напыления, для чего при варьировании условий были созданы и исследованы композиции с основой из TiNi и стекла и поверхностными слоями из тантала и титана, обладающими высокими коррозионной стойкостью и биологической инертностью по отношению к живым тканям [5].

Методика и материалы

Получение поверхностных слоев проводилось при следующих условиях процесса:

1. магнетрон на постоянном токе, $I \approx 400 - 1100$ мА, $U \sim 400$ В,
2. в газовой среде аргона при рабочем давлении $\sim 2,7 \times 10^{-3}$ Торр,
3. температура подложки ~ 100 °С,
4. с и без вращения подложки,
5. с и без предварительного ионного травления подложки (ПИТ),
6. время распыления $t = 5 - 120$ мин,
7. напряжение смещения $U_{см} \approx 0 - 1000$ В,
8. расстояние от мишени до подложки $10 - 20$ см.

Исследования структуры и состава композита «поверхностный слой/ подложка» велось с помощью СЭМ, АЭС, оже-спектроскопии и рентгенофазового анализа.

Использовались подложки в виде пластин из никелида титана и стекла и проволок диаметром 280 мкм из TiNi; в качестве мишеней для распыления использовались металлический тантал и титан.

Результаты

Исследования показали, что создаваемая поверхность состоит из двух частей - слоя только из напыляемого вещества и переходного слоя, содержащего элементы как подложки, так и мишени. На их толщину наиболее влияют время и дистанция напыления, $U_{см}$ определяет их структуру, мощность распыления определяет оба фактора. Закономерность изменения состава поверхностных слоев примерно одинакова для разных материалов и условий: до 20 нм поверхности обогащены кислородом, также содержание О увеличено в переходном слое.

С увеличением времени напыления, толщина и поверхностного, и переходного слоев растет, причем по нелинейному убывающему закону. При напылении на неподвижную плоскую подложку и на вращающуюся проволоку слои закономерно получаются разными. На рис. 1 показаны поверхностные слои в образце одномерного композита «Та/нитинол» на пластинчатой и проволоочной подложках, полученные при равных условиях.

Напряжение смещения, способствующее осуществлению ионно-атомного осаждения [4, 6], оказывает меньшее влияние на суммарную толщину слоев, но, видимо, сильно влияет на их структуру: увеличивается толщина поверхностного слоя, 100 В по

сравнению с нулевым напряжением уменьшает толщину переходного и суммарного слоев, предположительно, за счет уплотнения структуры, далее логично происходит рост толщин, оптимальные условия достигаются при 500 В, а при дальнейшем росте напряжения смещения, видимо, начинает происходить некоторое распыление поверхности и толщина переходного и суммарного слоев снова падает.

С увеличением дистанции напыления толщина слоев уменьшается (например, толщины поверхностного слоя тантала на подложке нитинола при 851 мА, 710 В, Усм 1000 В, с ПИТ в течение 120 мин равны: а) 10 см – 6,3 мкм, б) 20 см – 3,6 мкм), причем при меньшем расстоянии от мишени до подложки не наблюдается ощутимого переходного слоя.

С ростом мощности напыления толщина слоев также увеличивается, причем до 30 % от максимально возможной мощности не происходит формирование ощутимого переходного слоя, а после 70 % изменение толщин происходит не очень значительно.

При рассмотрении композитов после разрушения (статический разрыв металлической проволоки (рис. 1, б) или хрупкий слом стекла (рис. 2)) видно, что сам слой трескается в области излома, но от подложки не отрывается, несмотря на высокую нагрузку. Предварительное ионное травление способствует лучшей адгезии.

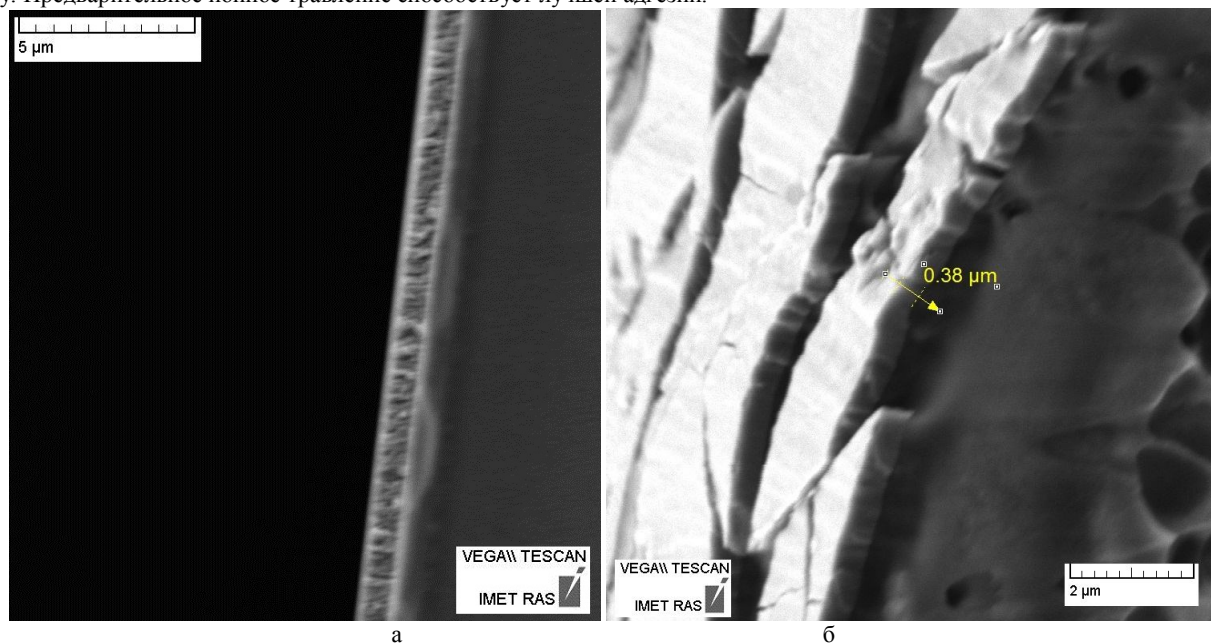


Рис. 1. Поверхностный слой в образце «Та/нитинол» на пластинчатой (а, ≈ 1 мкм) и проволоочной подложке (б, $\approx 0,4$ мкм), полученный при 851 мА, 710 В, Усм 0 В, дистанции напыления 20 см, с ПИТ в течение 30 мин

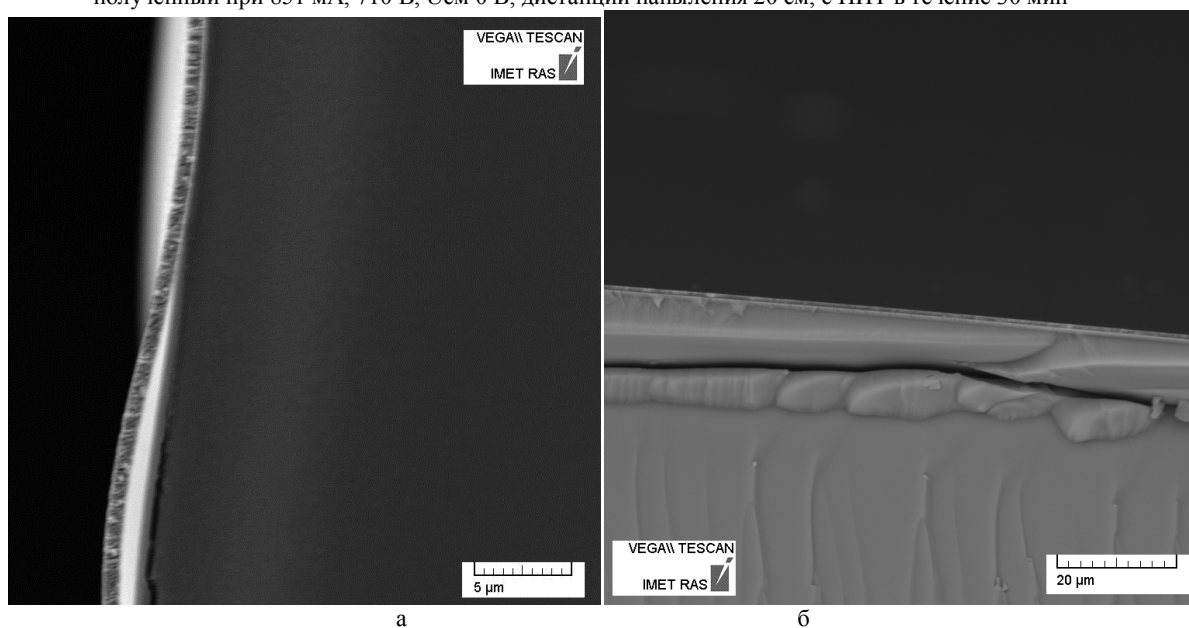


Рис. 2. Поверхностные слои в образцах «Ti/стекло» (а) и «Ti/стекло» (б) на пластинчатой подложке, полученные при 862 мА, 400 В, Усм 0 В, в течение 25 мин и 1100 мА, 400 В, Усм 0 В в течение 30 мин при дистанции напыления 15 см, без ПИТ, соответственно.

Литература

1. Гюнтер В.О., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Чекалкин Т.Л. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. – Томск: Изд-во МИЦ, 2006 – 296 с.
2. Stoeckel D. Nitinol medical devices and implants. // Min. Invas. Ther. Allied. Technol. - 2000. - V.9. - P.81–88.
3. 21. П.А. Витязь, А.Ф. Ильющенко, М.Л. Хейфец, С.А. Чижик, К.А. Солнцев, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, С.М. Баринев. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / Под общ. ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 283с.
4. Акишин А.И., Бондаренко Г.Г., Быков Д.В. и др. Физика воздействия концентрированных потоков энергии на материалы. – М.: Изд-во УНЦ ДО, 2004. - 418 с.
5. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I- VIII групп. / Под ред. проф. В.А. Филова. - Л.: «Химия», Т. 1,2, 1988. — 512 с.
6. В.Т. Заболотный. Ионное перемешивание в твердых телах. – М.: МГИЭМ(ТУ), 1997. - 62 с.

Пап Л.В.

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент, Северо-Кавказский Федеральный университет
КИРПИЧ ПРОТИВ ЭКОНОМИКИ

Аннотация

В статье рассмотрены тяжелые жилищные условия россиян совсем не имеющих никакого жилья или длительное время безнадежно ждущих их улучшения. Указаны причины – это результат низкой производительности труда в российской экономике. Изложены причины низкого уровня строительного комплекса, погрязшего на неэффективном массовом применении отжившего свой век кирпича.

Намечен основной путь технического прогресса в решении жилищной проблемы России за счет массового применения керамзитобетона и разнообразных изделий на его основе, изготовленных только в заводских условиях.

Ключевые слова: жилище, кирпич, керамзит

Пап Л.В.

Senior researcher, PhD, associate professor, North-Caucasus Federal University
BRICK VS ECONOMY

Abstract

The article describes the difficult living conditions of Russians that do not have any property or hopelessly waiting a long time to improve them. The reasons - is the result of low productivity in the Russian economy. Expounded the reasons of the low level of the building complex, stuck on its inefficient massive use of obsolete century brick.

Outlined the main path of technological progress in solving the housing problems of Russia due to the massive use of expanded clay lightweight concrete and variety of products based on it, only produced at the factory.

Keywords: housing, brick, expanded clay lightweight concrete

Каждый из живущих в России может видеть такую мрачную картину: строительная площадка с разбросанным вокруг строения битым кирпичом, на рельсах стоит башенный кран, терпеливо ждущий, когда каменщики по кирпичику выложат кирпичный пакет и дадут крану немного поработать.

Сегодня современный кран готов подать монтажнику (бывшему кирпичнику) стену на ширину квартиры и даже целиком всю квартиру. Однако, эта гениальная возможность не реализуется. Почти на генном уровне, без мыслящего аппарата, существует даже у крупных специалистов какая-то болезненная любовь к пятидесятилетнему кирпичу, главному виновнику научно технического прогресса в главной отрасли человечества – строительстве. Невозможно привыкнуть читать такие строки: «Около 70 % россиян нуждаются в улучшении жилищных условий, а 4,5 млн. семей стоят в очереди на получение жилья по 15...20 лет» [1]. Сегодня ищут фундаментальную причину очень низкого уровня жизни россиян. Она кроется, прежде всего, в низком уровне производительных сил в экономике. Официально умалчивается, что главная причина такого положения в числе многих причин — плохое настроение, самочувствие, идущих на работу людей. Они из-за плохих жилищных условий не восстанавливают жизненные силы за ночь. Отсюда и низкая производительность труда, пьянство, брак и травматизм в работе, семейные скандалы, низкая успеваемость детей, масса болезней и преждевременный уход из жизни.

1971 г., Всемирная строительная выставка «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ-71», зарубежные буклеты, пристендовые информационные листки гласят: В нашей стране на 1 человека приходится 60 м² жилой площади». Такая огромная цифра меня поражает и поныне. Ведь в то время официально в СССР приходилось 6м² жилплощади на человека. На данный момент Федеральный стандарт социальной нормы площади жилья составляет 18 кв. метров. Россиянам твердо известно, что самый лютой кризис из кризисов - тяжелейшее положение с жильем. Мало того, что 70% населения страны нуждается в улучшении жилья, около 5 млн. семей его совсем не имеют - ко всему этому еще предстоит колоссальный объем сноса ветхого жилья и более 80 % жилых домов нуждаются в капитальном ремонте. Не знаящих недавнюю историю страны россияне сейчас всю вину за тяжёлые жилищные условия переносят на четырёх тружеников: Путина, Медведева, Шойгу и Патриарха Кирилла. Это неправильно. Дикий развал страны, тяжелое политическое, экономическое положение России - результат кровавой системы сталинизма, которая исковеркала Россию и вместе со Сталиным сама себя уничтожила, но её корни еще более 50 лет придется выкорчевывать. Это не мнение постороннего наблюдателя, а комсомольца, добровольца, поехавшего на самый трудный участок социалистического строительства - Крайний Северо-Восток страны, для укрепления Дальневосточной базы СССР, где 22 года в экстремальных, а точнее, в каторжных условиях активно трудился на самых сложных участках строительства. Более 50 лет я жил в социалистической системе, отдавал ей все свои силы для её укрепления, но это было всё напрасно. Советское малограмотное, самонадеянное правительство абсолютно не слышало своих тружеников, по-настоящему преданных Родине.

Сейчас заметно меняется отношение к строительству. А.Д. Медведев обещает к 2017 году избавить людей от ветхого жилья. Свои обещания он умеет выполнять. Создано новое министерство по строительству во главе с серьезным человеком - Михаилом Менем с 6-ю заместителями и 9-ю департаментами. Такой структуры управления строительным комплексом история нашей страны еще не знала. Остается пожелать указанной организации поменьше деклараций, побольше серьезных программ в сильно запущенном структурном комплексе РФ.

Я обладаю значительным опытом в технологии строительства (под моим руководством построены Магаданская ТЭЦ, Пивоваренный завод, Пимокатная фабрика и мн.др.) 16 лет имею стаж работы во ВНИИ-№1 золота и редких металлов (г.Магадан), где работал начальником отдела местных строительных материалов). Мой опыт работы в самых сложных условиях показывает, что на сегодняшний день и на перспективу ближайших 100 лет нет лучшего и более эффективного материала, чем керамзитобетон. Он позволяет увеличить скорость возведения зданий более, чем в два раза. Кирпич во всём уступает керамзитобетону, как по стоимостным, так и по техническим качествам, в частности, по прочности, морозостойкости, долговечности и очень важному свойству - сейсмостойкости. Керамзитобетон позволяет смело переходить на высокие технологии в строительстве. Поэтому нужно смелее, решительнее идти на резкое сокращение производства кирпича, закрыв старые заводы на 70-80%. Новые заводы совершенно не строить, а строящиеся заводы перепроектировать и перемонтировать на заводы крупнопанельного домостроения и на цеха по производству керамзитобетонных мелких, крупных блоков и пазогребневых плит.

