

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ОПТИМИЗАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПОСТУЛАТЫ ПРОШЛОГО И ТЕОРИИ НОВОГО ВРЕМЕНИ

*Аббасова Татьяна Сергеевна,*  
*к.т.н., доцент, Финансово-Технологическая Академия, ФТА, г. Королев*  
*Аббасов Александр Эльшанович,*  
*студент, Московский государственный машиностроительный университет*  
*«Московский автомеханический институт», МГМУ «МАМИ», г. Москва*

OPTIMIZATION MODELING: POSTULATES PAST AND THEORY OF MODERN TIMES

#### АННОТАЦИЯ

Предложена методика оптимизационного моделирования с использованием расчета и оптимизации параметров устройств и их элементов путем конвертирования трехмерных компьютерных геометрических моделей в специализированный программный пакет.

#### ABSTRACT

The technique of optimization modeling using the calculation and optimization of the parameters of the devices and their components by converting the three-dimensional computer models of geometric specialized software package.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, трехмерные модели, технические системы и телекоммуникации.

Keywords: computer modeling, three-dimensional models, technical systems and telecommunications.

Оптимизационные модели применяются для решения задач оптимального управления моделируемым объектом и основаны на использовании линейного и динамического программирования или использования теории игр [1...3]. При моделировании сложных технических систем, а также каналов связи этих систем, возникают следующие проблемы: недостаток информации о системе, требование значительных упрощений, проблема размерности и шага численного моделирования. Линейное программирование применимо для математических моделей тех процессов, в основу которых может быть положена гипотеза линейного представления реального мира. Оно используется для решения, в первую очередь, экономических задач, задач управления и планирования, оптимального размещения оборудования и пр. За разработку задач линейного программирования советскому математику Л.В. Канторовичу была присуждена Нобелевская премия по экономике.

Динамическое программирование применяется преимущественно в теории управления и теории вычислительных систем для решения сложных задач путём разбиения их на более простые подзадачи. Большой вклад в динамическое программирование внес Беллман. Уравнение Беллмана переформулирует оптимизационную задачу в рекурсивную последовательность более простых подзадач и позволяет перейти от решения исходной многошаговой задачи оптимизации к последовательному решению нескольких одношаговых задач оптимизации. Какими бы ни были начальное состояние и начальное решение первой подзадачи, последующие решения должны составлять оптимальный курс действий по отношению к состоянию, полученному в результате первого решения. Метод динамического программирования требует большой вычислительной работы.

В теории игр не ставится задача найти какое-то конкретное числовое решение, необходимо очертить область возможных решений или предоставить дополнительные сведения о возможном развитии событий и рекомендовать правила поведения. В очень редких (исключительных) случаях для игровых моделей определяется количественная оценка или указывается оптимальное решение. Возможно сведение задачи теории игр к задаче линейного программирования.

Оптимизационные модели можно разделить на модели в управлении и модели в проектировании. Когда речь идет об оптимизационных моделях технических объектов и устройств, то необходимы конкретные числовые решения. Существует большое число технических устройств, в основном пространственно трехмерных, для которых отсутствуют эффективные методы расчета. При разработке теории оптимизационного моделирования нового времени для устройств, приборов и каналов связи технических систем и телекоммуникаций необходимо учитывать, что реальное моделируемое техническое устройство или среда передачи являются трехмерными и, как правило, неоднородными по своим электрическим и магнитным свойствам. Поэтому для получения достоверных результатов часто необходимо решать трехмерные задачи.

При создании информационной трехмерной модели (3D-модели) тоже существуют упрощения, они заключаются в создании базовых моделей в соответствии со справочной информацией об объекте исследования (его геометрические размеры, места стыков изогнутых поверхностей и т. д.). Широко применяются способы упрощения разработки 3D-моделей и сокращения сроков на проектирование: извлечение базовых моделей из предвари-

тельно созданной базы данных (БД) для изменения значений их параметров в соответствии с данными геометрии устройств или заранее определенным способом [4, с. 1], а также способы повышения эффективности трехмерного моделирования для презентационных целей [5, с. 1]. Однако эти способы не обеспечивают решение задач оптимизации параметров и повышения эффективности функционирования устройств на этапе моделирования.

Для решения указанных задач предлагается использовать специализированные программные пакеты для передачи геометрии устройств (элементов устройств) во внешние расчетные пакеты или в пакеты разработки управляющих программ.

Для отображения данных об устройствах и каналах связи технических систем и телекоммуникаций с помощью средств трехмерного моделирования наиболее распространены программы: 3D-Компас, Pro/ENGINEER, CorelDRAW, AutoCAD, SolidWorks. Они широко применяются для автомобилестроения [6, с. 4], в технических системах и коммуникациях [7, с. 3, 8, с. 11, 9, с. 22, 10, с. 79, 11, с. 15, 12, с. 10, 13, с. 11, 14, с. 30].

На трехмерной модели сетевой инфраструктуры можно осуществить детализированное планирование работ по обеспечению электромагнитной совместимости устройств и каналов связи при интеграции сетевой и ИТ-инфраструктуры. Применение трехмерного моделирования позволяет осуществить информационную поддержку задач эксплуатации кабельного хозяйства: оперативный доступ к информации о кабельных трассах, кабелях и наводках, контроль над совместной прокладкой кабелей, визуализацию трассировки кабельных трасс и отдельных

кабелей; возможность накопления и систематизации данных по результатам тестирования электрических кабельных трактов; имитационное трехмерное моделирование трассировки кабеля на сложных участках.

На основе базовых моделей устройств сложных технических систем можно провести моделирование узла системы в сборке из нескольких устройств (например, моделирование клапана рециркуляции в сборке с магнитопроводом и электроприводом) для задания формы объекта исследования и компоновки устройств и их элементов.

На рисунке 1 схематично изображен способ автоматического построения трехмерных компьютерных геометрических моделей (ТКГМ) и оптимизации параметров моделируемых устройств путем конвертирования из одной среды моделирования в другую.

Методика построения и конвертирования трехмерных компьютерных геометрических моделей и оптимизации параметров моделируемых устройств программно реализована в средах 3D-Компас и 2D-Maxwell и используется при проектировании сложных технических устройств на примере компонентов кабельной сети и компонентов системы управления рециркуляцией выхлопных газов автомобиля: клапан рециркуляции, магнитопровод, электропривод.

Практическое применение этой методики для устройств системы рециркуляции позволило уменьшить сроки выполнения эскизного проекта, улучшить массогабаритные показатели, рассчитать переходные электромагнитные процессы для последующей оптимизации параметров устройств системы рециркуляции по критерию снижения потерь мощности автомобильного двигателя.



Рисунок 1. Построение ТКГМ и оптимизации параметров моделируемых устройств

Для изучения поведения электромагнитных полей в кабельных трассах (например, при экранировании кабеля, электростатическом разряде, обеспечении комплекса мер по электромагнитной совместимости) также можно использовать созданную в среде Компас-3D модель и перенести ее в среду ANSYS Maxwell (ведущее программное обеспечение для моделирования 2D и 3D-электромагнитных полей).

Для определения границ кабельных трасс выполнено 3D моделирование, которое позволило уточнить границы расположения кабеля при его прокладке с учетом требований электромагнитной совместимости [15, с. 19]. Трехмерное моделирование также можно использовать для прокладки экранированного электрического кабеля с учетом влияния проникновения электромагнитных воздействий через экраны.

Для проверки адекватности информационной 3D-модели осуществляется процедура верификации. Выходные данные после расчета на компьютере сопоставляются с имеющимися статистическими сведениями о моделируемой системе. При моделировании проверяется адекватность (соответствие модели моделируемому объекту или процессу) по тем свойствам модели, которые сформулированы в постановке задачи исследования. Адекватность модели можно проверить с помощью тестирования.

Если с помощью результатов полученной модели нельзя определить параметры оптимизации, то следует вернуться на один из предыдущих шагов процесса построения ТКГМ и последующего конвертирования. Если же результаты моделирования позволяют рассчитать параметры оптимизации, то разработанные модели можно применять для решения реальных задач по оптимизации.

Предложенная методика построения оптимизационных моделей с помощью трехмерного моделирования и конвертирования в специализированный программный пакет позволяет анализировать различные варианты компоновки элементов устройств, осуществить системный анализ элементов, устройств и системы, в которые входят эти устройства, в целом, на любом уровне сложности, а также выбрать параметры устройств и управляющие характеристики.