Литература

1. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Баранов И.М., Бурьянов А.Ф., Лосев Ю.Г., Поплавский В.В., Шишкин А.В. Гипс в малоэтажном строительстве [под общей ред. А.В. Ферронской.]. Москва: Изд-во АСВ, 2008. – 240 с.

Русанова О.А.¹, Савицкая М.В.²

¹Кандидат технических наук, ²инженер-программист, Сибирский федеральный университет

При поддержке гранта РФФИ 13-07-00814 А

О ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

В статье дается обзор работ, в которых метод корреляционной адаптометрии был применен для анализа систем объектов в кризисных ситуациях. Показана необходимость создания программного обеспечения для экспресс-оценки таких ситуаций.

Ключевые слова: адаптация, метод корреляционной адаптометрии, функциональные системы, экономические системы.

Rusanova O.A.¹, Savitskaya M.V.²

¹ Ph.D., ² engineer-programmer, Siberian Federal University

ABOUT THE RELATIONSHIP OF PARAMETERS OF OBJECTS IN STRESS

Abstract

The article provides an overview of works where the method of correlation adaptometry was applied to analyze the systems of objects in crisis situations. It was shown the need to create software for the rapid assessment of such situations.

Keywords: adaptation, the method of correlation adaptometry, functional systems, economic systems.

При исследовании групп, систем, популяций, находящихся в некомфортных для себя условиях существования учеными был обнаружен поразительный эффект: при воздействии комплекса факторов экстремального характера возникает общий адаптационный синдром – ответ системы на стрессорные воздействия любой природы [1,5]. Для многих таких экстремальных ситуаций было выявлено, что корреляция между индивидуальными системами – лучшие индикаторы, чем значения атрибутов (показателей). На большом количестве экспериментов показано, что в условиях стресса, обычно, даже перед появлением очевидных признаков стресса, корреляция между признаками увеличивается, и, в то же самое время, дисперсия увеличивается тоже [2,4,11,12]. После того, как кризис достигает пика, он может развиваться в двух направлениях: восстановление (успешная адаптация, уменьшение корреляции и дисперсии) или неизбежная катастрофа (уменьшение корреляций, но дисперсия продолжает увеличиваться).

Эффект позволяет увидеть, в каком состоянии находится исследуемая система (комфортном для себя или наоборот), а так же выяснить какие ситуации являются стрессовыми.

Для каждой исследуемой системы, находящейся под воздействием неблагоприятных факторов, мы фиксируем набор параметров и измеряем значения этих параметров в различных условиях, в различные периоды времени. Таким образом, каждый из исследуемых объектов характеризуется вектором значений этих параметров в конкретный момент времени. Проводится анализ коэффициентов парной корреляции для показателей

x_1, \dots, x_n , характеризующих систему. Коэффициенты корреляции вычисляются по формуле:

$$r_{kl} = \frac{\text{cov}(x_k, x_l)}{\sigma_{x_k} \cdot \sigma_{x_l}}, \quad \text{где } k, l = 1, \dots, n,$$

$$\text{cov}(x_k, x_l) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (x_{k_i} - \bar{x}_k)(x_{l_j} - \bar{x}_l) P_{x_k x_l},$$

где \bar{x}_k – среднее значение по x_k , $P_{x_k x_l}$ – вероятность $P(x_{k_i} = \bar{x}_k, x_{l_j} = \bar{x}_l)$,
 σ_{x_k} – стандартное отклонение по x_k , σ_{x_l} – стандартное отклонение по x_l .

Определяется количество достоверных корреляционных связей в общем числе рассмотренных коэффициентов корреляции и степень выраженности этих связей. Степень связности параметров оценивается с помощью веса корреляционного графа, рассчитываемого как сумма весов его ребер [2,4,6] (сумма соответствующих коэффициентов парной корреляции):

$$G = \sum_{|r_{ij}| \geq \alpha} |r_{ij}|$$

где r_{ij} – коэффициент корреляции между i -м и j -м параметрами, α – число, определяемое уровнем достоверности коэффициентов корреляции. Чаще всего принимаются во внимание только достоверные коэффициенты корреляции, значения которых больше или равны α .

При внешнем неблагоприятном воздействии на систему объектов возможны два исхода: либо система адаптируется к новым условиям, либо происходит дизадаптация системы и наступает смерть. Это два типа скоррелированности признаков. Первому исходу соответствует случай, когда корреляции между выделенными параметрами продолжают расти, но дисперсии не увеличиваются, это так называемая, комфортная скоррелированность. Во втором же случае корреляции растут, величина дисперсии увеличивается, происходит развал системы.

Проводились многочисленные исследования с целью выявить границы эффекта. Было установлено, что этот эффект универсален. Он имеет место не только для биологических систем (человека, животных, растений), но и для других, например, экономических. Эффект составляет основу метода корреляционной адаптометрии.

Этот эффект наблюдается на большом разнообразном материале, для разных физиологических параметров организма. Можно сказать, что изменение корреляций между параметрами функциональных систем в результате возникновения внешней нагрузки – это достоверный научный факт, подтвержденный эмпирическим путем.

Обширным полем исследования систем с помощью корреляционной адаптометрии стала физиология человека. В работах [6,7] метод корреляционной адаптометрии использовался как метод оценки кардиоваскулярного и респираторного взаимодействия у народов Крайнего Севера. Были исследованы адаптационные изменения функциональных систем организма при выполнении физических нагрузок в зависимости от возраста и периода года. В результате исследований был выявлен наиболее напряженный период работы функциональных систем – период полярного дня.

В работе [8] весной и осенью были обследованы более 500 детей в возрасте от 8 до 16 лет, проживающих в районах Крайнего Севера. При оценке уровня корреляции физиологических показателей был выявлен ряд закономерностей. Например, в течение зимы дети народностей Севера проживали в школе-интернате, где у них был «европейский» тип питания, иными словами не типичный для этих детей. Это привело к дизадаптации пищеварительной системы, что и отразилось на уровне корреляции исследования физиологических показателей.

Метод корреляционной адаптометрии был использован для выяснения зависимостей между показателями напряженности иммунной системы по параметрам клеток венозной крови, CD-клеток, общих иммуноглобулинов у жителей Восточной Сибири в

группах с различными патогенетическими формами аллергической риносинусопатии, осложнённой хламидиозом и без него, в периоды обострения и ремиссии [3,13].

Отоларингологические заболевания являются большой социально-экономической проблемой, связанной не только со стремительным ростом распространенности, но и тяжестью течения этих заболеваний. Были проанализированы данные по тугоухости у мигрантов Севера [9].

Как говорилось выше, эффект группового стресса проявляется не только для биологических систем, но и для других. Так, в работе [11] исследовано экономическое состояние 30 крупнейших компаний Британии в период с 03.01.2006 по 20.11.2008.

Позднее, для Российской экономической системы этот метод был применен для оценки ситуации в банковской системе во время кризиса. Анализировались данные крупнейших банков России за период 2007-2010 год [10].

Доказано, что в период экономических кризисов корреляции между выделенными признаками компаний увеличивались. Что объяснимо, так как кризис – это некомфортное, неестественное состояние для экономических объектов.

Таким образом, для многих экстремальных ситуаций было выявлено, что взаимосвязь параметров системы объектов может служить наилучшей оценкой напряженности системы. Далее встает вопрос о необходимости разработки программного обеспечения для реализации этого метода. Такая программная экспресс-оценка наглядно показала бы, как протекает процесс адаптивности к воздействию неблагоприятных факторов, можно проанализировать поведение системы в условиях стресса.

Литература

1. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
2. Горбань А.Н., Манчук В.Т., Петушкова Е.В. Динамика корреляций между физиологическими параметрами при адаптации и эколого-эволюционный принцип полифакториальности // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1987. – С. 187-198.
3. Игнатова И.А., Смирнова С.В., Покидышева Л.И., Манчук В.Т. Аллергическая риносинусопатия у жителей Крайнего Севера и средних широт Восточной Сибири (вопросы распространенности, этиологии, патогенеза). Математическое моделирование. // Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева, 2005. – 206 с.
4. Седов К.Р., Горбань А.Н., Петушкова Е.В., Манчук В.Т., Шаламова Е.Н. Корреляционная адаптометрия как метод диспансеризации населения. // Вестн. АМН СССР. – 1988.–№10.– С. 69-75.
5. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. – М: Медгиз, 1960. – 255 с.
6. Светличная Г.Н., Смирнова Е.В., Покидышева Л.И. Корреляционная адаптометрия как метод оценки кардиоваскулярного и респираторного взаимодействия // Физиология человека. –1997. – Т.23. – №3. – С.58-62.
7. Светличная Г.Н., Смирнова Е.В., Покидышева Л.И. Оценка физической работоспособности и функциональной системы, обеспечивающей ее, методом корреляционной адаптометрии // Красноярск: ИФ СО РАН. – Препринт. – 1995. – 36 с.
8. Покидышева Л.И., Белоусова Р.А., Смирнова Е.В. Метод корреляционной адаптометрии в оценке секреторной функции желудка у детей в условиях Севера // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 1996. – №5. – С. 42-45.
9. Покидышева Л.И., Игнатова И.А. Корреляционная адаптометрия и метод главных компонент в оценке адаптационных возможностей иммунной системы // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2011. – Т.10. –№1. –С. 152-157.
10. Покидышева Е.В., Покидышева Л.И., Янкина И.А. Метод корреляционной адаптометрии в оценке сопряженности денежно-кредитной и банковской политик в период кризиса // Интеграл. – 2010. – №3. – С. 44-46.
11. A.N. Gorban, E. V. Smirnova, T. A. Tyukina, General Laws of Adaptation to Environmental Factors: From Ecological Stress to Financial Crisis. // Math. Model. Nat. Phenom. – 2009, Vol. 4 No. 6. – PP. 1-53.
12. A.N. Gorban, L. I Pokidysheva, E.V. Smirnova, T.A. Tyukina Law of the Minimum Paradoxes / Bull. Math. Biology, Springer, V.73, №9, Sept.2011, pp2013-2045.
13. Pokidysheva L., Ignatova I. Principal Component Analysis Used in Estimation of Human's Immune System, Suffered from Allergic Rhinosinusopathy Complicated with Chlamydiosis or without It / Advances in Intelligent Analysis of Medical Data and Decision Support Systems // Springer International Publishing. 2013. P.147-156.

Алексенский В.А.¹, Жарковский А.А.², Пугачев П.В.³

¹Кандидат технических наук, ОАО “Пролетарский завод”; ²доктор технических наук, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; ³кандидат технических наук, ассистент, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

ОДНОЛОПАСТНОЕ ОСЕВОЕ ПРЕДВКЛЮЧЕННОЕ КОЛЕСО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Аннотация

В статье рассмотрены этапы развития кавитации в предвключенных осевых колесах при уменьшении величины кавитационного запаса. Объясняются преимущества использования однолопастного осевого предвключенного колеса для обеспечения максимальных антикавитационных качеств.

Ключевые слова: кавитация, однолопастное предвключенное колесо

Aleksensky V.A.¹, Zharkovsky A.A.², Pugachev P.V.³

¹PhD of technical sciences, JSC “Proletarsky zavod”; ²grand doctor of technical science, St. Petersburg State Polytechnical University; ³ PhD of technical sciences, assistant, St. Petersburg State Polytechnical University

SINGLE-BLADE AXIAL INDUCER FOR CENTRIFUGAL PUMPS

Abstract

The article deals with the stages of development of cavitation in the axial inducers with decreasing value of NPSH. It explains the advantages of using single-blade axial inducers for achieving maximum anti-cavitation characteristics.

Keywords: cavitation, single-blade inducer

При работе предвключенного осевого колеса (ПК) с кавитационным запасом Δh , не обеспечивающим полное отсутствие кавитации, протяженность кавитационных каверн превышает область разрежения соответствующую данному значению Δh при бескавитационном обтекании (рис. 1). Это объясняется тем, что развитие кавитации сопровождается образованием кавитационных каверн, размеры которых увеличиваются с уменьшением величины кавитационного запаса, стесняя тем самым поток жидкости. Что приводит к увеличению скоростей в проточной части, а значит к дополнительному снижению давления.

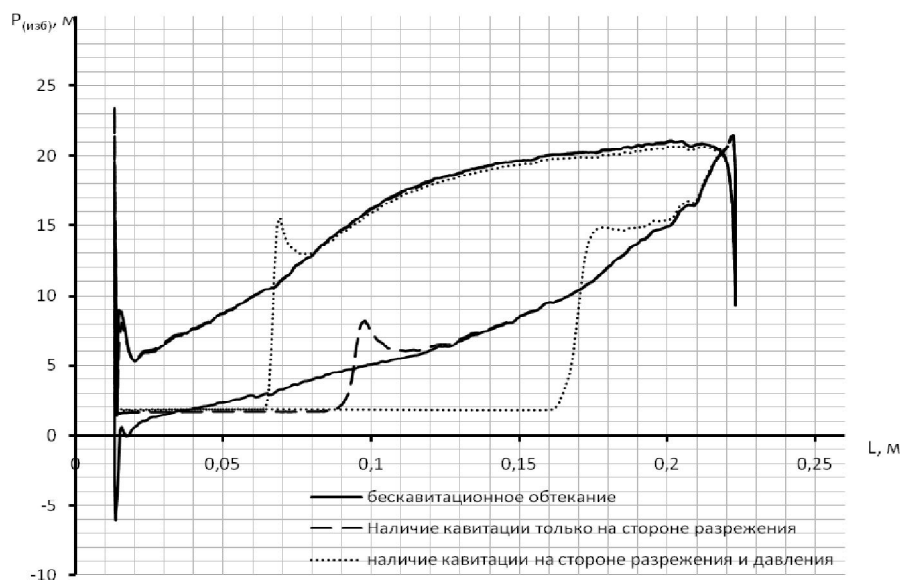


Рис. 1. Распределение давления вокруг профиля лопасти предвключенного осевого колеса при отсутствии и наличии кавитации

При достижении каверной сечения канала ПК между рабочей и тыльной сторонами лопасти происходит понижение давления у рабочей стороны (рис. 2). В момент, когда давление на рабочей стороне лопасти понижается до величины давления парообразования, входная часть стороны давления лопасти захватывается областью кавитации. Именно в этот момент по результатам расчетов с двухфазной моделью кавитации фиксируется резкое снижение напора и КПД предвключенного осевого колеса [1].