#### Список литературы:

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1988. – 208 с.
2. Данциг Д. Линейное программирование, его применения и обобщения. – М., Прогресс, 1966. – 600 с.
3. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. – 912 с: ил.
4. Шипунов, А. Г., Юдаев, А. В., Шуваев, А. А., Кузнецов, В. М., Привалова, Т. В., Махонин, В. В. Способ автоматического построения трехмерной геометрической модели изделия в системе геометрического моделирования (патент РФ № 2325691). – 2008.
5. Сазанов Е. А. Повышение эффективности использования программ трехмерного моделирования в проектировании // Молодой ученый. – 2014. – №7. – С. 177-179.
6. Артюшенко В. М. Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса // Промышленный сервис. – 2009. – №4(33). – С. 3-10.
7. Аббасов А. Э., Аббасова Т. С. Визуализация и анализ информации при построении 3D-моделей данных для микропроцессорной системы управления // Сб. тр. 14-ой Международной научно-практической конференции «Микропроцессорные, аналоговые и цифровые системы: проектирование и схемотехника, теория и вопросы применения»: Южно-Российский государственный политехнический университет – Новочеркасск, ЮРГПУ, 2014. – С. 3-4.
8. Аббасова Т.С., Артюшенко В.М. Методы инсталляции и проектирования электрических кабельных линий в 10-гигабитных системах связи // Электротехнические и информационные комплексы и системы, №2, т.5, 2009. С. 10 – 18.
9. Аббасова, Т. С., Умудумов, О. Ф. Выбор структуры комплекса технических средств для сервисного обслуживания высокоскоростных электрических трактов структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы». – 2007. – №4, т. 3. – С. 21 – 27.
10. Умудумов, О. Ф., Аббасова, Т. С. Технические средства для сервисного обслуживания высокоскоростных электрических трактов СКС // Вестник МГУС. Научный журнал. – 2008. – №1(4). – С. 77 – 85.
11. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Обеспечение электромагнитной совместимости информационных структурированных кабельных сетей // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4 (32). – С. 16-22.
12. Артюшенко, В. М., Аббасова, Т. С. Расчет и проектирование мультисервисных кабельных систем в условиях мешающих электромагнитных воздействий: учебное пособие. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2012. – 262 с.
13. Аббасова, Т. С. Информационное и программное обеспечение для тестирования производительности сетевых узлов территориально-распределенных центров обработки данных // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – №3, т.6. – С. 10 – 13.
14. Аббасова, Т. С. Повышение эффективности эксплуатации высокоскоростной кабельной системы с помощью виртуальных технологий // Информационные технологии. – 2010. – №12/172. – С. 28 – 31.
15. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н. А. Васильев, В. Н. Зиновьев, Ю. В. Стреналюк, Г. Г. Вокин, К. Л. Самаров, М. Е. Ставровский, С. П. Посеренин, И. М. Разумовский, В. Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 174 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Боковой Юрий Владимирович,**

*к.т.н., доцент, Финансово-Технологическая Академия, ФТА, г. Королев*

**Четкин Владимир Алексеевич,**

*к.т.н., доцент, Финансово-Технологическая Академия, ФТА, г. Королев*

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF THREE-DIMENSIONAL SIMULATION

#### АННОТАЦИЯ

На основе анализа характеристик компьютерной визуализации показано, что для повышения эффективности решения задач геометрического моделирования, к которым относится большинство инженерных задач, требуется применение современных методов трехмерного компьютерного моделирования в сочетании с программными средствами для расчета параметров моделей.

#### ABSTRACT

Based on the analysis of characteristics of computer visualization shows that to be effective problem solving geometric modeling, to which the majority of engineering problems require the use of modern methods of three-dimensional computer modeling, combined with software for the calculation of the model parameters.

*Ключевые слова: визуализация данных, виртуальное пространство, трехмерное моделирование.*

*Keywords: data visualization, virtual space, three-dimensional modeling.*

Применение современных прикладных программных средств визуализации информации для моделирования устройств технических систем позволяет рассматривать объекты исследования на любом уровне сложности. Модели объектов сложных технических систем обычно имеют высокую детализацию [1, с. 17, 2, с. 3, 3, с. 8].

Визуализация является существенной частью процесса численного моделирования, обеспечивающей анализ и правильную интерпретацию результатов вычислений, а также дальнейшую работу с вычислительной моделью. Можно выделить три основных аспекта в проектировании и разработке систем компьютерной визуализации:

1) средства компьютерной графики для создания, хранения, обработки и вывода изображений с помощью ПК,

2) инженерный подход к разработке (эксплуатации) программного обеспечения визуализации, общего для многих приложений,

3) восприятие и интерпретация визуальных образов пользователем системы.

С помощью визуализации данных можно выполнить следующие задачи:

- процесс получения изображения по данным с помощью компьютерной программы;
- наглядное представление больших массивов числовой и другой информации, которое представляется возможным благодаря использованию компьютерной графики;

- быстрый и эффективный анализ информации;
- сокращение размерности данных при крупномасштабном эксперименте;
- презентация полученных результатов.

В табл. 1 приведена классификация данных, с которыми могут работать средства визуализации [2, с. 4].

Для визуализации типов данных, перечисленных в табл. 1, применяются следующие методы визуализации: стандартные 2D/3D-образы – линейные графики, гистограммы; геометрические преобразования – диаграмма разброса данных, параллельные координаты; отображение иконок – линейчатые фигуры (needle icons) и звезды (star icons); методы, ориентированные на пиксели – рекурсивные шаблоны, циклические сегменты; визуализация веб-документов; иерархические образы – древовидные карты и наложение измерений. CAD-программы (от англ. computer-aided design/drafting – средства автоматизированного проектирования, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации) осуществляют все перечисленные методы визуализации. Наиболее распространены CAD-программы: Компас-3D, Pro/ENGINEER, CorelDRAW, AutoCAD, SolidWorks, Microsoft Excel. Формат обмена данными между CAD программами: igs.

**Таблица 1**

#### Классификация данных для визуального анализа

Тип данных	Примеры данных
одномерные данные	одномерные массивы, временные ряды
двумерные данные	точки двумерных графиков, географические координаты
многомерные данные	результаты экспериментов, данные в специализированном научном или техническом формате (CEOS, HDF и т.п.),

Тип данных	Примеры данных
	данные в формате САD программ для 3D-моделирования (*.frw, *.cdw, *.m3d, *.dwg, *.easm, *.xls и др.), стандартные графические файлы (BMP, TIFF и др.), финансовые показатели
тексты и гипертексты	газетные статьи, веб-документы
иерархические и связанные	структура подчинённости в организации, электронная переписка людей, гиперссылки документов
алгоритмы и программы	информационные потоки, отладочные операции

Визуализация осуществляется на основе следующих компьютерных методов обработки информации:

- 1) срез (сечение) детали;
- 2) метод проекции для отображения значений на срезе (сечении) детали;
- 3) различные цвета (псевдо раскраска) для присвоения различных значений функции в диапазоне (цвета могут быть интерполированы между исходными значениями);
- 4) несколько срезов (сечений);
- 5) регион интереса (выделение элемента модели);
- 6) построение изоповерхностей (простая поверхность, поверхность в комбинации со срезами).

*Общие случаи решения задач геометрического моделирования, к которым относится большинство инженерных задач, требуют применения современных методов трехмерного компьютерного моделирования в сочетании с программными средствами [4, с. 8, 5, с. 178].* Для построения 3D-образов устройств технических систем обычно выбирается способ «снизу вверх», то есть сначала созданы по очереди все модели деталей, после этого проводится сборка. Конвертирование моделей из среды трехмерного моделирования включает не только прорисовку геометрии устройства, но и создание полноценной модели с типом задачи, например, задачи расчета параметров в соответствии с критерием оптимизации.

В среде моделирования задается только форма объекта, а в специализированном расчетном пакете могут задаваться параметры материалов, рассчитываться зависимости, которые затем записываются в элементы управления устройствами. Определение на стадии проектирования особенностей эксплуатации объекта с помощью средств компьютерной визуализации и моделирования позволяет повысить точность расчетов и сократить сроки исследования и разработки различных устройств машиностроительной промышленности, в том числе космического и оборонного машиностроения [6, с. 62, 7, с. 20, 8, с. 6], а также каналов связи между этими устройствами [9, с. 15, 10, с. 14, 11, с. 201, 12, с. 22, 13, с. 18, 14, с. 23, 15, с. 25].

#### Список литературы:

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н. А. Васильев, В. Н. Зиновьев, Ю. В. Стрелалюк, Г. Г. Вокин, К. Л. Самаров, М. Е. Ставровский, С. П. Посеренин, И. М. Разумовский, В. Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 174 с.
2. Аббасов А. Э., Аббасова Т. С. Визуализация и анализ информации при построении 3D-моделей данных для микропроцессорной системы управления // Сб. тр. 14-ой Международной научно-практической конференции «Микропроцессорные, аналоговые и цифровые системы: проектирование и схемотехника, теория и вопросы применения»: Южно-Российский государственный политехнический университет – Новочеркасск, ЮРГПУ, 2014. – С. 3- 4 (52 с.)
3. Аббасов А. Э., Аббасов Э. М., Аббасова Т. С. Проблемы моделирования переходных электромагнитных процессов оборудования системы рециркуляции автомобиля // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2014): сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2014. – С. 7 - 12 (272 с.)
4. Боковой Ю.В. Особенности методологии проектирования информационных систем для малого и среднего бизнеса // Прикладная информатика. – 2006. – № 5. – С. 3-11.
5. Шевченко Е.П., Харламова Е.С. Технология управления распределенного интеллекта // Наука – промышленности и сервису. 2013. – № 8-2. – С. 174-179.
6. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. С. 59 – 66.
7. Артюшенко В.М., Видов М. И. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации: сб. статей 1 международной заочной научно-технической конференции. Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2011. – С.18 – 29 (352 с.)
8. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. – 2013. – №6 (48). – С. 6 – 14.
9. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнит-

- ных помех. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУ-ТиС. – М., 2011. – 110 с.
10. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – №2, т. 6. – 2010. – С. 10 – 17.
  11. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов: монография, ФГБОУ ВПО ФТА. – М., 2013 – 214 с.
  12. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – М. №3, т.3. – 2007. – С. 20 – 23.
  13. Артюшенко В.М., Воловач В.И. Экспериментальное исследование параметров спектра доплеровского сигнала, отраженного от протяженного объекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Астраханский государственный университет. 3(19). – 2012. С. 17 – 24.
  14. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – №4, т.4. – 2008. – С. 22 – 29.
  15. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. – 2005. – №3. – С.20 – 27.

## УСТРОЙСТВА СОЗДАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ РАСХОДА В ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РАСХОДОМЕРНЫХ УСТАНОВКАХ ГАЗА

**Борзенков Павел Сергеевич**

*аспирант, Юго-Западный Государственный Университет, г. Курск*

*GAS CONSUMPTION STABILIZATION AND CONTROL DEVICES OF REFERENCE FLOWMETER COMPLEXES*

*Borzenkov Pavel, Postgraduate Student, South-West State University, Kursk*

### **АННОТАЦИЯ**

*Статья посвящена обзору основных типов устройств создания и стабилизации расхода в используемых испытательных расходомерных установках. Рассмотрены их характерные недостатки.*

### **ABSTRACT**

*This article is devoted to the review of common types of gas consumption stabilization and control devices of adjusting flowmeter complexes and their constructions. Their typical imperfections were examined.*

*Ключевые слова: расходометрия, испытательная расходомерная установка, расход газа*

*Keywords: flowmeter survey, reference flowmeter complex, gas consumption*

Многие технологические процессы в различных отраслях промышленности связаны с транспортированием вещества по трубопроводам. Непременным условием эффективного ведения таких процессов является наличие достоверной информации об их параметрах и в первую очередь о массовом или объемном расходе вещества. Точность и достоверность показаний измерительной аппаратуры определяют при испытаниях на специальных установках, которые в случае измерения расхода вещества называют испытательными расходомерными установками (ИРУ) [1, с. 3].

Для проведения поверки в соответствии с нормативными документами государственной системы обеспечения единства измерений необходимо получить в установленном порядке право на проведение поверочных работ (аттестат аккредитации) в области расходомерии и иметь необходимые технические средства – эталоны, ИРУ и вспомогательное оборудование. Между тем, техническая база для проведения поверочных работ сегодня во

многих регионах либо отсутствует, либо морально устарела и требует совершенствования. Более того, потребность в подобных установках испытывают и предприятия для проведения испытаний при разработке и выпуске расходомеров-счетчиков энергоресурсов, и промышленные предприятия, использующие расходомеры-счетчики в своих технологических процессах [2, с. 47]. При этом наиболее тяжелое положение сложилось в расходомерии газообразных сред.

Функции ИРУ в процессе испытания расходомеров заключаются в создании состоятельной модели расхода и измерения ее параметров. Расход измеряемой среды, проходящей через первичный преобразователь расхода, аппроксимируется его средним значением за фиксированный интервал времени (интервал осреднения расхода). Процесс создания модели расхода может быть представлен в виде последовательности операций:

- создания напорного потока контролируемой среды;

- стабилизации расхода на регулируемом уровне;
- выделения и измерения интервала осреднения расхода;
- измерения количества контролируемой среды, прошедшей через магистралу ИРУ за интервал осреднения расхода;
- отключение потока и опорожнение испытательной магистрали.

Эти операции характерны для измерения расхода как жидкостей, так и газов. В том случае, если газообразной средой является воздух, можно опустить операцию опорожнения испытательной магистрали [1, с. 6].

Обеспечение перечисленных операций является непременным условием работы любых ИРУ. Состав и взаимодействие входящих в ИРУ функциональных блоков можно отобразить в виде структурной схемы, представленной на рисунке 1. Материальные потоки расходуемой среды показаны объёмными стрелками, а информационные и управляющие сигналы – тонкими.



Рисунок 1. Общая структурная схема ИРУ газа

В состав *устройства заправки и хранения расходуемой среды* входят: фильтр, компрессор и хранилище газа (герметичный резервуар), который одновременно выполняет функции ресивера (выравнивателя скачков давления газа), снабжённый входным и выходным трубопроводами. Если расходуемой средой является природный газ, то фильтр отсутствует, а вместо компрессора используется перекачивающий насос, обеспечивающий перекачку газа из устройства опорожнения вновь в устройство заправки и хранения (на схеме эта связь и само устройство опорожнения показаны пунктиром, так как если расходуемой средой является воздух, то эти элементы отсутствуют).

*Устройство создания и стабилизации расхода* включает в себя: напорное устройство, устройство задания требуемого расхода и средства стабилизации расхода. В ИРУ газа применяется насосный способ создания напора. Может быть применён инверсный вытеснительный способ, когда газ вытесняется из резервуара напором жидкости.

Для настройки на требуемый расход используются регулируемые (вентили, задвижки) и нерегулируемые (калиброванные сопла, диафрагмы) сопротивления, устанавливаемые в трубопроводе на значительном расстоянии за испытательным расходомером.

*Испытательный участок трубопровода* служит для монтажа первичных преобразователей испытываемых

расходомеров и обеспечения «нормальной» кинематической структуры (соответствующей развитому турбулентному течению) потока на их выходе. Внутренний диаметр поперечного сечения трубопровода (диаметр условного прохода, «калибр»), обозначаемый  $D_n$ , должен быть равен внутреннему диаметру преобразователя расходомера.

*Средства измерения* количества среды, прошедшей через испытываемый расходомер за интервал осреднения, являются основными элементами, определяющими метрологические качества ИРУ. В простейшем случае в качестве таких средств используются образцовые расходомеры, предельная допустимая погрешность которых должна быть в 3-5 раз меньше предельной допустимой погрешности испытываемых расходомеров. Сюда также входят приборы измерения параметров состояния рабочей среды (температуры, давления и плотности). Чувствительные элементы указанных приборов располагаются на трубопроводе вблизи испытываемого расходомера, но таким образом, чтобы они не искажали структуру потока.

*Устройство управления* служит для задания программы испытания и её осуществления. В настоящее время блоком управления чаще всего служит либо персональный компьютер, либо встраиваемая микропроцессорная система.

*Устройство формирования интервала осреднения* расхода содержит индикаторы или задатчики границ

интервала, средство измерения его длительности (таймер) и средства измерения и регистрации выходных сигналов испытываемого расходомера. В случае если в качестве блока управления используется компьютер или микропроцессорная система, ему передаётся и функция формирования интервала осреднения расхода.