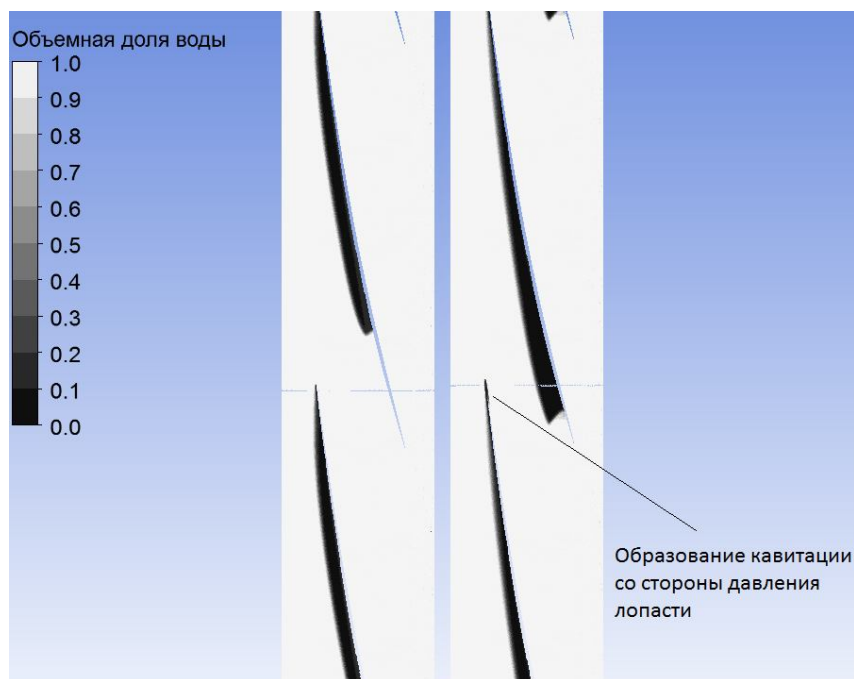


Рис. 2. Кавитация в сечении ПК при различных значениях кавитационного запаса

На режимах малых подач в периферийной зоне на входе в ПК возникает область противотока, которая занимает часть сечения и обеспечивает практически безударный вход активного потока. Это приводит к тому, что средние скорости активного потока на входе ПК практически не меняются при изменении подачи.

Экспериментально установлено, что при развитии кавитации в ПК область противотока уменьшается вследствие загромождения проходного сечения кавитационными кавернами.

Результаты расчетов течения в ПК с использованием двухфазной модели кавитации Ansys CFX12 подтверждают данный факт. В момент непосредственно перед полным срывом напора ПК область противотока отсутствует.

Увеличение относительных скоростей в каналах и меридианных скоростей на входе в ПК происходит при отсутствии противотока.

На основании сказанного момент резкого падения напора предвключенного колеса определяется двумя условиями: площадь кавитационной каверны должна превышать площадь противотока при бескавитационном обтекании и кинетическая энергия активного потока на входе в ПК с учетом стеснения потока кавитационной каверной равна значению кавитационного запаса:

$$F_{KI} > F_{\Pi}; \quad (1)$$

$$\Delta h = \frac{V_{M_CP}^2}{2 \cdot g}, \quad (2)$$

где V_{M_CP} – среднее значение меридианных скоростей активного потока на входе в ПК с учетом загромождения проходного сечения кавитационными кавернами.

На режимах работы ПК меньше 50% от расчетной, как правило, при выполнении условия (2), еще остается запас по наличию противотока, и условие (1) не выполняется. При этом скорости активного потока на входе в ПК могут незначительно уменьшиться, что дает некоторый запас по моменту полного срыва напора, однако, работа ПК при этом будет неустойчивой.

Исходя из проведенного анализа, следует, что лучшими антикавитационными качествами будет обладать ПК, в котором обеспечены минимальные пики разрежения на входе в ПК, а значит и меньшие поперечные размеры кавитационных каверн при различных значениях кавитационного запаса. Помимо этого, для достижения максимальных антикавитационных качеств ПК необходимо обеспечить вид эпюр давлений вокруг его лопастей, исключающий провалы на стороне давления и разрежения. Чем интенсивнее будет рост давления на стороне разрежения лопасти ПК от входа к выходу, тем раньше будет схлопываться кавитационная каверна, и, следовательно, достигать стороны давления следующей лопасти при меньших значениях кавитационного запаса.

На основании изложенного можно определить оптимальную геометрию предвключенного осевого колеса с целью обеспечения максимальных антикавитационных качеств на всех режимах его работы.

На режимах малых подач определяющим параметром с точки зрения момента полного срыва работы ПК является средняя меридианная скорость активного потока. Минимальные значения кавитационного запаса могут быть достигнуты за счет увеличения диаметра ПК при уменьшении углов лопастей на входе. Однако, увеличение наружного диаметра ПК приводит к повышению относительных скоростей в его периферийном сечении и к повышению среднеинтегрального значения относительных скоростей на входе ПК, что негативно сказывается на величине пиков разрежения у входной кромки. Данное влияние сильнее сказывается на режимах работы ПК близких к расчетному (безударному), т.к. при больших относительных скоростях в ПК стеснение потока будет приводить к большему снижению давления.

Выполнение условия 2 является необходимым для работы ПК на всех режимах работы ПК, но не достаточным для работы на режимах близких к расчетному, когда нет запаса по наличию противотока на входе ПК, и кавитационные каверны стесняют основной поток жидкости.

На расчетном режиме работы ПК можно обеспечить динамическое падение давления соответствующее кавитационному коэффициенту быстроходности $C_{кр} \approx 3000$. При незначительном уменьшении кавитационного запаса стеснение потока кавитационными кавернами происходит очень резко и они достигают рабочих поверхностей соседних лопастей.

Замедлить данный процесс можно увеличением наружного диаметра ПК от входа к выходу, что позволит получить более интенсивное повышение давления по тыльной стороне лопасти. Однако самым существенным фактором является непосредственное расстояние между тыльной и рабочей поверхностями соседних лопастей друг от друга. Очевидно, что наибольшим оно будет при количестве лопастей ПК $Z_{ПК}=1$. При этом кавитационная каверна, чтобы достичь стороны давления лопасти, должна будет иметь протяженность по углу охвата почти в 360° .

Еще одним положительным фактором является то, что при равных поперечных размерах кавитационной каверны в ПК с 1, 2 или 3 лопастями меньшее стеснение потока будет происходить в ПК с одной лопастью.

Для обеспечения безотрывного течения в ПК на расчетном режиме необходимо применять переменное втулочное отношение.

На кафедре “Турбины, гидромашины и авиационные двигатели” СПбГПУ было спроектировано несколько вариантов предвключенных осевых колес с $Z_{ПК}=1$ с различными наружными диаметрами, с переменным и постоянным наружными диаметрами. Трехмерная модель одного из вариантов ПК представлен на рис. 3.

Вопросы балансировки такого ПК решаются выполнением сверлений во втулке.

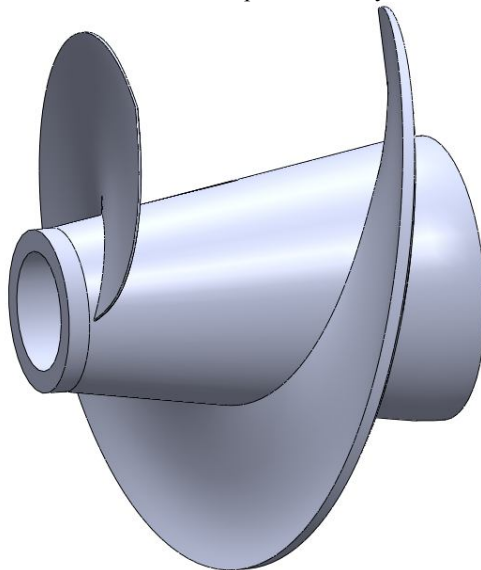


Рис. 3. Однолопастное предвключенное осевое колесо

По результатам расчетов с использованием двухфазной модели кавитации Ansys CFX 12 было получено, что можно достичь значения кавитационного коэффициента быстроходности на расчетном режиме свыше $C_{3\%} > 4500$ для шнеко-центробежной ступени. При этом, значение гидравлического КПД ПК на режимах работы $(0,8 \div 1,0)Q_p$ меняется в пределах $85 \div 94\%$ для вариантов с различными наружными диаметрами.

На режимах меньших подач расчетное значение кавитационного запаса получается еще меньше, чем для расчетного значения.

Расчет течения выполнялся совместно с центробежным рабочим колесом без выполнения осреднения параметров потока за предвключенным колесом на поверхности интерфейса. По результатам расчета не осредненного течения было обнаружено, что несмотря на то, что ПК имело одну лопасть, давление перед центробежным РК практически выравнивается.

Расчетные кавитационные характеристики одного из вариантов ПК приведены на рис. 4 ÷ 7.

Так как расчет выполнялся для полных областей ПК и РК параметры расчетных сеток были несколько хуже оптимальных, что привело к некоторому снижению расчетного значения КПД ступени ($\sim 2 \div 3\%$).

Расчетное значение кавитационного коэффициента быстроходности в диапазоне работы $Q=(0,8 \div 1,0)Q_{ном}$ для представленных характеристик составляет $C_{кр}=5100 \div 4500$ при гидравлическом КПД ПК $> 80\%$.

В настоящее время прорабатывается вопрос проведения испытаний спроектированных ПК.

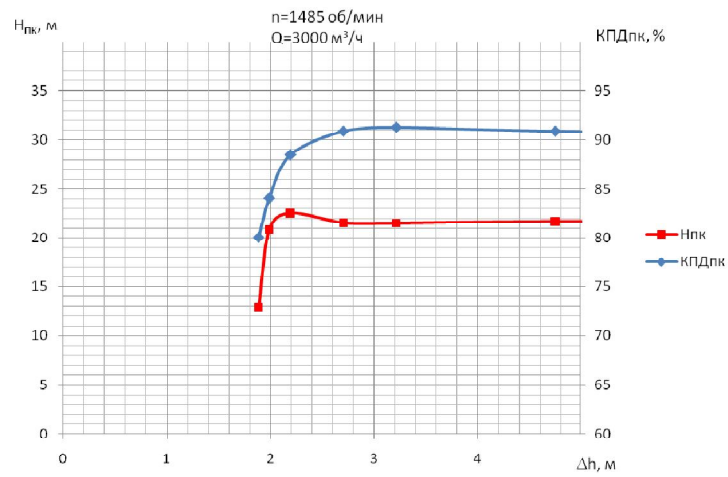


Рис. 4. Расчетная частная кавитационная характеристика 1 лопастного ПК на режиме $Q=3000 \text{ м}^3/\text{ч}$

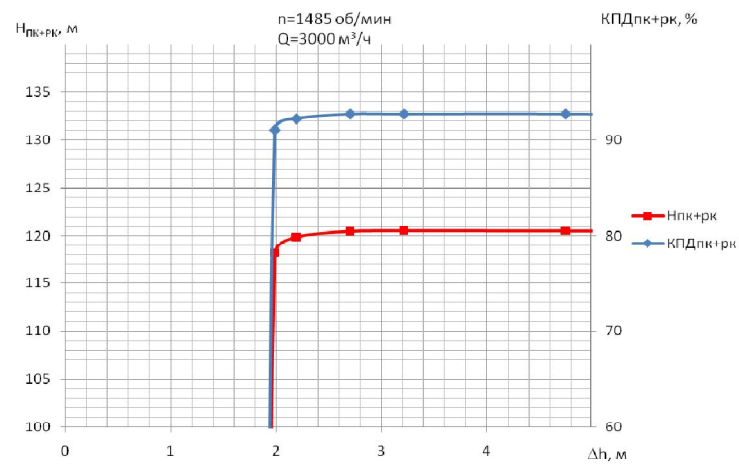


Рис. 5. Расчетная частная кавитационная характеристика 1 лопастного ПК и РК на режиме $Q=3000 \text{ м}^3/\text{ч}$

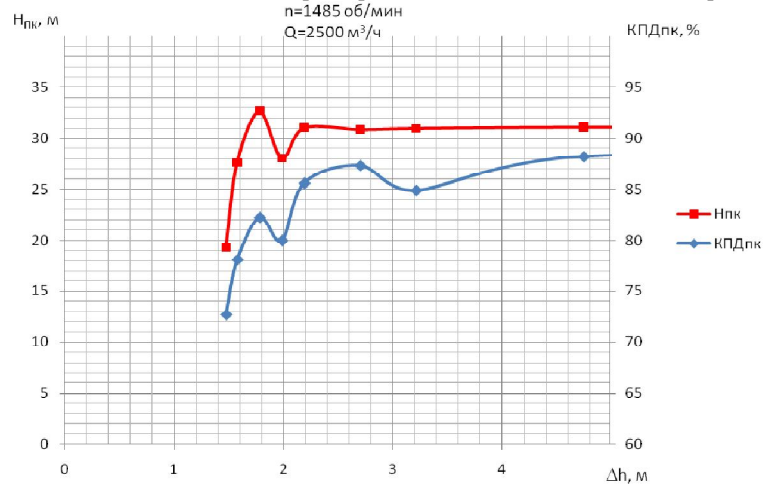


Рис. 6. Расчетная частная кавитационная характеристика 1 лопастного ПК на режиме $Q=2500 \text{ м}^3/\text{ч}$

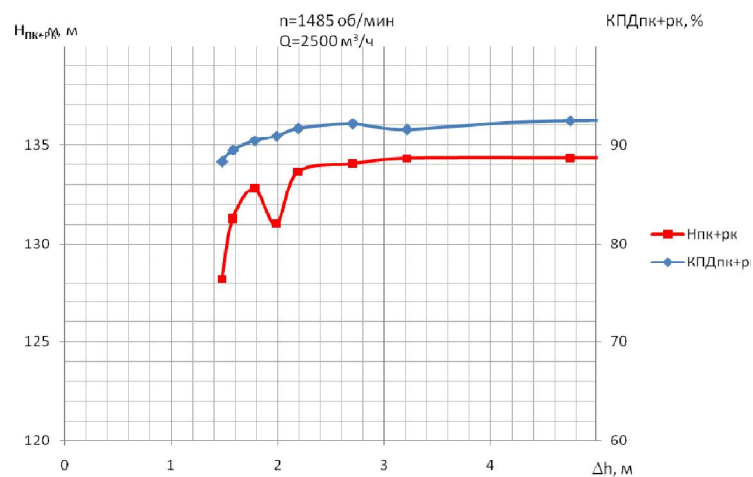


Рис. 7. Расчетная частная кавитационная характеристика 1 лопастного ПК и РК на режиме $Q=2500 \text{ м}^3/\text{ч}$

Литература

1. Пугачев П.В., Развитие методов расчета элементов проточной части шнеко-центробежных насосов на основе двухмерных и трехмерных моделей течения, автореферат диссертации, ООО "КОСКО", СПб, 2012. –16 с.

Слесаренко В.В.¹

¹Доктор технических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской Академии наук.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА ДЛЯ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация

В статье приведены результаты исследований процессов, происходящих в комбинированных установках водоснабжения и водоотведения, включающих обратноосмотические и ультрафильтрационные мембранные аппараты магнитной обработки воды. Определены возможности применения метода магнитной обработки воды для корректировки процессов нанофильтрации. Предложены новые схемы обработки воды с использованием магнитных аппаратов с целью предотвращения формирования коллоидных и солевых отложений на поверхности мембран обратноосмотических и ультрафильтрационных установок.

Ключевые слова: кондиционирование воды, магнитное поле, мембрана, нанофильтрация, обессоливание воды.

Slesarenko V.V.¹

¹Doctor of Technical sciences, professor, Far Eastern Federal University; Institute of Chemistry, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences.

MODELING OF REVERSE OSMOTIC INSTALLATIONS FOR WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Abstract

The investigation results of the processes in the combined plants for water and drainage cleaning including RO and UF membrane apparatus for magnetic water treatment have been shown in this paper. The potentialities of the magnetic water treatment method application for correcting nanofiltration processes have been defined. New schemes for using magnetic water treatment apparatus with the purpose of preventing colloid and salt deposits formation on the membrane surface of the RO and UF apparatus have been offered.