*Устройство опорожнения* (в расходомерных установках жидкости) включает в себя органы управления сливными клапанами измерительных резервуаров и отстойников, клапанами дренажа газа из магистралей, источник сжатого газа для «продувки» и осушения магистралей. В расходомерных установках газа, работающих на воздухе, устройство опорожнения отсутствует и воздух, прошедший через испытательную магистраль, выпускается наружу.

*Регистрирующее устройство* служит для фиксации во времени показаний средств измерений количества расходуемой среды, команд управления таймером, показаний приборов для измерений параметров состояния расходуемой среды и сигналов испытываемых расходомеров. Чаще всего в качестве регистрирующего устройства используется персональный компьютер (заодно являющийся устройством управления). [1, с. 8].

Одним из самых важных узлов ИРУ является устройство создания и стабилизации расхода. Для большинства ИРУ газа используется насосный метод создания напора (компрессоры, воздуходувки, насосы и т.д.). Известен также инверсный тип создания стабильно давления, используемый в установках с колокольным мерником.

Мерник представляет собой перевернутый вверх дном сосуд — колокол, опущенный нижней частью в другой сосуд, заполненный водой. Под колоколом находится воздух под давлением, определяемым весом колокола. Для возможности регулирования этого давления колокол подвешивается с противовесом регулируемой массы, который компенсирует часть веса колокола. При открытии запорного устройства, регулирующего величину расхода, воздух из-под колокола начинает выходить и проходить по магистрали и далее через поверяемый счётчик. При этом колокол начинает погружаться в воду. По мере погружения колокола воздух выходит из него и проходит далее через поверяемый счётчик. Глубина погружения колокола и объём вышедшего из-под него воздуха показываются на шкале. Далее сравниваются полученные результаты с показаниями поверяемого счётчика. Поэтому в первую очередь должна быть достигнута точность изготовления колокола и необходимая точность считывания показаний с его шкалы. Давление воздуха под колоколом при его погружении не должно изменяться. Для этого компенсируют изменение веса колокола. Этого добиваются путём подвешивания противовеса, компенсирующего часть веса колокола на цепи, вес которой подобран таким образом, что при погружении колокола вес той части цепи, которая подсоединена к колоколу, возрастает (за счёт удлинения этого участка цепи), а вес той части цепи, которая подсоединена к противовесу, уменьшается. Это приводит к увеличению суммарного веса колокола и

соответствующего участка цепи, которое должно компенсировать уменьшение его веса за счёт частичного погружения в воду [3, с. 114].

В зависимости от типа ИРУ различаются и требования к устройству задания и стабилизации расхода (УЗР), обуславливающие различия в конструкции УЗР. Таким образом, можно выделить две основных разновидности УЗР:

- регулируемые (вентили, дроссели);
- нерегулируемые (тарированные сопла и диафрагмы).

В первом случае речь идет о разнообразной запорной арматуре. Такие УЗР применяются в установках колокольного типа (рассматривались выше), трубопоршневых установках и установках с эталонным расходомером.

Основными элементами трубопоршневой установки являются калиброванная труба с помещенным внутри ее поршнем. Ход поршня ограничен двумя крайними положениями, которыми определен заключенный между ними объём. По ходу движения поршня расположено четыре концевых выключателя. Крайние из них фиксируют крайние положения поршня, переключая вентиль, меняющий направление подачи воздуха в измерительную трубу. Между ними находятся еще два концевых выключателя, которые определяют границы участка измерительной трубы, на котором движение поршня строго равномерное. Воспроизводимый расход определяется объёмом калиброванного участка трубы и временем прохождения поршнем рабочего участка трубы. По сигналам концевых выключателей фиксируются показания счетчиков, то есть учитывается лишь тот расход, который соответствует рабочему участку хода поршня [3, с. 115].

Установки с эталонным расходомером создаются на основе высокоточных образцовых расходомеров, во время работы которой сравниваются показания эталонного и поверяемого расходомеров. При этом относительная погрешность поверочной установки должна быть хотя бы в три раза меньше относительной погрешности поверяемых средств измерения.

Тарированные сопла применяются в многосопловых ИРУ. Измерительная часть такой установки состоит из тарированных метрологически аттестованных сопел, установленных на съёмной крышке выходного ресивера. Каждое сопло может работать как самостоятельно, так и параллельно с другими соплами. Принцип поверки счетчиков на этой установке заключается в пропуске за установленный промежуток времени через счетчик и набор тарированных сопел объёма воздуха при постоянном давлении, заданном при тарировке сопел. За действительный принимается объём пропущенного через сопла воздуха, который затем сравнивается с показаниями счетчика [3, с. 119].

При настройке и перенастройке ИРУ на требуемый расход путем изменения поперечного сечения выходного отверстия предпочтение отдается вентилям, однако при их применении возникает опасность самопроизвольного смещения и вибрации регулирующего (дросселирующего) элемента в процессе испытания. К тому же боль-

шинство вентиляй и дросселей имеют нелинейную характеристику регулирования расхода газа и плохую воспроизводимость параметров потока, что приводит к дополнительным погрешностям.

Тарированные сопла лишены данных недостатков, но, с другой стороны, обеспечивают только дискретное задание расхода газа. Есть возможность плавного регулирования расхода газа путем изменения производительности воздухоподувки, например, с помощью частотного преобразователя. Однако сопла аттестованы при определенном давлении, и пересчет их пропускной способности для других давлений также вносит дополнительные погрешности.

Таким образом, выбор конфигурации устройства создания и стабилизации расхода в значительной степени зависит от типа ИРУ и поставленных перед ней задач. В то же время возможны и гибридные варианты, например,

когда внутри одного из тарированных сопел устанавливается дроссель с соответствующим приводом управления, но пока любое из используемых решений не лишено недостатков. На данный момент известные работы по усовершенствованию УЗР в основном сводятся к устранению недостатков имеющихся конструкций, а не разработке УЗР нового типа.

#### Литература:

1. Бирюков Б.В. Испытательные расходомерные установки. М.: Энергия, 1976. 144 с.
2. Каргопольцев В.П., Автоматизированные поверочные установки: какими они должны быть? // Датчики и системы. – 2005. – № 11. С. 47-51.
3. Гордюхин А.И., Гордюхин Ю.А. Измерение расхода и количества газа и его учёт. Л.: Недра, 1987. 213 с.

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

**Шубов Лазарь Яковлевич**

*доктор техн. наук, профессор, Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсами и отходами, г. Москва;*

**Борисова Оксана Николаевна**

*кандидат техн. наук, доцент, Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва;*

**Доронкина Ирина Геннадиевна**

*кандидат техн. наук, доцент, Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва*

### THE EVOLUTION OF THE TECHNOLOGICAL APPROACHES TO SOLVING SOLID MUNICIPAL WASTE

*Shubov Lasar Yakovlevich, doctor of technology. Sciences, Professor, Research center on resource management and waste management, Moscow*

*Borisova Oksana Nikolayevna, Candidate of Science, assistant professor of Russian State University of tourism and service, Moscow*

*Doronkina Irina Gennadiyevna, Candidate of Science, assistant professor of Russian State University of tourism and service, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*Дан краткий анализ эволюции технологических подходов при переработке твердых бытовых отходов (ТБО). Опыт технологических решений проблемы ТБО показывает, что универсального метода их переработки, удовлетворяющего современным требованиям, не существует. Этим требованиям и тенденциям развития мировой практики в наибольшей степени отвечает комплексная переработка ТБО – системная комбинация различных методов рециклинга и переработки.*

#### ABSTRACT

*The short analysis of the evolution of the technological of solid municipal waste (SMW) treatment is given.*

*The practical experience of SMW technological treatment shows that there is no universal method satisfying modern requirements. These requirements and tendencies of global practice development are satisfied in the greatest extent by complex technologies of SMW – the system combination of different methods of SMW recycling and treatment.*

*Ключевые слова: ТБО; охрана окружающей среды; эволюция.*

*Keywords: SMW; environmental protection; evolution.*

Твердые бытовые отходы (ТБО) представляют собой один из видов отходов потребления: отслужившие свой срок товары и изделия, тару и упаковку, ненужные человеку продукты или их остатки, образовавшиеся у населения, в организациях и учреждениях, в системе ЖКХ и городского хозяйства, в сфере быта и услуг, а также ана-

логичные отходы в любой сфере деятельности, образование которых не связано с производством продукции и выработкой энергии.

По своему составу российские ТБО представляют собой гетерогенную смесь, состоящую из различных по свойствам, крупности и степени опасности компонентов:

пищевые и растительные отходы – 20-30%, макулатурообразующие компоненты – 20-25, пластмассы – до 10, стекло – 3-5, текстиль – 3-5, черные металлы – 3-4, цветные металлы – 0,4-0,5%, по 1-2% - дерево, кожа, резина, камни, керамика, кости; 10-15% приходится на прочие отходы и так называемый отсев (фракцию – 20мм переменного состава); ввиду отсутствия в России системы раздельного сбора в ТБО попадают практически все опасные бытовые компоненты, в т.ч. к ТБО не относящиеся – отработанные батарейки, электронный лом, аккумуляторы, термометры, тонометры, люминесцентные лампы, медицинские отходы и многое другое.

Главная особенность проблемы ТБО заключается в том, что они образуются в больших количествах (у каждого человека около 300кг/год), и ежедневно их нужно из мест образования удалять [1, с.9].

Проблема удаления ТБО из мест образования в принципе была решена еще в Средние века, когда жизнь вынудила изобрести свалку за чертой города, куда отходы стали удалять (до этого их безумно выбрасывали из окон, выносили на улицу рядом с жильем, что привело к трагедии: чума и холера выкосили половину Европы). На тот момент это было самое прогрессивное решение проблемы отходов.

Основные недостатки полигонного захоронения ТБО:

- наличие постоянной экологической опасности от накопления больших объемов отходов (плотность ТБО 0,15т/м<sup>3</sup>);
- сложность выделения площадей и обустройство новых свалочных мест;
- рост затрат на захоронение ТБО и их доставку к местам захоронения (увеличение плеча вывоза отходов);
- потеря ценных компонентов ТБО;
- нерациональное использование земельных ресурсов.

В мировой практике около полувека основной тенденцией решения проблемы ТБО является сокращение потока отходов на захоронение – за счет их вовлечения в промышленную переработку и утилизацию. Соответствующая техническая политика в первую очередь стала проводиться в странах с малой площадью и высокой плотностью населения. В начале XXI века во Франции полигонному захоронению подвергали около 35% ТБО, в Германии и Бельгии – менее 10%, в Нидерландах и Швейцарии – менее 5%. В двух странах – в России и Румынии – за последние сотни лет в сфере обращения с ТБО по количественным показателям захоронения отходов не изменилось почти ничего: захоронению подвергают 97-98% образующихся ТБО (в Москве 80-85%) [2, с.10].

ТБО стали интенсивно вовлекать в промышленную переработку к середине 70-х гг. прошлого столетия, в разгар мирового энергетического кризиса. Для обоснования методов промышленной переработки ТБО была в то время разработана концепция Waste to energy («Отходы – в энергию»). Она рассматривала отходы как источник возобновляемой энергии (по формальным признакам эта концепция к ТБО приемлема – на горючую фракцию в ТБО приходится 70-80%). Соответственно упор был сделан на термическую переработку ТБО. В основном на сжигание, которое стали рассматривать как важный вклад в переход

от использования ископаемого топлива к производству возобновляемой энергии.

Постепенно выяснилось, что вложение больших средств в строительство мусоросжигательных заводов (МСЗ) не позволяет существенно сократить поток ТБО на захоронение – «сжигательная» концепция оказалась ошибочной:

- совершенно не учитывалось, что срок службы МСЗ не превышает, как правило 25 лет, а количество образовавшихся ТБО ежегодно увеличивается на 3% (в такой ситуации вырисовывается неизбежность гонки строительства МСЗ, что бизнесу выгодно!);
- совершенно не учитывалось, что прямое сжигание неподготовленных, несортированных ТБО – самый затратный и экологически небезупречный вариант решения их проблемы (при сжигании ТБО образуются новые, более опасные, чем исходные ТБО, отходы, в частности, летучая зола);
- не учитывался большой объем обедненных кислородом отходящих газов (5-6 тыс.куб.м на 1т сжигаемых отходов); дымовые газы содержат всего 8% кислорода и более 10% диоксида углерода, они являются более тяжелыми, чем воздух (т.е вытесняют воздух из приземного слоя и опускаются на уровень дыхания человека);
- содержание вредных примесей в отходящих газах не равно нулю, и с атмосферными осадками они неизбежно возвращаются на земную поверхность, загрязняя почву и воды;
- прямая энергетическая утилизация ТБО исключает их использование в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР);
- совершенно ошибочно считали, что сжигание горючей части отходов (особенно бумаги и пластмассы) более выгодно с экологической точки зрения, чем их использование в качестве ВМР; в действительности при сжигании, в частности, полимеров выбрасывается больше CO<sub>2</sub>, чем при выработке электроэнергии, необходимой для получения полимеров;
- пищевые и растительные отходы, попадающие в процесс сжигания, обладают очень низкой энергетической ценностью (4МДж/кг) и увеличивают выход недожога.

Как альтернатива «сжигательной» развивалась концепция, которую можно назвать «компостной». Её сторонники (в СССР – Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова) исходили из того, что до 70% ТБО представляют собой биоразлагаемую фракцию, следовательно, их можно подвергнуть ферментации с получением продукта для сельхозиспользования (при условии отсутствия в нем тяжелых металлов и других загрязняющих примесей, в том числе механических); компост улучшает почвенную структуру, влагосодержание, уменьшает эрозию.

В принципе, возвращение части отходов в круговорот природы – важная экологическая задача. Тем не менее, мировая практика убедительно показала, что ТБО, не сепарированные в месте их образования, не пригодны для производства качественного компоста (например, в Германии использование компоста из ТБО в качестве удобрения запрещено законодательно). Почти во всех европейских странах для компостирования используют

только получаемые при раздельном сборе фракции с высоким содержанием биоразлагаемых веществ, не содержащие экологически опасных компонентов (прежде всего металлов).

Чисто «компостная» концепция оказалась надуманной.

В начале 80-х годов прошлого столетия во Всесоюзном институте вторичных ресурсов (ВИВР Госснаба СССР), исходя из гетерогенного состава ТБО, впервые было разработано представление о комплексной переработке ТБО и дано обоснование применения комбинационных технологических решений, базовой основой которых является сортировка.

Из новой концепции с очевидностью вытекало, что стремление использовать какой-то один конкретный метод, какую-то «избранную» технологию (будь то сжигание, ферментация, и пр.) для переработки всей массы ТБО, приводит к неоправданному увеличению затрат, ухудшает экономические показатели, усиливает негативное влияние технологии на окружающую среду и в конечном итоге не приводит к решению проблемы отходов.

Несмотря на то, что концепция комплексной переработки ТБО подверглась в нашей стране обструкции сторонниками прямого сжигания и компостирования ТБО (Букреев, Вилливальд, Пурим и др.), именно она получила развитие в мировой практике.

В XXI веке комплексный подход к решению проблемы ТБО выявляет иерархическая последовательность обращения с отходами:

- своевременное выделение из ТБО ресурсов, пригодных для вторичного материального использования;
- вовлечение ВМР в хозяйственный оборот (создание развитой индустрии вторсырья);
- переработка остаточных (после выделения вторсырья) отходов с утилизацией энергии (использование в качестве вторичных энергетических ресурсов – ВЭР);
- размещение на полигоне той части остаточных отходов, которые не могут быть использованы в качестве ВМР и ВЭР [3.с.43].

Реализация концептуальных принципов иерархии управления отходами обеспечила за последнее десятилетие революционные изменения в решении проблемы ТБО в ведущих странах ЕС.

В качестве ВМР в этих странах используют до 40-65% ТБО, сжигают с утилизацией энергии 23-35% ТБО (в Дании – 54%, Австрии – 23%), захоранивают в среднем 10-15% ТБО (в Нидерландах – 2%, во Франции – 35%). Иными словами, частью новой модели управления ТБО, реализуемо в настоящее время в мировой практике, стало снижение количества не только захораниваемых, но и сжигаемых отходов.

На сегодня мировая практика доказала, что предпочтительной является возможность сохранения энергии, сосредоточенной в отходах, за счет их вторичного использования и переработки в качестве ВМР. Повторное использование обеспечивает значительную экономию энергии и сокращение выбросов (например, при вовлечении металлоотходов во вторичное использование расход энергии в целом снижается на 60-95% по сравнению с выплавкой металлов из руды, а объем отходящих газов уменьшается в 5-10 раз).