Keywords: magnetic field, membrane, nanofiltration, water conditioning, water desalting.

Introduction

Reverse osmosis (RO) plants have considerable opportunities in the technological cycle of water supply systems. RO apparatuses are capable of treating water for industrial enterprises and drinking purposes, actually with its any initial quality, right up to sea water conversion. As to power expenses, the reverse osmosis process slightly benefits in comparison with distillation and competes with electrodialysis enabling to have desalinated water with a lower cost [1–3].

Discussion

$$\varphi_M = 1 - \frac{C_p}{C_w}$$

The performance of RO plants depends on selectivity of membranes correspondingly concentration of diluted substance in initial water and after membrane apparatus in desalinated water.

A ratio between the amount of desalinated water obtained in the osmotic plant G_p (permeate) and processed initial water or drain G_w is

$$\psi = \frac{G_p}{G_w}$$

evaluated by desalinated water extraction ratio

The specific capacity of the RO plant which operated an excessive pressure of ΔP_m is connected with a impermeability coefficient of membranes j_m for reverse osmosis and with membrane selectivity with the relationship:

$$J_p = \frac{j_m \Delta P_m}{\varphi_M^\omega} \quad (1)$$

where empiric coefficient ω depends on physical properties of material and operation conditions of the RO plants.

Membranes manufactured by various companies differ in characteristics and design [4–6]. Selectivity of the best membranes attain 99–99,8 % with $J_p = 0,1–0,25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. As the specific capacity increases up to $1,0–2,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, a selectivity coefficient decreases up to $\varphi_m = 50–60 \%$.

A temperature range of the use of membranes is 10–50 °C, a recommended pH value is 5–8 for acetate cellulose membranes, and for ethyl cellulose membranes pH value is 4–14. When backed membrane are used the capacity of RO modules increases approximately by a factor of two.

With the empiric model the capacity and selectivity of membranes in RO plants without regard for their internal properties, hydrodynamics and deposit formation mainly depend on operating pressure ΔP_m , as well as on initial water salt content. This suggests that economical efficiency of desalination process considerably depends on these parameters.

Various variations of a structure of membrane materials determines the factors which make influence upon a value of selectivity and impermeability coefficients of membranes. This influence may be evaluated by model equations describing a reverse osmosis process. In so doing, a relation of these factors with the change of salt concentration and operating pressure in osmotic apparatuses should be taken into account.

Mathematical description of complex model processes applied for reverse osmosis tasks requires to essentially simplify initial conditions and does not give an exact decision. In our opinion, more qualitative evaluation of conditions of a course of the process under consideration may be attained with an allowance for the influence of every factor individually.

Actually, design and structural characteristics of membranes used for RO plants are not basic parameters from the point of view of their operation, because they are installed by developer companies and cannot be adjusted in most instances. Therefore, the most expedient is the evaluation of influence of external parameters connected with the operation of osmotic plants upon the reverse osmosis process.

The thermodynamic function to calculate a maximum value of the selectivity coefficient of the RO membrane is as follows:

$$\varphi_M = 1 - \exp \frac{\Delta W}{K_b T_w} \quad (2)$$

where ΔW – a share of power of osmotic process spent for transferring ions through the membrane, T_w – water temperature, K_b – Boltzmann's constant.

From the expression (2) it appears that membrane selectivity is directly related to a level of power spent in the reverse osmosis process, and it increases with a rise in temperature at the expense of increase of activity of salt ions in solution.

From the known models describing the reverse osmosis process the most efficient is the power model in hand which links characteristics of the filtration process with thermodynamic parameters of medium and transfer power of ions through the membrane microporous system.

In accordance with the power model of RO system the influence of magnetic or electromagnetic fields upon water in its treatment may considerably adjust the indices of the of reverse osmosis process.

Desalination efficiency is determined not only by concentration polarization near the membrane surface but by common contamination caused by separation of deposit and disperse particles contained in water, corrosive and biological contaminations. Owing to these reasons the total water transfer through the membrane in operating conditions is reduced by 5–10 %.

In the mode of laminar flow of liquid in a flat passage of roll module a level of concentration polarization and deviations of flow parameters depend on a complex combination of salts in the initial solution, membrane structure and kinetics of deposition of diluted substances onto the membrane. A necessity of considering the deposition kinetics is connected with the fact that in the process of deposit formation a concentration of salts near the membrane surface increases and may exceed their solubility resulting in separation of deposit from solution. Deposit formation takes place when a salt concentration near the membrane surface C_{mo} is higher than the value of salt solubility C_{so} .

However, a limit of salt solubility may change in the event of additional influence upon magnetic or electromagnetic field solution resulting in a lowering of intensity of membrane contamination.

If a process of membrane contamination is considered from the point of view of a thin-film diffuse model, a penetrating flow is on dependence as

$$J_{vo} = K_{to} \ln \frac{C_{so}}{C_{mo}} \quad (3)$$

$$K_{to} = \frac{D_{to}}{\delta_o}$$

Deposition coefficient (deposition mass transfer) is proportional to diffusion coefficient only with the known thickness of deposit layer δ_o for laminar or turbulent mode of medium motion. In studies of characteristics of RO modules it is established that a hydraulic resistance of the membrane system is not limited by a deposit layer since the resistance depends on membrane porosity, thickness of deposit layer δ_o , diameter of deposited particles and other factors. The more exact evaluation of influence of deposit formation upon the quality of the reverse osmosis process may be attained with an allowance for hydraulic characteristics of membranes. The intensity of the flow passing through the membrane under pressure and containing impurities depends on hydraulic resistances of the membrane ξ_m and deposit layer ξ_o :

$$J_v = \frac{j_m \Delta P_m}{\mu_o (\xi_o \delta_o + \xi_m \delta_m)}, \quad (4)$$

where μ_o is dynamic viscosity of the deposit layer.

$$\frac{j_m}{\mu_m}$$

The hydraulic resistance of the membrane is determined by water permeability $\xi_m = \frac{j_m}{\mu_m}$. The value ξ_o evaluates the set specific resistance of the deposit layer. With a small thickness of deposit a prevailing part is played by membrane resistance depending on its type. As a thickness of the deposit layer increases the resistance ξ_o becomes governing.

The parameter J_v is of main importance in the process of filtration, since with increasing J_v a consumption of obtained permeate shows a rise also. Reduction in deposit formation is usually attained by increase in flow speed and operating pressure, as well as turbulators but their influence with a rise in pressure upon decrease of the value ξ_o markedly weakens (due to deposit compaction).

Thus, considering the relationships (1) and (4) we obtain that the specific flow of permeate through the membrane of RO plant may be calculated according to the function:

$$J_p = \frac{J_v}{\varphi_m^{1-\omega}} \quad (5)$$

As it follows from equations (4) and (5), the performance of RO plants may be increased by decreasing a selectivity of membranes φ_m , reducing a thickness of the deposit layer, changing a deposit structure (reducing ξ_o) or by influencing upon its dynamic viscosity μ_o .

With a low selectivity of membranes it is necessary to increase the number of stages of water treatment in the RO plant in order to obtain a product of prescribed quality, in so doing, the cost of RO apparatuses increases by a factor of 2–3 with a simultaneous increase of power consumption for pump drive. Therefore, the multistage technology is not cost-effective.

At the same time, values μ_o and ξ_o may be adjusted as required at the expense of water treatment by magnetic field in special apparatuses.

The basic elements from which a reverse osmotic plant is completed are RO modules. The roll-type modules are widely present in practice.

From technological standpoint the efficiency of the module is determined by allowable pressure on retention of a high permeability of water through the membrane and minimum penetration of salts to desalted water.

As demonstrated by operation experience of RO plants, connecting circuits of filtering elements in modules and units make a considerable influence upon hydrodynamics of the plant. The module-connecting method depends on requirements as to a final product, initial water quality, its pressure and other factors. Connection of units between each other in a unit-flow chart is made as serial, parallel or combined. When modules are serially connected, a deeper desalination is obtained. At that, the modules installed at the end of a manufacturing line operate with a lower efficiency.

The application of combined parallel-series circuits to connect modules enable to attain a high degree of water desalination in a wide range of the performance of RO plants. Single-stage plants are mostly applied to treat highly salted water (for example, in desalination), since one of the most important indices of their operation is G_p filtrate performance.

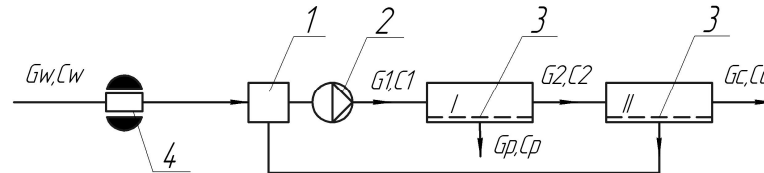


Fig. 1 – Circuit of osmotic plant with recirculation of a part of permeate to reduce water salt content at the entry to the plant: 1 – initial water tank; 2 – pump; 3 – RO module; 4 – magnetic water treatment apparatus

The use of more compound circuit of connection of osmotic apparatuses with recirculation having a high extraction coefficient ψ is economically sound.

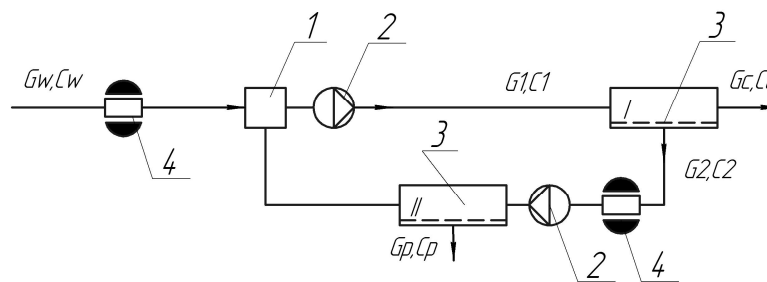


Fig. 2 – Circuit of the plant with an additional module in recirculation line

Plants which connection circuits are given in Fig. 1 and Fig. 2 give a filtrate with necessary salt content with minimum power consumption or filtrate and waste solution with the given salt concentration. In the latter case, a ratio between consumption of various flows is made in such a way so to provide high economic and technological indices of RO plants.

In order to attain a high depth of desalination of treated water it is used cascade circuits of connection of modules as three and more stages. Cascade circuits with recirculation of united flows are more efficient. In such circuits the operation efficiency depends not only on efficiency of a separate stage which is determined by membrane material and method of organization of flows in the module but considerably depends on a direction of medium flows between separating stages.

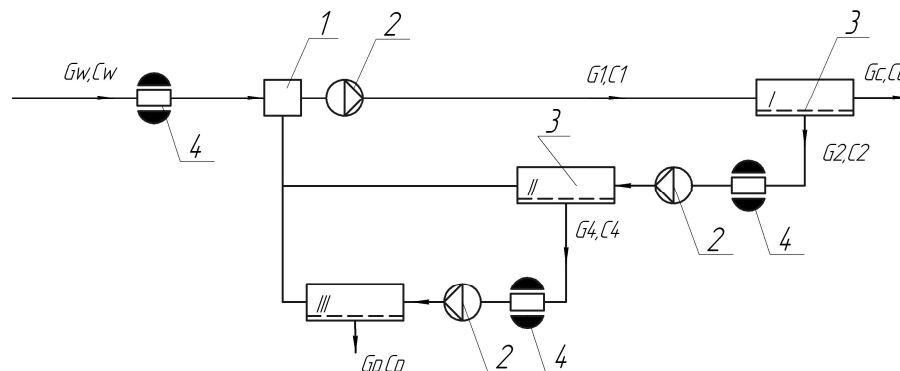


Fig. 3 – Circuit of the double-stage osmotic plant

Water desalination in multistage plants with a high salt concentration in initial water promotes a gradual reduction of salt content as well as decrease of pressures to membranes by stages. If required to provide a certain quality of filtrate and concentrate, in such a case, plants with three groups of apparatuses are preferable. Fig. 3 shows the optimized double-stage circuit of plants with three groups of apparatuses.

According to our evaluation, in order to desalinate waste waters with a high salt content it is appropriate to use a three-stage reverse osmotic plant (Fig. 4).

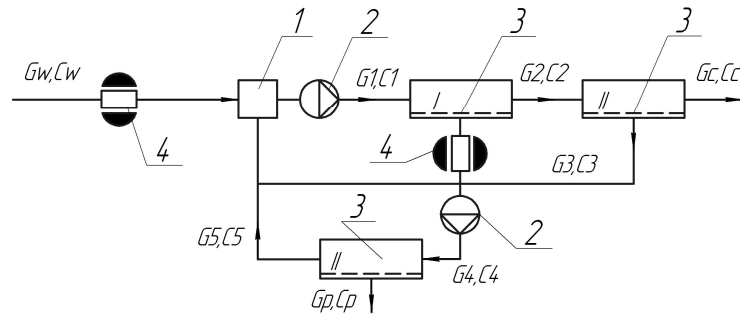


Fig. 4 – Circuit of the three-stage osmotic plant

Using the equation of balances of consumption of water flows and salt concentration in flows we may obtain relationships to calculate a salt content in treated water:

$$C_c = C_w (1 - \psi)^{-\varphi}; \quad C_p = C_w \frac{1 - (1 - \psi)^{1-\varphi}}{\psi} \quad (6)$$

Relationships (6) enable to determine ψ as well as the amount of initial water supplied to the plant (with known ratio $\frac{C_p}{C_w}$ and required consumption of permeate G_p).

$$n_m = \frac{G_p}{G_{p1}} \quad \text{and quantity of}$$

With the known individual characteristics of a standard module their total requirement may be found

$$n_i = n_n + \sum \frac{n_{i+1}}{1 - \psi_1}$$

modules in the last stage along the concentrate, as well as in all previous

$$\frac{G_w}{G_p} = \frac{1}{\psi_{\min}}$$

In order to minimize specific power consumption the circuits of RO plants should apply the ratio $\frac{G_w}{G_p} = \frac{1}{\psi_{\min}}$, which characterizes the basic component consumption – power consumption for circulating a medium through RO modules to obtain a permeate volume unit. To optimize the RO plant structure it is required to reduce the quantity of modules in every following stages, provided that

$$\frac{G_{wi}}{n_i} = \text{const}$$

the ratio $\frac{G_{wi}}{n_i}$, where n_i – quantity of modules in i -stage of desalination.

To optimize the operation mode of multistage RO plants it is proposed to applied magnetic water treatment in the studied circuits.

In so doing, every of the studied circuit modification is equipped with one to three magnetic apparatuses for treatment of medium flows brought to RO modules. Recommended circuits of connecting special magnetic apparatuses are illustrated in Fig. 1–4.

Far Eastern Federal University (FEFU) water treatment laboratory carries out research to evaluate efficiency of water treatment by magnetic field ahead of RO modules. Fig. 5 demonstrates a photo of test bench including a RO plant, type ROU-320, mechanical and ion-exchange filters and water magnetic treatment apparatus, type EMA -100 with generated field strength up to 10^4 amp/m.

The obtained results confirm [7, 8] that magnetic treatment of water favorably influences upon indices of basic water treatment processes, provides the increase in efficiency of RO plants and decreases power consumption for drive of high-pressure pumps.

In long-term studies it is planned to develop a specialized RO module which provides water treatment by magnetic field directly in the process of water filtration through a membrane system.