Согласно исследованиям Агентства по охране окружающей среды США, вторичное использование и переработка ТБО взамен их сжигания на МСЗ позволяет сэкономить 0,8т условного топлива на каждую тонну используемых ТБО.

В соответствии с современной концепцией формируется следующий общий подход к выбору технологии: предпочтение должно отдаваться комбинационным технологическим решениям, которые сводят к минимуму затраты на их реализацию и экономический риск практических действий, обеспечивая утилизацию отходов в качестве ВМР и ВЭР (с учетом иерархии обращения с ТБО).

#### Список литературы:

1. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Олейник А.В.. Технология твердых бытовых отходов: Учебник. – М.: Альфа-М: Инфра-М, 2011.
2. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технологии обращения с отходами: преимущества и недостатки, мифы и реалии. Научно-практический журнал ТБО (твердые бытовые отходы), 2011, №10.
3. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Поручение президента России: как оно выполнено?. Научно-практический журнал ТБО (твердые бытовые отходы), 2014, №1

## АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Евдущенко Елена Владимировна**

*канд. т. наук, старший преподаватель Омского государственного института сервиса, г. Омск*

**Баландина Елена Александровна**

*канд. т. наук, доцент Омского государственного института сервиса, г. Омск*

### ALGORITHMIZATION PROCESS OF DESIGN IN FASHION INDUSTRY

*Evdushchenko Elena Vladimirovna, Candidate of technical sciences, senior lecturer of Omsk state institute of Service, Omsk*

*Balandina Elena Aleksandrovna, Candidate of technical sciences, Associate Professor of Omsk state Institute of service, Omsk*

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены проблемы формализации творческого процесса проектирование коллекций одежды. Автором предложена структура коллекции женской одежды на основе различных методов: текстологического, экспертного, декомпозиции. На основе проведенного исследования разработан алгоритм. Алгоритм позволяет выполнить автоматизацию формирования рациональной структуры коллекции женской одежды на основе маркетинговых исследований и тенденций моды с использованием системного анализа, теоретические основы САПР и алгоритмизации.

### ABSTRACT

The present article describes the problem of formalization of the creative process aimed at design of clothing collections. The author suggests the structure of women's clothing collection based on various methods: textual, expert, decomposition. On the basis of the study developed an algorithm. The algorithm allows automating the formation of a rational structure of women's clothing collections based on market research and trends of fashion with system analysis, the theoretical basis of CAD and algorithmization.

Ключевые слова: автоматизация; алгоритм; структура коллекции; ассортимент одежды; проектирование; формализация.

Keywords: automation; algorithm; the structure of the collection; assortment of clothing; design; formalization.

Проектирование одежды не является алгоритмом механического подбора элементов для получения итогового результата, а подразумевает творческий процесс. Под творчеством принято понимать процесс деятельности, для которого неизвестны алгоритмы отыскания решений. В недалеком прошлом производители одежды продумывали свой ассортимент в соответствии с двумя основными сезонами весна-лето и осень-зима, что давало специалистам (маркетологам, дизайнера, конструкторам, технологам) больше времени на решение творческих задач. И соответственно специалисты, решающие творческие задачи на предпроектном этапе, не расчленяли этот процесс на элементарные операции и содержащиеся в нем закономерности.

В настоящее время образ жизни людей значительно изменился: больше увлечений, недостаток времени, возросшая осведомленность об одежде потребителей и модных тенденциях. И частые обновления ассортимента создают ощущения новизны у потребителей одежды, а повторные заказы удачной модели с небольшой модификацией приводит к увеличению этого же продукта, к чему стремятся производители. Таким образом, традиционные сезоны весна-лето и осень-зима стали делиться на менее продолжительные, что неизбежно требует увеличение скорости производства за счет формализации процесса проектирования коллекций с учетом предпочтений потребителей и тенденций моды.

Было проведено исследование с целью формализации процесса, направленного на формирования рациональной структуры коллекции одежды в системе «гардероб». Актуальность коллекций в системе «гардероб» объясняется не только присутствием разнообразного ассортимента, но и использованием одежды нескольких назначений для различных жизненных ситуаций. В коллекции в системе «гардероб» может присутствовать два или три сочетания назначений одежды, в соответствии «с тенденцией офисных работников надевать элегантную повседневную одежду, чтобы согласовать строгий вид на работе с отдыхом после нее» [3, с. 234].

На основе текстологического метода, экспертного метода, метода декомпозиции и принципов последовательного приближения выявлены основные элементы структуры коллекции одежды и их взаимосвязь, которые

подтверждены экспериментальными данными. В результате анализа предметной области установлены основные элементы структуры промышленной коллекции:

- назначение одежды,
- ассортимент входящих в коллекцию изделий,
- комплекты,
- силуэты,
- крои рукава [1, с. 115].

В коллекции, выполненной в системе «гардероб», предполагается наличие максимально возможного разнообразия ассортимента для обеспечения потребностей в одежде различного назначения. Ассортимент разделен на пять уровней. На каждом уровне представлены взаимозаменяемые и одинаковые по назначению виды ассортимента (рисунок 1).

Самым важным этапом в проектировании коллекции является выбор ассортимента, на который оказывают влияние предпочтения потребителей и также модные тенденции. Количество изделий каждого вида ассортимента в коллекции может быть различно.

Необходимо определить максимальное количество изделий каждого уровня для обеспечения разнообразия ассортимента в коллекции, для удовлетворения потребностей в одежде различного назначения. Из выбранного ассортимента формируются комплекты изделий. Поэтому отбор комплектов в коллекцию из всех возможных целесообразно проводить с учетом потребительских предпочтений и модных тенденций.

Следующий этап исследования посвящен разработке алгоритма для автоматизации формирования рациональной структуры коллекции женской одежды на основе маркетинговых исследований и тенденций моды с использованием системного анализа, теоретические основы САПР и алгоритмизации. Математическое описание ввода результатов проведенного маркетингового исследования и данных модных тенденций, получения оптимального ассортимента, силуэтов и комплектов, предложенные методы решения и их реализация в алгоритме позволили решить задачу автоматизации процесса проектирования структуры коллекции в семь этапов, используя как автоматизированный, так и интерактивный режимы (рисунок 2).

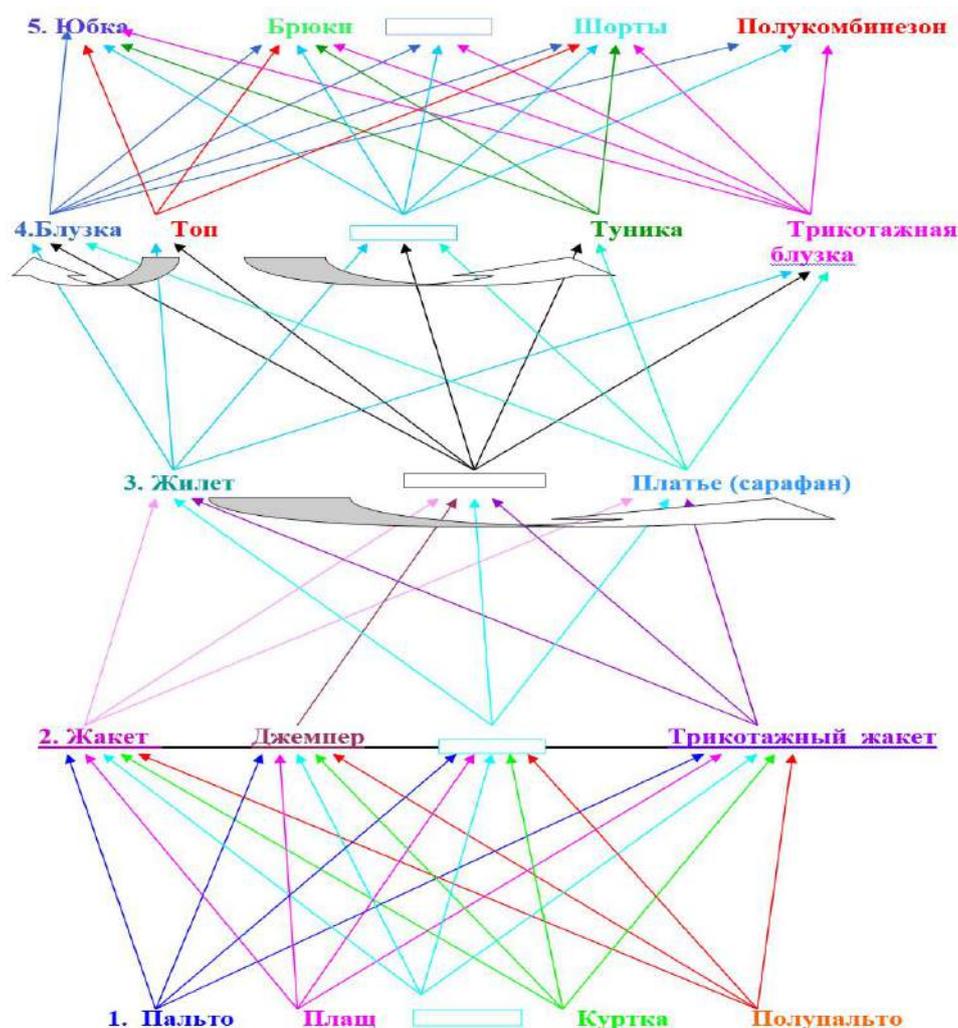


Рисунок 1. Схема разделения ассортимента на уровни

На первом и втором этапах осуществляется ввод данных:

- результатов маркетинговых исследований предпочтений для целевой сегментной группы по назначению одежды, ассортиментным группам, силуэтам, комплектности изделий (опроса потребителей);
- результатов анализа тенденций моды по ассортиментным группам, силуэтам, комплектности изделий, покроям рукавов.

На третьем этапе для выбранного целевого сегмента представляются возможные варианты комбинаций назначений одежды, полученные в автоматизированном режиме. А затем в интерактивном режиме выбирается один вариант для использования (применения, реализации моделей в соответствии с выбранными комбинациями назначений одежды) в коллекции.

На четвертом этапе – в автоматизированном режиме выполняется оптимизация ассортимента в соответствии с результатами маркетинговых исследований и анализа тенденций моды. В интерактивном режиме устанавливается количество изделий в коллекции по выбранному ассортименту в зависимости от полученного среднего количества, требуемого потребителям для создания гардероба [2, с. 123].

На пятом этапе – учитывая результаты маркетинговых исследований и анализ тенденций моды, в автоматизированном режиме осуществляется выбор комплектов изделий из выбранных на третьем этапе ассортиментных групп. Из представленных комплектов производится отбор лучших вариантов в соответствии с требуемым количеством изделий по выбранным ассортиментным группам. В данном режиме не допускается выбор комплектов, состав которых приведет к превышению количества изделий в коллекции. Если некоторые изделия не входят в основные комплекты коллекции, они представляются отдельно.

На шестом этапе – в автоматизированном режиме выполняется выбор силуэтов плечевой одежды в соответствии с результатами маркетинговых исследований и анализа тенденций моды.

На седьмом этапе – в автоматизированном режиме дается рекомендация по использованию в коллекции определенных покровов рукавов на основе результатов анализа тенденций моды.

На основании представленного выше алгоритма разработаны компоненты системы автоматизированного проектирования структуры промышленных коллекций одежды на подготовительном этапе в виде программных модулей комплекса «Формирования рациональной структуры коллекции одежды». Автоматизация процессов

выбора силуэтов, покроев рукавов, назначений одежды, оптимального ассортимента и комплектов с использованием интерактивного и автоматизированного режимов

реализует проектирование структуры промышленной коллекции в системе «гардероб» с учетом маркетинговых исследований и модных тенденций.

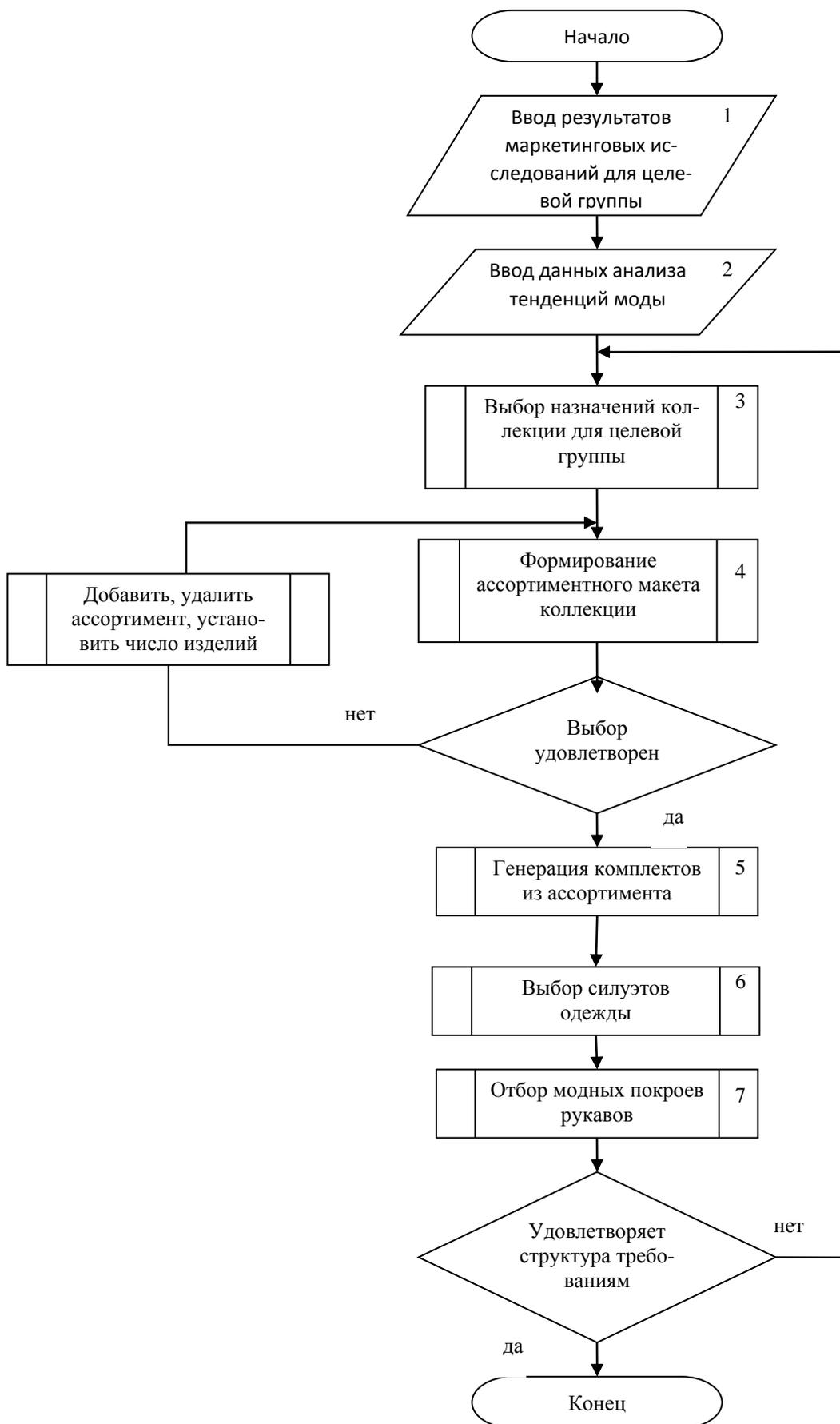


Рисунок 2. Структурная схема формирования коллекции одежды

Итогом работы программных модулей является разработка технического задания на промышленную коллекцию для целевой группы:

1. Сочетание художественно-конструктивных признаков: силуэтов, покроя рукавов, конструктивно-декоративных членений.
2. Разработка структуры коллекции – ассортиментного макета коллекции.

Данная система автоматизации позволяет согласовать и оптимизировать работу дизайнеров, маркетологов в процессе проектирования промышленных коллекций одежды, сочетая творчество и формальный подход. Внедрение разработанной системы автоматизированного проектирования позволит значительно сократить затраты времени маркетолога и дизайнера на выполнение подготовительного этапа формирования промышленных коллекций.

#### Список литературы

1. Франк Е. В. Формализация процесса проектирования промышленных коллекций одежды с учетом предпочтений потребителей // Омский научный вестник. – 2006. – № 6 (41), – С. 115-118.
2. Франк Е. В. Формирование оптимального ассортимента для промышленных коллекций // Проблемы совершенствования качества подготовки специалистов высшей квалификации: сборник статей форума "Омская школа дизайна". IV Международная научно-практическая конференция. – Омск : ОГИС, 2006. – С. 122-124.
3. Хайнс Т. Маркетинг в индустрии моды: комплекс. исслед. для специалистов отрасли / Тони Хайнс, Маргарет Брюс; перевела с англ. Е. Б. Иванова ; науч. ред. О. Ю. Рапацевич. – Минск : Гревцов Букс, 2011. – 416 с.