Fig. 5 – General view of the test bench in FEFU water treatment laboratory

Conclusions

1. The model of the membrane system, which allows to take into account the influence of magnetic water treatment for RO processes are investigated.
2. The main technological factors affecting the efficiency of wastewater treatment for RO modules are identified.
3. Flow diagrams for the RO modules to allow for magnetic treatment of industrial waste water to be purified from salts of heavy metals are investigated.
4. Placement of magnetic devices in circuits wastewater treatment for the correction of the RO modules are recommended.

Acknowledgements

This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, by order of P 218, the contract № 02.G25.31.0035-225 dated 12 February, 2013 between Open Joint Stock Company "Far East Plant "Zvezda" and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

References

1. Dytner'sky Yu. I. Baromembrane processes. – M.: Chemistry, 1986. – 272 p.
2. Karelin N. F. Water desalination by reverse osmosis. – M.: Stroyizdat, 1988. – 320 p.
3. Slesarenko V.V. Electrodialysis and reverse osmosis membrane plants at the power stations // Desalination. – 2003. – № 158. – P. 303–311.
4. Kremnevskaya E.A. Water desalination membrane technology. – M.: Energoatomizdat, 1994. – 160 p.
5. Schirg, P. Characterization of nanofiltration membranes for the separation of aqueous salt solutions. // Desalination. – 1992. – № 89. – P. 89–107.
6. Xu X. H., Spencer G. H. Dye-salt separations by nanofiltration using weak acid polyelectrolyte membranes. // Desalination. – 1997. – № 114. – P. 129–137.
7. Slesarenko V.V., Vasilieva V.V. Peculiarities of application of hydromagnetic apparatuses in water treatment systems // Power saving and water treatment. – 2005. – № 5. – P. 21–25.
8. Slesarenko V. V., Slesarenko V. N. Simulation of barometric processes in reverse osmosis plants // Transport business in Russia. – 2005. – №3. – P. 144–146.

Стариков Е.С.

Аспирант, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОПИСАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ГРУППАХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Аннотация

В статье рассмотрено применение методов теории формальных языков программирования и прогнозирование в нечеткой лингвистической форме для задачи выявления закономерностей изменения данных и их взаимовлияния. Рассматриваемое решение основывается на построении КС-грамматики для упрощенной работы с временными рядами, множествами рядов и оперирование временными функциями.

Ключевые слова: лингвистическое моделирование, формальные языки программирования, искусственный интеллект.

Starikov E.S.

Postgraduate student, I.I. Polzunov Altai state technical university

FORMALIZATION DESCRIPTIONS OF REGULARITIES FOR TIME SERIES GROUPS

Abstract

The article considers the application of the theory of formal languages and forecasting in fuzzy linguistic form for the problem to identify patterns of change data and their interaction. The decision of this question is based on the construction of CFG to simplify working with time series, a plurality of rows and operation of temporary functions.

Keywords: linguistic modeling, formal programming languages, artificial intelligence.

В настоящее время существует несколько подходов к анализу информации, накапливаемой в виде временных рядов. Однако, наиболее перспективным является применение методов искусственного интеллекта, одним из направлений которого является прогнозирование ряда в нечеткой лингвистической форме. Данный подход основан на методах исследования нечетких временных рядов, паттернах поведения и методах теории формальных языков программирования. Предполагается разработка аналитической системы, которая позволит выявлять взаимозависимости между элементами выборки, используя методы лингвистического моделирования.

Для выявления закономерностей группы временных рядов разработана формальная КС-грамматика, которая позволяет работать с паттернами поведения, проводить анализ рядов данных, работать в масштабе объектов, сгруппированных по какому-либо признакам, строить прогнозы, а так же принимать решения в четкой и нечеткой форме. Для описания временных рядов предлагается введение специальные типы данных. Одним из таких типов является настраиваемый числовой тип. Он позволяет явно выделять память необходимую для описания элемента ряда того или иного физического процесса, задавать порядок числа и количество знаков после запятой. Следующим типом данных является «дата и время» с настраиваемым уровнем дискретизации. Так же предусмотрен тип, описывающий сам временной ряд. Он предназначен для загрузки данных мониторинга из внешней системы и анализа на определенном пользователем временном интервале. Временной ряд может содержать четкие и нечеткие значения. Помимо этого, вводится уникальный тип данных – временной объект, который позволяет объединять ряды независимо от размера и частоты временных отсчетов. Временной объект позволяет описывать и группировать временные ряды содержащие данные, как в четкой, так и нечеткой форме. Выбранные пользователем группы аналитик, созданные из временных рядов, объединяются в один объект, что позволяет эксперту наиболее эффективно осуществлять контроль над процессом.

Для удобства работы и повышения наглядности в проектируемой системе предусмотрен упрощенный алгоритм работы с временными рядами и временными объектами. Реализация представлена в виде известного механизма перебора элементов «FOREACH». Для того чтобы сделать работу в среде наиболее понятной при анализе показателей на границах временных интервалов предусмотрен упрощенный подход, который позволяет явно задавать частоту дискретизации. Например «FOREACH [минута] ... » или «FOREACH [секунда] ... » и т.п. На случай если частота отсчетов для разных временных рядов внутри одного объекта отлична, предусмотрены функции прогноза, которые в зависимости от входных параметров и настроек способны возвращать значения в указанной точке, как в четком, так и нечетком виде. Приведенная грамматика позволяет описывать циклические и условные операторы, вводить нечеткие и четкие переменные, задавать ряды и объекты, устанавливать прогнозные значения.

Представленный подход позволяет проводить вычислительные эксперименты на архивах накопленных данных, создавать лингвистические переменные и паттерны поведения описывающие закономерности во множестве временных рядов на основе разработанной грамматики.

Литература

1. Ярушкина, Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие. [Текст] / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 320 с.

Сутчук А.Л.¹, Чазов А.И.², Гулько Д.Я.³, Корсаков В.С.⁴, Корсаков А.С.⁵, Жукова Л.В.⁶

¹Магистрант; ²аспирант; ³магистрант; ⁴аспирант; ⁵кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет; ⁶профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет.

ВОЛОКОННЫЕ ЗОНДЫ НА ОСНОВЕ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ИК-СВЕТОВОДОВ ДЛЯ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОМЕТРИИ

Аннотация

На основе новых кристаллов и нанокристаллических ИК-световодов были разработаны зонды для ИК-Фурье спектроскопии: зонд с петлей, зонд с зеркалом, зонд с алмазом; волоконно-оптическая приставка. Данная статья посвящена изучению свойств волоконных зондов на основе фотонно-кристаллических ИК-световодов. Изготовленные зонды были протестированы на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRPrestige-21. Результаты испытаний показали возможность использования всех типов зондов для работы с жидкими, газообразными и твердыми образцами в спектральном диапазоне от 1,28 до 15,38 мкм.

Ключевые слова: волоконный зонд; ИК-Фурье спектроскопия; фотонно-кристаллические световоды; галогениды серебра и таллия (I).

Sutchuk A.L.¹, Chazov A.I.², Gulko D.Y.³, Korsakov V.S.⁴, Korsakov A.S.⁵, Zhukova L.V.⁶

¹Master student; ²postgraduate student; ³master student; ⁴postgraduate student; ⁵PhD in Chemistry, Senior Researcher, Ural Federal University; ⁶professor, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Ural Federal University.

FIBER PROBES ON THE BASIS OF PHOTON AND CRYSTAL IR FIBERS FOR IR-FOURIER OF SPECTROMETRY

Abstract

Probes were developed on the basis of new crystals and nanocrystal IR fibers for IR-Fourier spectrometry: probe with a loop, a probe with a mirror, a probe with diamond; fiber-optical prefix. This article is devoted to studying of properties of fiber probes on the basis of photon and crystal IR fibers. The made probes were tested on IR-Fourier Shimadzu IRPrestige-21 spectrometer. Results of tests showed possibility of use of all types of probes for work with liquid, gaseous and solid samples in the spectral range from 1,28 to 15,38 microns.

Keywords: fiber probes; IR-Fourier spectrometry; photonic-crystal fibers; silver and thallium (I) halide.

Свойства и применение ИК-световодов зависят, прежде всего от материалов, из которых они изготовлены. Кристаллы на основе твердых растворов галогенидов серебра и одновалентного таллия совмещают в себе редкие и уникальные свойства, которыми не обладают другие материалы – это широкое пропускание в инфракрасном спектральном диапазоне (0,4 – 45,0 мкм), пластичность, негигроскопичность, относительно низкая температура плавления, биосовместимость [1]. Все эти свойства определили разнообразие по применению данных кристаллов.

Световоды изготовленные методом экструзии из данных кристаллов получили широкое распространение во многих отраслях науки и техники благодаря комплексу уникальных свойств, обусловленных, с одной стороны, свойствами кристаллов, а с другой стороны, свойствами присущими самой структуре световодов [2-4]. Показатель преломления может изменяться в зависимости от состава твердых растворов в диапазоне от 1,8-2,26. Длина световодов может достигать десятки метров. Они нашли свое применение в следующих областях: медицине, промышленности, экологии, в космических исследованиях (поиск планет подобных Земле), в аналитических исследованиях, радиационном контроле (в том числе двойного назначения), а также при изготовлении волоконных лазеров и в других областях. В настоящее время разработаны зонды для ИК-Фурье спектроскопии: зонд с петлей, зонд с зеркалом, зонд с алмазом; волоконно-оптическая приставка (рис.1). Изготовленные зонды были протестированы на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRPrestige-21 (рис. 2). Результаты испытаний показали возможность использования всех типов зондов для работы с жидкими, газообразными и твердыми образцами в спектральном диапазоне от 1,28 до 15,38 мкм.

Агрессивность исследуемой среды



Рис.1а. Различные типы зондов, необходимые для анализа образцов в различных агрегатных состояниях и с различной степенью агрессивности

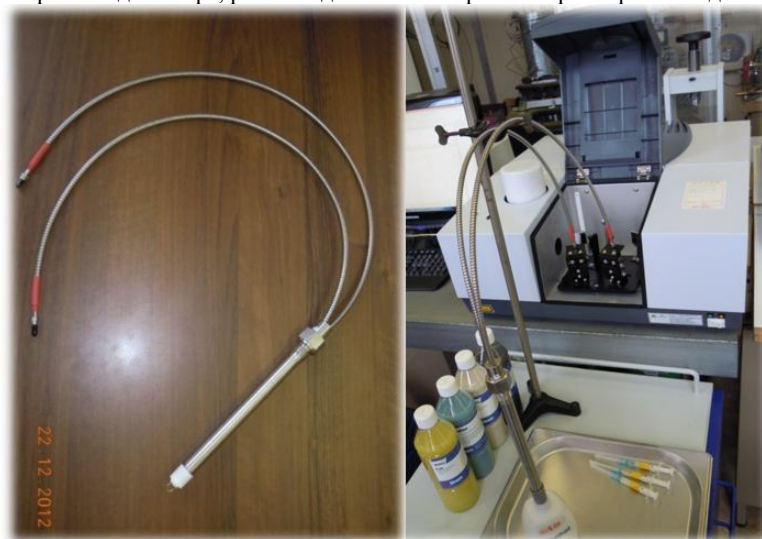


1

2

Рис. 1б. Сборка оптоволоконного зонда (1); тестирование готового продукта на оптическом стенде (2)

Верхний длинноволновый диапазон в данном случае занижен по сравнению с максимально возможным, поскольку наибольшая чувствительность при количественном определении содержания веществ методом ИК-спектроскопии достигается при использовании в спектрометре КРТ-детектора, рабочий диапазон которого как раз ограничен длиной волны 15,38 мкм.



1

2

Рис. 2. Оптоволоконный зонд с петлей для ИК-Фурье спектрометра (1); ИК-зонд в действии (2)

Далее представлены экспериментальные результаты определения количественного содержания ацетона в спирте (рис.3,4.) с использованием изготовленного оптоволоконного зонда.

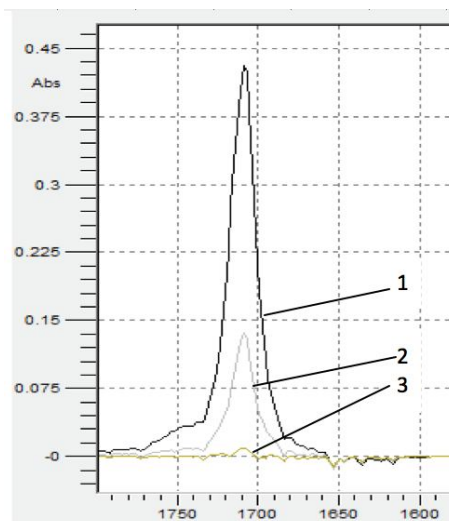


Рис.3. Участок ИК-спектра поглощения смеси «ацетон – этиловый спирт», соответствующий поглощению группы C=O.

1 - 33,3% ацетона; 2 - 9,09% ацетона;

3 - 0,66% ацетона.

Методика эксперимента заключалась в том, что по ряду калибровочных растворов с известным содержанием ацетона строили калибровочную кривую в программном обеспечении ИК-спектрометра, после чего определяли заранее известные концентрации растворов, содержание ацетона (x) в которых находилось в трех диапазонах: $0\% < x < 1\%$, $1\% < x < 10\%$, $10\% < x < 100\%$.

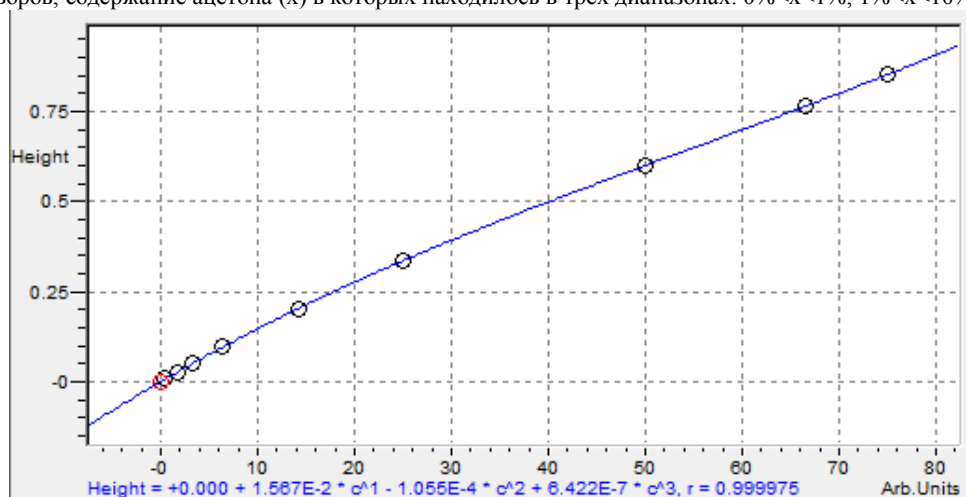


Рис. 4. Калибровочная кривая системы «ацетон – этиловый спирт».

$r = 0,999975$.

Погрешность измерения содержания ацетона в смеси (x) при $1\% < x < 100\%$ в наихудшем случае близка к 1% (табл. 1), тогда как при $x < 1\%$ погрешность возрастает до значений более 10%. Эти данные были получены для одинарной петли (датчик зонда), при этом минимальная детектируемая концентрация ацетона составила $4,1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Поскольку действие зонда-петли основано на эффекте эванесценции – частичного вытекания мод за пределы материала световода и их последующего возвращения – в той части датчика, которая имеет искривление, логичным является предположение, что увеличение площади поверхности петли должно привести к увеличению интенсивности получаемого аналитического сигнала. Для подтверждения данного предположения была изготовлена двойная петля, на которой сняли спектр минимально определявшегося одинарной петлей количества ацетона – $4,1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Эксперимент показал усиление интенсивности в 2,5 раза на пике C=O группы. При этом минимальная детектируемая концентрация снизилась до $1,1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Результаты измерений по волновому числу $1709,21 \text{ см}^{-1}$ приведены на рис. 5.

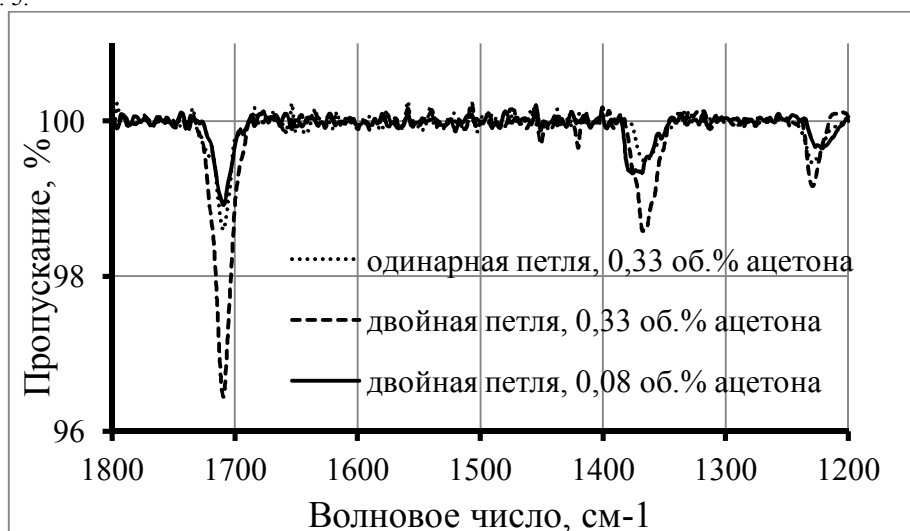


Рис.5. Сравнение интенсивности полос поглощения зондов с одинарной и двойной петлей в системе «ацетон-этиловый спирт» при определении 0,33 об. % ацетона.

Также проведен эксперимент по определению чувствительности при анализе раствора трикарбонил-циклооктотетраена железа в этиловом спирте. Минимально определенная концентрация $C_8H_8Fe(CO)_3$ – 0,003 моль/л (рис. 6).

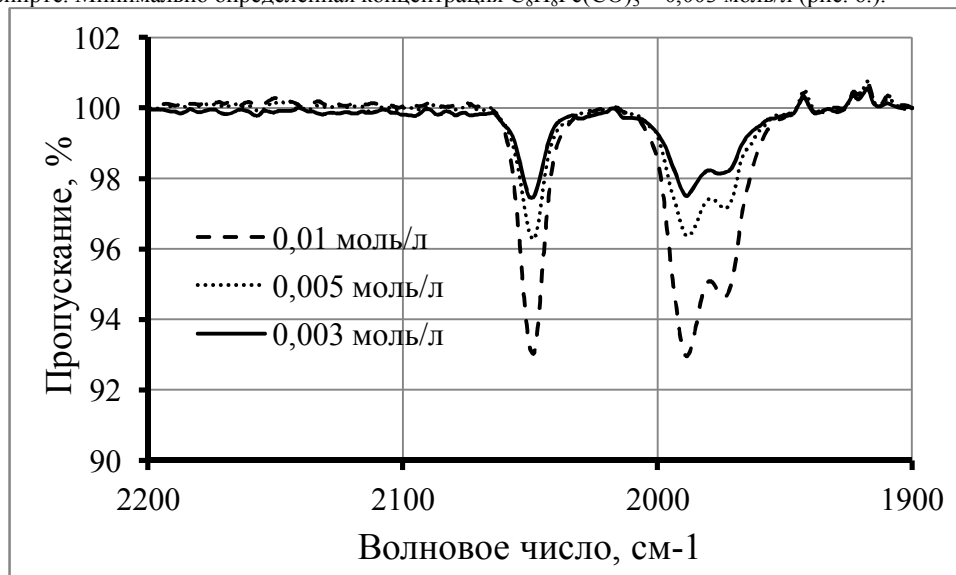


Рис.6. Спектры поглощения раствора $C_8H_8Fe(CO)_3$ в этиловом спирте, снятые на двойной петле.

Таблица 1 Погрешность определения содержания ацетона в «неизвестных» образцах

Истинное значение, %	Расчетное значение, %	Погрешность, %
0,660	0,569	13,8
9,090	9,193	1,1
33,30	33,459	0,5

Согласно проведенному эксперименту, с помощью новых оптоволоконных зондов возможно определение количественного содержания органических веществ (на примере ацетона) до уровня десятых долей процента с точностью до 0,5%. Конструкция и комплектующие зонда могут меняться в зависимости от характеристик образца и рабочей среды (агрессивность, температура, агрегатное состояние): зонды с алмазной призмой позволяют работать с сыпучими, жидкими и пастообразными образцами при высоких температурах и агрессивности; зонды с зеркалом и петлей применимы для анализа жидкостей при средних и нормальных температурах и минимальной агрессивности среды.

Литература

1. Zhukova, L. Photonic crystalline IR fibers for the spectral range of 2-40 μm / L. Zhukova, A. Korsakov, A. Chazov, D. Vrublevsky, V. Zhukov// Applied Optics - 2012. Vol.51. No.13. P. 2414-2418.
2. Korsakov A.S., Zhukova L.V., Vrublevsky D.S. The structure modeling and experimental study of photonic crystal infrared fibers based on silver and thallium (I) halide crystals. Recent research developments in materials science. 2012. V. 9. P. 231-233.
3. Корсаков А.С., Жукова Л.В. Кристаллы для ИК-волоконной оптики. Физико-химические основы получения твердых растворов галогенидов серебра и таллия (I) для ИК-волоконной оптики. LAP Lambert academic publishing. 146 с. 2011.
4. Жукова Л.В., Примеров Н.В., Корсаков А.С., Чазов А.И. Кристаллы для ИК - техники $AgCl_xBr_{1-x}$, $AgCl_xBr_yI_{1-x-y}$ и световоды на их основе. //Неорганические материалы. 2008. Т. 44. № 12. С. 1516-1521.

Буторин В.А.¹, Ткачев А.Н.²

¹Докт. техн. наук, профессор; ²ассистент, кафедра «Электрические машины и эксплуатация электрооборудования в сельском хозяйстве», Челябинская государственная агроинженерная академия

ЗАВИСИМОСТЬ РЕСУРСА ПЛЁНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ОТ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОБИВНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИХ ИЗОЛЯЦИИ

Аннотация

В работе получено выражение ресурса плёночных электронагревателей в виде функции плотности распределения. Согласно итоговому выражению ресурс зависит от параметров скорости и характера изменения пробивного напряжения со временем. Что, в свою очередь, достигается с помощью теории активного планирования эксперимента для ускоренных стендовых испытаний.

Ключевые слова: плёночный электронагреватель, ресурс, пробивное напряжение, изоляция.

Butorin V.A.¹, Tkachev A.N.²

¹Doctor of technical science, professor; ²assistant, Department of Electrical Machines and exploitation of electrical equipment in agriculture, Chelyabinsk State Agroengineering Academy

DEPENDENCE OF FILM ELECTRIC HEATERS USEFUL LIFE FROM PARAMETERS CHANGES THE BREAKDOWN VOLTAGE OF INSULATION

Abstract

Expression of film electric heater useful life was found in this work in form of the density distribution function. The useful life depends of the parameters of speed and character of changing the breakdown voltage in time according with the result expression. In one's part this achieved by the theory of the active planning experiment for accelerated bench test.

Keywords: film electric heater, useful life, breakdown voltage, insulation.

Время эксплуатации электрооборудования значительно зависит от состояния его изоляции. Нами проводятся исследования состояния изоляции плёночных лучистых электронагревателей (ПЛЭН), получивших широкое распространение для обогрева различных объектов бытового, промышленного и сельскохозяйственного назначения. Оценка технического состояния изоляции ПЛЭН проводится по определяющему параметру – пробивному напряжению. На основании результатов испытаний плёночных электронагревателей на пробивное напряжение можно, в конечном итоге, судить об их ресурсе. Решение данной задачи является необходимым условием для проведения полного и грамотного технического обслуживания и текущего ремонта данных нагревателей в рамках системы планово-предупредительного ремонта электрооборудования.

Ранее нами была приведена зависимость текущей величины напряжения пробоя изоляции от наработки ПЛЭН [1]

$$U = U_0 - V \cdot t^\alpha, \quad (1)$$

где U – пробивное напряжение изоляции, В; U_0 – пробивное напряжение изоляции после периода приработки, В; V – величина, характеризующая скоростной режим изнашивания, В/ч ^{α} ; t – наработка, ч; α – безразмерный показатель процесса изнашивания при строго постоянных условиях испытаний, определяющий характер изменения пробивного напряжения.

Ресурс плёночных электронагревателей из выражения (1) можно определить следующим образом:

$$T = \sqrt[\alpha]{\frac{U_0 - U_{np}}{V}}, \quad (2)$$

где T – ресурс, ч; U_{np} – предельно-допустимое значение пробивного напряжения изоляции, В.

Параметры U_0 , U_{np} и α являются постоянными для каждого типоразмера плёночных электронагревателей. Конструктивные особенности и технология изготовления ПЛЭН отображаются показателем α . Значение предельно-допустимого пробивного напряжения изоляции U_{np} определяется опасностью ее дальнейшей эксплуатации и нормируется документами.

Значит, ресурс изоляции ПЛЭН является функцией одной величины V . Непосредственно в ходе эксперимента возможно определение величины пробивного напряжения U . Поэтому, введём в рассмотрение скорость изменения пробивного напряжения U со временем: $y = dU/dt$. Взяв производную по пробивному напряжению из равенства (1), получаем

$$V = -\frac{y(t=1)}{\alpha} \cdot \tau, \quad (3)$$

где $y(t=1)$ – скорость изменения U пробивного напряжения при единичной наработке, В/ч; τ – коэффициент, введенный для согласования размерности, ч ^{$1-\alpha$} .

За единичную наработку $t = 1$ при вычислении ресурса принимается удобный при проведении эксперимента и последующей обработке временной интервал от начала стендовых испытаний после периода приработки.

При подстановке выражения (3) в (2) получаем ресурс ПЛЭН

$$T = \sqrt[\alpha]{\frac{\alpha(U_{np} - U_0)}{y(t=1) \cdot \tau}}. \quad (4)$$

На испытательном стенде проводится серия опытов, по результатам которых рассчитывается показатель α по методу наименьших квадратов [2]

$$\alpha = \left(n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i \right) / \left(n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right), \quad (5)$$

где n – число наблюдений; $x_i = \lg(t_i)$ – логарифм значения наработки t_i от начала наблюдения до замера величины изменения U_i ; $y_i = \lg(U_0 - U_i)$ – логарифм значения изменения пробивного напряжения изоляции за наработку t_i .

Плотность распределения ресурса изоляции находится по равенству [3]

$$g(T) = f[V(T)] \cdot |V'(T)|, \quad (6)$$

где $f[V]$ – плотность распределения величины V ; $V(T)$ – функция обратная (2); $|V'(T)|$ – абсолютное значение первой производной функции $V(T)$.

Итоговое выражение плотности распределения ресурса изоляции ПЛЭН через параметры скорости изменения пробивного напряжения при единичной наработке получается таким:

$$g(T) = \frac{\alpha^2 (U_0 - U_{np})}{\sigma_{y(t=1)} \cdot \tau \sqrt{2\pi} \cdot T^{\alpha+1}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\alpha (U_0 - U_{np})}{T^\alpha \cdot \sigma_{y(t=1)} \cdot \tau} + \frac{m_{y(t=1)}}{\sigma_{y(t=1)}} \right)^2 \right], \quad (7)$$

где $m_{y(t=1)}$, $\sigma_{y(t=1)}$ – соответственно математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение величины y при единичной наработке.

Получение значений параметров скорости изменения пробивного напряжения $m_{y(t=1)}$ и $\sigma_{y(t=1)}$, необходимых для вычисления плотности распределения ресурса изоляции ПЛЭН (7), проводится с помощью теории активного планирования эксперимента для ускоренных стендовых испытаний. Это позволит значительно сократить время проведения испытаний для определения ресурса рассматриваемых устройств.

Литература

1. Буторин В.А. Теоретическая оценка плотности распределения ресурса плёночных электронагревателей / В.А. Буторин, И.Б. Царев, А.Н. Ткачев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 01. – С. 79–80.
2. Адлер, Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: ACADEMIA, 2003. – 458 с.

Шмыгалев А.С.¹, Сутчук А.Л.², Гулько Д.Я.³, Корсаков А.С.⁴, Жукова Л.В.⁵

¹Аспирант; ²магистрант; ³магистрант; ⁴кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет; ⁵профессор, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Уральский Федеральный Университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОД, ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ ИК-СВЕТОВОДОВ

Аннотация

Данная работа посвящена исследованию оптических волокон различного состава, простой и сложной структуры с целью визуализации картины поля моды. Материал статьи может быть использован в качестве методического указания для исследования других типов ИК-световодов.

Ключевые слова: пространственное распределение мод; оптические волокна сложной структуры; фотонно-кристаллические световоды; методика сканирования излучения ИК-световода в дальнем поле; ИК-диапазон 0,2–40,0 мкм.

Shmygalev A.S.¹, Sutchuk A.L.², Gulko D.Y.³, Korsakov A.S.⁴, Zhukova L.V.⁵

¹Postgraduate student; ²master student; ³master student; ⁴PhD in Chemistry, Senior Researcher, Ural Federal University; ⁵professor, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Ural Federal University.

SPATIAL DISTRIBUTION INVESTIGATION OF THE MODES FLOWING OUT FROM THE IR FIBER

Abstract

Current paper aims to investigate the optical fibers of various compositions and of simple and complex structure, in order to visualize the mode field patterns. This paper's materials can be implemented as practical guidance to the research of other IR fiber types.

Keywords: spatial distribution of modes, optical fiber of complex structure, photonic crystal fibers; scanning technique of infrared fiber in the far field, IR range from 0,2 up to 40,0 μm.

В настоящее время для обозначения нового класса нетрадиционных оптических волокон, отличающихся от стандартных волокон структурой оболочки, стал термин Photonic Crystal Fibers (PCF) или эквивалентный термин на русском языке – фотонно-кристаллические световоды. Строго говоря, этот термин следовало бы использовать для обозначения световодов, оболочка которых содержит периодические одномерные или двумерные структуры, оказывающие существенное влияние на их оптические свойства.

Для подтверждения вышеописанного влияния, нами была поставлена задача по исследованию пространственного распределения мод, вытекающих из ИК-световода. Для этого были отобраны три разных типа оптических волокон: одномодовый ИК-световод, изготовленный из твердых растворов $\text{AgCl}_x\text{Br}_{1-x}$; одномодовый ИК – световод, изготовленный из кристаллов состава $\text{Ag}_{0,98}\text{Pb}_{0,02}\text{Cl}_{0,20}\text{Br}_{0,77}\text{I}_{0,03}$ (сердцевина) и $\text{AgCl}_{0,25}\text{Br}_{0,75}$ (оболочка); и световод сложной структуры, в котором в гексагональном порядке расположены шесть вставок.

Одним из механизмов удержания света в оптическом волокне сложной структуры является его зеркальное отражение от оболочки с периодически изменяющимся показателем преломления. Такие волокна способны переносить с малым затуханием оптическое излучение только с длинами волн, лежащими в некоторой области, называемой фотонной запрещенной зоной (Band Gap, BG). Фотонные запрещенные зоны существуют в оптических волокнах с двумя типами периодических структур: одномерных (1D) в виде соосных цилиндрических слоев и двумерных (2D) в виде полых трубок. Последние являются фотонно-кристаллическими волокнами с запрещенными зонами (PCF BG) [1,2].

Ранее подобные структуры за исключением брэгговской применялись только к кварцевым волокнам, однако в работах [3,4] описаны структуры, новые для ИК-световодов из галогенидов серебра [5]. В первой из них предлагается изготавливать PCF световоды, имитирующие световоды со ступенчатым показателем преломления за счет изменения геометрии. Такие световоды могут быть описаны как периодический массив с определенной геометрией: треугольной, квадратной, кольцевой и т.д. (рис. 1.). Массив состоит из материала с высоким показателем преломления и «отверстий», замещенных стержнями, т.е. световодами из материалов с более низким показателем преломления. Обычно один такой стержень – центральный – отсутствует, и получившаяся «пустота», т.е. материал массива выполняет роль сердцевин с высоким показателем преломления. Периодически расположенные световоды вокруг сердцевин выполняют роль оболочки, эффективный показатель преломления которой ниже, чем в сердцевине.

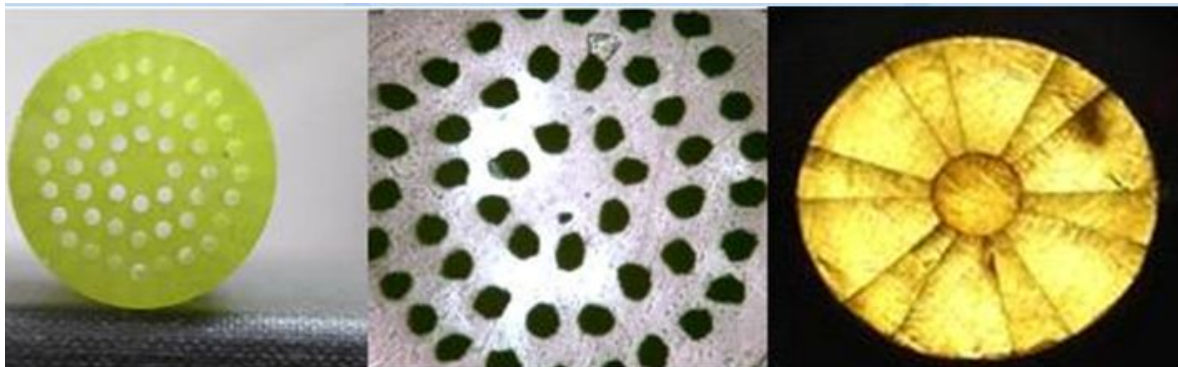


Рис. 1. Структура PCF – волокна [1].

Исследование дальнего поля излучения для отобранных световодов проводили на оптическом стенде с использованием CO_2 -лазера (34 Вт) и КРТ – детектора. Фокусировку осуществляли линзой ZnSe с фокусным расстоянием 63,5 мм (рис. 2). Данный стенд позволяет определить профиль вытекающего из световода излучения, распределение интенсивности в дальнем поле, а также оптические потери на длине волны 10,6 мкм.

Преформа для такого световода представляет собой сборку из концентрически расположенных в нужном порядке световодов с разным показателем преломления и рассчитанным диаметром. Перетяжкой из такой сборки получают световоды различной структуры.

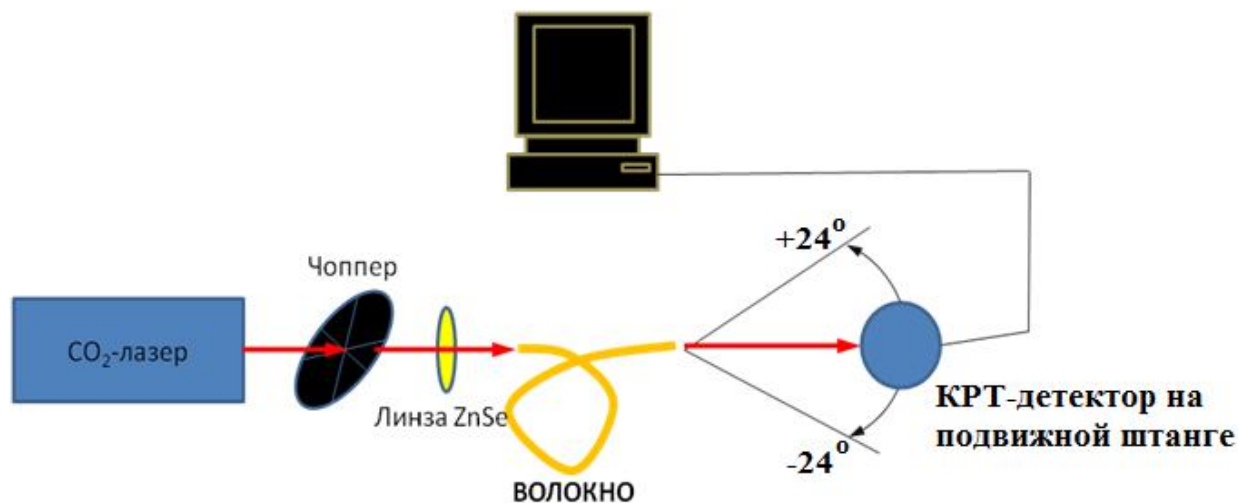


Рис. 2. Схема сканирования излучения ИК – световода в дальнем поле
Результаты сканирования в дальнем поле и соответствующих измерений представлены на рис. 3, из которого видно, что все три исследованных образца характеризуются одномодовым режимом работы.

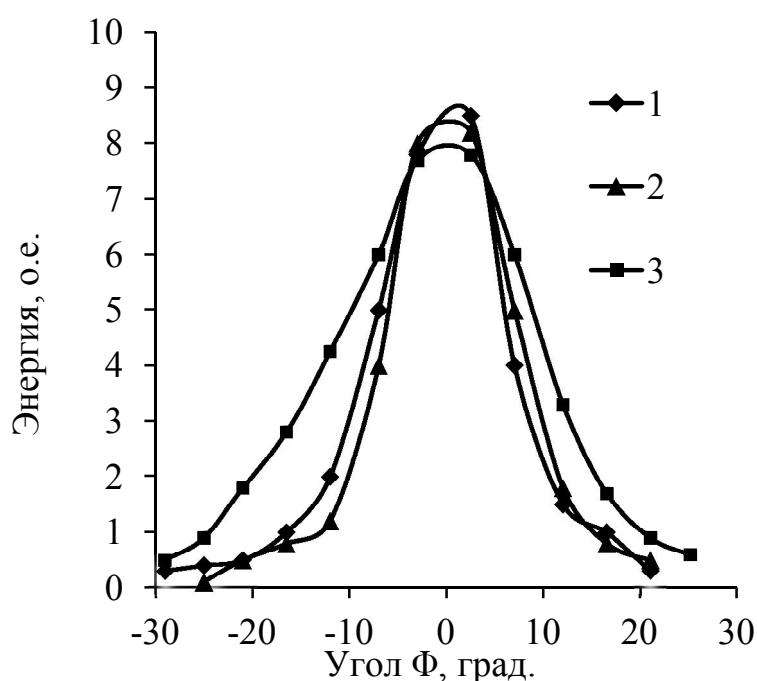


Рис. 3. Нормальное распределение энергии в дальнем поле моды для трех образцов ИК-световодов

Первый тип одномодового ИК-световода для работы на длине волны 10,6 мкм был изготовлен на основе твердых растворов $\text{AgCl}_x\text{Br}_{1-x}$. Сердцевина световода имеет состав точки минимума на диаграмме плавкости системы $\text{AgCl}-\text{AgBr}$, т.е. $\text{AgCl}=20$ мас. %, $\text{AgBr}=80$ мас. %. Оболочка выполнена из кристаллов состава $\text{AgCl}=26$ мас. %, $\text{AgBr}=74$ мас. % (рис. 3 – 1). Диаметр сердцевин составляет 27,4 мкм. Второй тип одномодового ИК – световода был изготовлен из кристаллов состава $\text{Ag}_{0,98}\text{Tl}_{0,02}\text{Cl}_{0,20}\text{Br}_{0,77}\text{I}_{0,03}$ (сердцевина) и $\text{AgCl}_{0,25}\text{Br}_{0,75}$ (оболочка) (рис. 3 – 2).

В третий образце расстояние между осью световода и осью вставки составляет 75 мкм, диаметр вставки 50 мкм. Состав оболочки – $\text{Ag}_{0,95}\text{Tl}_{0,05}\text{Cl}_{0,22}\text{Br}_{0,73}\text{I}_{0,05}$, состав вставок – $\text{Ag}_{0,99}\text{Tl}_{0,01}\text{Cl}_{0,25}\text{Br}_{0,74}\text{I}_{0,01}$ (рис. 3 – 3). Рабочая длина волны 10,6 мкм. Образец №3 работает в одномодовом режиме. Диаметр поля моды составляет 100 мкм, что более чем в 3 раза превышает диаметры первого и второго образцов. Таким образом, по волокну с увеличенным полем моды можно передавать в четыре раза больше мощности излучения, чем по одномодовому двухслойному волокну с диаметром сердцевин 27 мкм. На рис. 4 приведены изображения распределение энергии излучения на выходе из многомодового и одномодового ИК-световодов, полученные с помощью CCD-камеры SPIRICON.

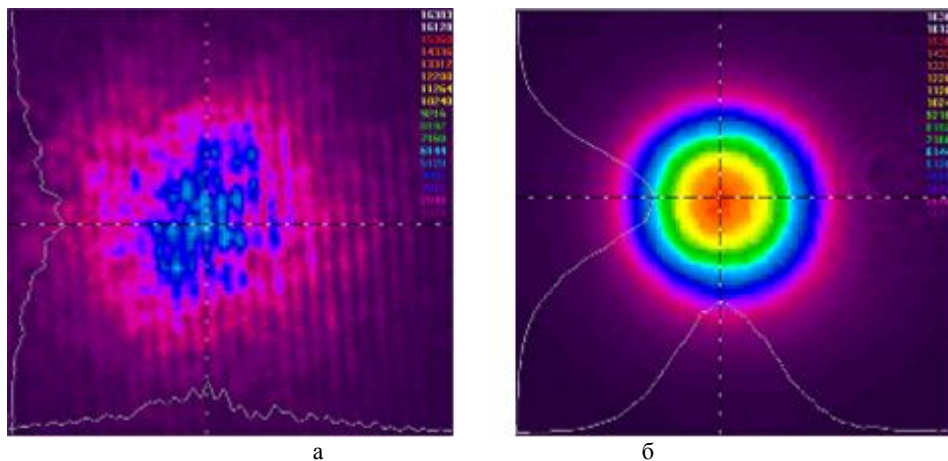


Рис. 4. Распределение энергии излучения на расстоянии 15 мм от выходного торца многомодового (а) и 38 мм от выходного торца одномодового (б) ИК-световодов

Литература

1. О. Е. Наний, Е. Г. Павлова, Фотонно - кристаллические волокна, LIGHTWAVE russian edition №3 2004.
2. Granzow N., Uebel P., Schmidt M., Tverjanovich A., Wondraczek L., Russell P. Bandgap guidance in hybrid chalcogenide-silica photonic crystal fibers. // Opt. Lett. 2011. V. 36. № 13. P. 2432-2434.
3. Rastogi V., Chiang K.S. Propagation characteristics of a segmented cladding fiber // Opt. Lett. 2001. V. 26, No. 8, P. 491-493.
4. A. Yeung, K. S. Chiang, V. Rastogi, P. L. Chu and G. D. Peng, Tech. Digest of Opt. Fiber Comm. Conf., TH1 4 (OFC 2004).
5. Millo A., Lobachinsky L., Katzir A. Single-mode octagonal photonic crystal fibers for the middle infrared. // Applied physics letters. 2008. V. 92. P. 021112-1 – 021112-3.

Шорохов А.Н.

Заместитель начальника отдела интенсификации пласта, ООО «НОВАТЭК Научно-Технический Центр»
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКА ОБВОДНЕНИЯ НА НЕФТЯНЫХ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ

Аннотация

Авторами статьи разработан алгоритм взаимодействия аналитических методов для определения источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах, который обеспечивает максимально эффективное использование всей системно накопленной информации. Данное решение частично реализовано в программном продукте с целью полной автоматизации процесса диагностики источника обводнения и успешно применяется геологическими службами нефтегазодобывающих предприятий Западной Сибири.

Ключевые слова: обводненность, источник обводнения, экспресс-метод, аналитический метод.

Shorokhov A.N.

Deputy head of reservoir stimulation section LLC
 «NOVATEK Scientific Technical Center»

THE ALGORITHM FOR APPLICATION OF ANALITICAL METHODS TO DETERMINE WATER SOURCE FOR OIL WELLS

Abstract

The article is about the algorithm for application of analytical methods to determine water source for oil wells. Authors suggest an approach to unite existing analytical methods and new analytical methods. It increases an application efficiency of historical data. Furthermore, it will be very useful for the development of special software for diagnostic of water source.

Key words: water cut, water source, express-method, analytical method.

Текст статьи

На данный момент многие месторождения Западной Сибири находятся на поздних стадиях разработки, что сопровождается постоянным снижением темпов добычи нефти и сокращением количества фонда скважин в силу нерентабельности за счет роста обводненности добываемой продукции. Поскольку данные месторождения разрабатываются большим количеством скважин, выполнение анализа на определение источника обводнения по существующим методикам занимает значительное количество времени, из-за чего может пострадать оперативность принятия решений. Как правило, инженеры-нефтяники, работающие непосредственно на производстве не имеют возможности оперативно выполнять подобные задачи, поэтому разработка экспресс-алгоритма для определения источника обводнения на основе быстродоступных исходных данных является актуальной задачей [1].

На текущий момент на предприятиях не разработан единый комплексный подход по оценке источника обводнения. Предлагаемое в данной статье решение основано на консолидации и организации работы в единой системе уже применяемых методов диагностики источников обводнения, в совокупности с новыми и неопробованными на месторождениях Западной Сибири. В данном случае, обеспечивается максимально эффективное использование всей системно накопленной информации по скважинам, путем реализации единого комплекса методов.

Литературные источники выделяют следующие существующие способы по определению источника обводнения на добывающих скважинах [2, 3]:

- методы, основанные на анализе данных добычи;
- промыслово-геофизические исследования;
- химический анализ попутно добываемой воды;
- подземная видеосъемка.

На основе литературного обзора наиболее известные и зарекомендовавшие себя на многих месторождениях методы анализа данных добычи были выбраны для работы с имеющимися исходными данными:

- Метод Меркуловой-Гинзбурга основан на построении специального графика в декартовых координатах, отображающего изменение накопленных объемов воды и нефти относительно времени и направлен на определение наличия заколонного перетока. Данный метод не является эталонным инструментом по диагностике наличия заколонного перетока, т.к. работает только в случае появления источника обводнения в процессе эксплуатации скважины [4];

- Метод диагностических графиков основан на специальном графике в логарифмических координатах, отображающего изменение производной водонефтяного отношения относительно времени и направлен на определение прорывов нагнетаемой и пластовой подошвенной воды [5];

Более подробное описание вышеуказанных методов, результаты их настройки и апробации приведены в работах [1, 2, 3].

Оценка результатов промыслово-геофизических исследований (ПГИ) является одним из самых эффективных способов диагностики негерметичностей обсадных колонн и заколонных циркуляций. К сожалению, существует проблема стандартизации результатов интерпретации ПГИ в единой базе данных. В качестве примера, не существует сводной таблицы, где проведенные результаты ПГИ были бы упорядочены по наличию заколонных перетоков, негерметичностей эксплуатационных колонн и т.п. Помимо этого, зачастую основная суть интерпретации содержится в текстовых примечаниях к заключению, смысловая нагрузка которых может быть доступна для понимания только в рамках экспертной оценки.

Результаты химического анализа попутно добываемой воды могут быть использованы в экспресс-алгоритме, т.к. данные исследования выполняются на регулярной основе по специальному ежемесячному плану-графику в лабораториях производственных предприятий. Химический метод основан на сравнении данных химического анализа попутно добываемой воды с критериями из лабораторных исследований о композиционном составе пластовой и нагнетаемой воды. Поскольку в дальнейшем при разработке единого алгоритма вводятся понятия четкого и нечеткого соответствия критериям источника обводнения по химическому методу, остановимся на его описании подробнее.

Критериев соответствия тому или иному источнику обводнения по химическому составу может быть несколько (содержание Ca^{2+} , Mg^{2+} и т.д.). Однако, следует учитывать, что отличительные характеристики по каждому элементу должны быть выстроены по приоритетности или иметь свой весовой коэффициент.

Для учета подобных особенностей работы метода предложено внедрение весовых коэффициентов по каждому критерию. При подобном подходе, общая весовая совокупность критериев составляет 100% (1 в долях единиц). Согласно приоритетности критериев весовой коэффициент пропорционален концентрации компонента в составе воды. Для каждого источника обводнения производится расчет суммарного весового коэффициента отдельно по следующей формуле:

$$P_j = \sum P_i \quad (1)$$

где:

- P_j – суммарный весовой коэффициент для j-го источника обводнения, % или д.ед.;
- P_i – весовой коэффициент i-го критерия соответствующего j-му источнику обводнения, % или д.ед.

Расчет весового коэффициента i-го компонента производится пропорционально его концентрации следующим образом:

$$P_i = \frac{C_i}{\sum C_i} \quad (2)$$

где:

- P_i – весовой коэффициент i-го компонента, % или д.ед.;
- C_i – концентрация i-го компонента, мг/л;
- $\sum C_i$ – сумма концентраций всех компонентов, являющихся критериями, мг/л.

Если весовой коэффициент по одному источнику обводнения превышает 50% (0.5 в д.е.), то он принимается соответствующим четким критериям оценки и результирующим по химическому методу. При возникновении ситуации, когда ни один источник обводнения не набирает более 50%, то результирующим выбирается источник с максимальным весовым коэффициентом с нечетким соответствием критериям оценки. Подобный вариант возможен при несоответствии результатов анализа на содержание нескольких компонентов ни одному критерию различных источников. Такого рода результаты при расчете суммарных весовых коэффициентов не учитываются.

Последний метод - подземная видеосъемка является довольно экзотическим методом и практически не применяется на российских нефтегазодобывающих предприятиях в связи с технологическими и экономическими ограничениями. При слишком темном флюиде определение источника поступления воды данным методом практически невозможно. Помимо этого существуют проблемы с исследованиями при высоких температурах и давлениях. В связи с вышеописанными причинами видеосъемка не подходит для применения с имеющимися исходными данными.

Методы Меркуловой-Гинзбурга и оценка результатов ПГИ направлены на определение одинаковых источников обводнения. Однако, только по результатам последнего можно диагностировать негерметичности эксплуатационных колонн. Соответственно, рассмотрение результатов выявления заколонного перетока на скважине должно происходить в комплексе на основе этих методик (рис. 1).

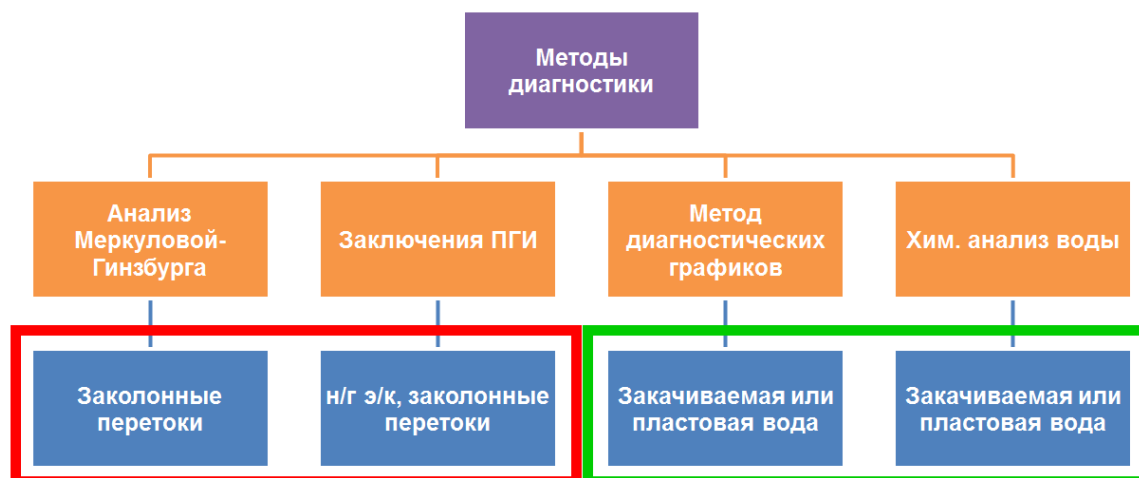


Рис. 1 - Схема сопоставления результатов по различным методам

Поскольку метод Меркуловой-Гинзбурга основан на анализе параметров добычи, а ПГИ это метод, реализуемый непосредственно внутри скважины, то последний соответственно должен иметь больший приоритет при выявлении различных источников обводнения каждым из данных способов. Подобные особенности были учтены при разработке схемы взаимодействия между данными методами (рис. 2).

Выявление источника обводнения по каждому из методов зависит от наличия корректных исходных данных. Если по одному из способов анализа таковые имеются, а по другому нет, то конечный результат должен приниматься методу, по которому эти

данные имеются (рис. 2 п. 1, 3). Отсутствие исходных данных по обоим методам приводит к невозможности получения результата по определению источника обводнения через негерметичность эксплуатационной колонны или заколонный переток, но не исключает фактическое наличие таковых на скважине (рис. 2 п. 4). Поскольку ПГИ более точный способ, чем метод Меркуловой-Гинзбурга, то при наличии исходных данных для анализа по обоим, принимается конечный результат согласно заключению ПГИ (рис. 2 п. 2).

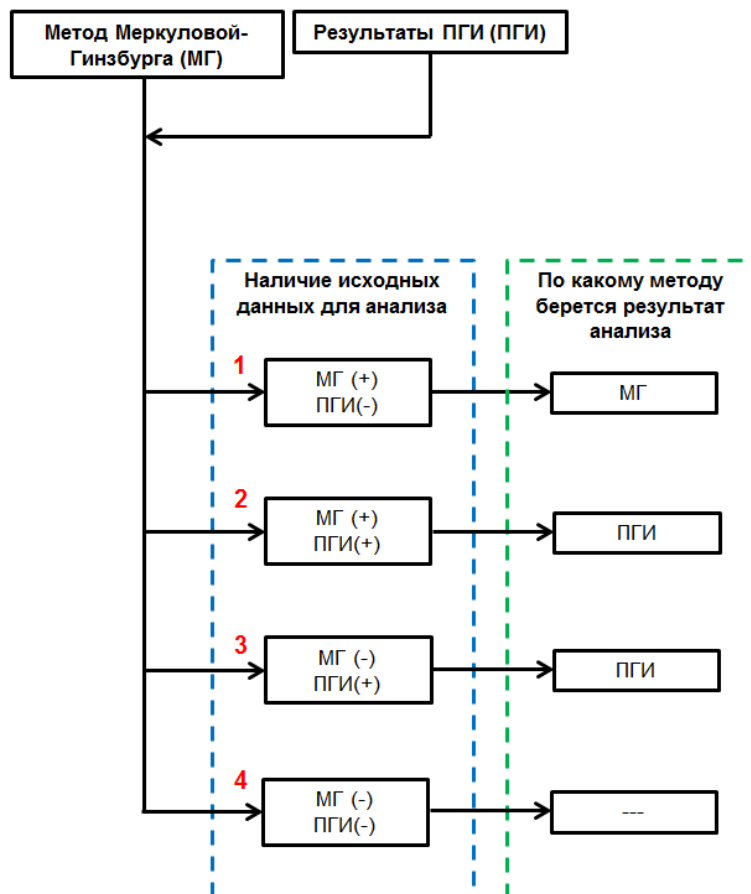


Рис. 2 - Схема взаимодействия между методом Меркуловой-Гинзбурга (МГ) и результатами промыслово-геофизических исследований (ПГИ)

Обратная ситуация с методами диагностических графиков и химическим – они оба являются косвенными, т.е. их реализация происходит без прямого доступа в ствол скважины, что приводит к отсутствию приоритетности между ними. Схема взаимодействия в данном случае приобретает более сложную форму (рис. 3).

При наличии четкого или нечеткого соответствия критериям по химическому методу приоритетность в сравнении с результатами по методу диагностических графиков изменяется (рис. 3 п. 1, 2, 3, 4). Выявление источника обводнения по каждому из методов зависит от наличия корректных исходных данных. Если по одному из способов анализа таковые имеются, а по другому нет, то конечный результат должен приниматься методом, по которому эти данные имеются (рис. 3 п. 1, 5). Предыдущее условие действует за исключением варианта наличия данных по химическому методу, но получению нечеткого соответствия критериям оценки по нему. В подобной ситуации (рис. 3 п. 3) рекомендуется проведение экспертной оценки в контексте изучения дополнительной информации по каждой скважине отдельно: промысловая обстановка, проведенные капитальные ремонты, результаты гидродинамических исследований и т.п. Выполнение экспертной оценки также потребуется в случае различных результатов, полученных по обоим методам, и четком соответствии критериям оценки по химическому методу (рис. 3 п. 2).

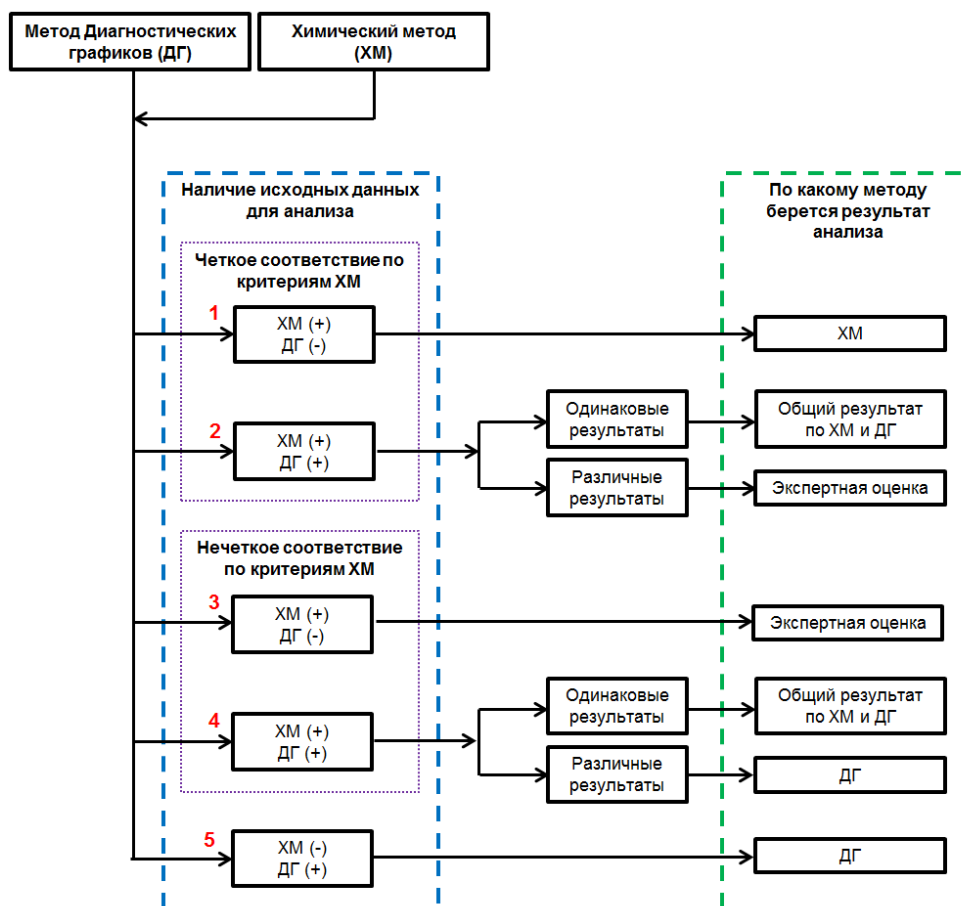


Рис. 3 - Схема взаимодействия между методом Диагностических графиков (ДГ) и Химическим методом (ХМ)

Подобные алгоритмы (рис. 2 и 3) систематизируют взаимодействие между двумя парами методов, направленных на определение идентичных источников обводнения. Для результатов, получаемых на выходе данных двух схем, также требуется разработать порядок действий для определения единого конечного результата. Поскольку определяемые источники обводнения по каждому из алгоритмов (рис. 2 и 3) не взаимоисключают друг друга, т.е. могут быть представлены на конкретной скважине одновременно, то разработка обобщающей схемы теряет свой смысл, но оставляет за собой перспективное направление дальнейшего развития единого подхода.

В заключение следует отметить, что выполнение такого анализа не требует прямого доступа в ствол скважины и таким образом позволяет избежать затрат на проведение капитального ремонта для проведения ПГИ при наличии уже имеющейся истории разработки месторождения. Поиме этого, нет необходимости в остановке скважины, что исключает потенциальные потери в добыче нефти. Подобный алгоритм взаимодействия аналитических методов был уже частично реализован в программном продукте NGT-Smart (разработчик Уфимский НТЦ) с целью полной автоматизации процесса определения источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах и успешно применяется для решения различных задач, стоящих перед геологическими службами в Филиале «Газпромнефть-Муравленко» ОАО «Газпромнефть-ННГ» [7].

Литература

1. Азаматов М.А., Шорохов А.Н. Внедрение метода оперативной диагностики источников обводнения нефтяных добывающих скважин // Нефтяное хозяйство №12 с. 63-65. Москва 2011
2. Шорохов А.Н., Азаматов М.А. Разработка и внедрение экспресс-метода по определению источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах // Наука и ТЭК №6 с. 58-62. Тюмень 2011
3. Шорохов А.Н. Применение аналитических методов для оперативной диагностики источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах // Вестник ЦКР Роснедра №6 с. 7-10. Москва 2011
4. Меркулова Л.И., Гинзбург А.А. Графические методы анализа при добыче нефти - М.: «Недра», 1986
5. Chan K.S., Water control diagnostic plots // SPE 30775, 1995
6. Серебrenников И.В. Разработка экспресс-метода выбора скважин для проведения работ по ограничению водопритоков // Автореферат на соискание научной степени кандидата технических наук, Тюмень, 2008
7. Шорохов А.Н., Азаматов М.А. Внедрение программного модуля оперативной диагностики источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах // Георесурсы №2(52) с. 11-14, Казань 2013