---

## NEW MODELLING AND CALCULATION METHODS FOR VIBRATING SCREENS AND SEPARATORS

---

**Kirill Ivanov**

*PhD, researcher REC "Mekhanobr-Tekhnika", St. Petersburg*

**Leonid Vaisberg,**

*PhD, D.Sc., professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, REC "Mekhanobr-Tekhnika", St. Petersburg*

#### ABSTRACT

*The work is revealing authors' experience in developing a fast-acting computational modelling algorithm and calculation of devices for vibrational size classification of ores, solid waste and other bulk materials. It is shown that adaptation of several analytical models to computing allows creating a new, less resource-intensive approach, as compared to widespread multifunctional computational methods (including DEM). This algorithm, based on problem-oriented models, requires neither preliminary calibration nor adjustment, which additionally reduces its deployment time and application costs.*

*Moreover, the algorithm enables parcel-wise improvements, as illustrated by introduction of an advanced openings-passing model and a layer-based vibrational separation sub-model.*

*Key words: screening, separation, numerical modelling*

Vibrational screening is a widely used size classification method for bulk materials. The nature of this process in open and, especially, closed fragmentation cycles significantly affects energy efficiency of disintegration. When processing non-metallic minerals and coal, vibrational screening ensures high commercial quality of final products. Size classification of municipal solid waste also represents a critical operation in material preparation for further processing. During the long application history of vibrating screens, three fundamentally different types of approaches to calculating respective screening devices have been developed. Empirical approaches are based on direct generalization of the available experience and simple formulas with experimental coefficients; phenomenological approaches are based on hypotheses regarding various structures of a particular process, often referred to as screening kinetics; and numerical approaches were formed at the end of the last century, when computing capacities became sufficient to carry out detailed modelling of physical processes with given mechanical properties.

The discrete element method [1] and other common universal modelling approaches for the behavior of granular materials currently used to study vibrational screening require extensive computing resources. Detailed numerical experiments may take months, which eliminates the benefits a computer simulation has as compared to a full-scale experiment. Therefore, the development and improvement of well-known analytical models may significantly simplify the process of developing new equipment. Moreover, when combined with such advanced methods of numerical optimization as, for example, the particle swarm optimization [2], these improved approaches will enable automatic determination of optimal design and process-related parameters for sieve classification devices.

The systematic approach proposed by Mekhanobr Institute and most fully represented in [3] has been developed for modelling the screening of a thick layer of coarse bulk material transported over the screening surface at a constant average speed. The authors of [3] derived a

most general differential equation determining the screening kinetics as follows:

$$\frac{d\varepsilon_D}{dy} = \frac{u\varphi}{v} \left(1 - \frac{D}{d_0}\right)^2 P_{D,y}(0)(1 - \varepsilon_D), \quad (1)$$

where  $\varepsilon_D$  – undersize recovery for narrow class D,  $v$  – material layer velocity over the screen,  $u$  – particle penetration rate through the openings in the screening surface,  $d_0$  – diameter of screen openings, and  $P_{D,y}(0)$  – the proportion of diameter D particles in the contact area under consideration.

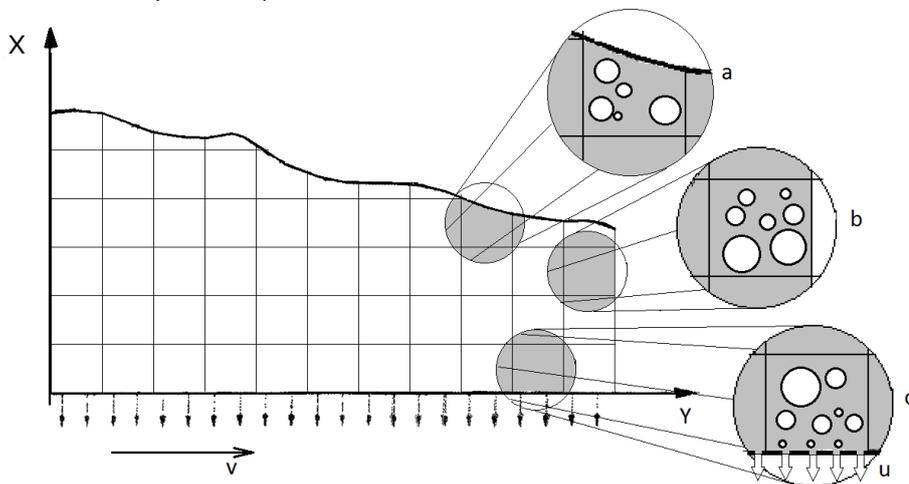
Assuming the material in the layer is uniformly mixed, this equation transforms into the central differential equation from classical model [4]. In the case of absolute segregation and linear cumulative particle size characteristics of the material, equation (2) may be integrated analytically and reduced to the equation of

$$\gamma = \frac{\beta y}{y + \frac{Q_0 \beta}{u \varphi a c}}, \quad (2)$$

which coincides with those obtained experimentally in [5]. Here,  $\gamma$  represents the undersize yield of the material,  $\beta$  is the parameter characterizing the gradient of the cumulative particle size characteristic,  $Q_0$  – feed rate, and  $c$  – bulk density of the material. It should be emphasized that, as compared to the currently most common numerical approaches to modelling the behavior of granular medium, this method requires extremely low computational resources.

The improved approach to modelling the screening process for coarse bulk materials presented below is based on the extensive experience of REC "Mekhanobr-Tekhnika" in the design and manufacture of vibrating screens. The program developed using this approach has the following input parameters: grain-size distribution of the material, represented as a mixture with given proportions of narrow grain-size classes of user-defined diameters ( $d_i$ ); coefficients of friction between material particles and with the screening surface; screen feed rate ( $Q_0$ ); screen parameters, such as its length (l), width (a), opening diameter (d0) and the open area ( $\varphi$ ); screen oscillation characteristics (horizontal and vertical components may be set separately in an arbitrary form) or, similarly to the basic model, the vibrational displacement rate of the material layer on the screen surface (v); as well as the velocity of material particle penetration through screen openings (selectable from a special table of experimental data). This program outputs recovery values for all predetermined narrow classes, distribution of these grain-size classes in the material layer over the entire length of the screening surface, as well as all derivative characteristics such as recovery efficiency for a selected class or a set of classes, product yields, etc.

Since the differential equation in the basic model is generally not analytically integrable, the improved approach was originally formulated in a form suitable for computer-based calculations. The material layer on the screening surface was represented as a set of spatial cells (see Fig. 1).



**Fig. 1. Longitudinal section of material layer on the screen, cell types: a) surface layer cell, b) the material thickness cell, c) cell in the contact area between the material and the screen**

For each cell (number j vertically from the bottom of the column, with number k as counting from the feeder), the following parameters are set:

- $F_{k,j}(d_i)$  – mass fraction of narrow class  $d_i$  in the cell,
- $M_{k,j}$  – gross weight of all the material in the cell.

This material distribution into cells, which facilitates computations, also enabled developing a modular architecture for the program. The approach is based on three relatively independent sub-models regarding displacement, screening and redistribution of particles within the material layer. Focusing on specific modelling goals and objectives, each user may change individual models and related sub-programs in order to achieve a reasonable balance between

resource intensity and calculation accuracy or even use a new sub-program based on a different model without changing the remaining code.

Vibrational displacement was included in the basic model (see (2)) only as parameter  $v$  – velocity of the material layer on the screening surface. With that, the connection between vibration parameters and material shift along the screening surface was taken into account only indirectly, which in some cases may complicate engineering calculations. In order to solve the general problem, a sub-program was developed simulating vibrational displacement of a solid body on a rough inclined vibrating plane. The program was based on the methods presented in [6]. The average displacement velocity in this case was assumed to be equal to the material layer displacement velocity under the same conditions.

In accordance with the basic model, mass outflow through a screen segment number  $k$  for each class may be calculated by the formula:

$$q_k(d_i) = P(d_i)uF_{k,0}(d_i)\Delta ya, \tag{3}$$

where  $P(d_i)$  – coefficient determining the proportion of particles with diameter  $d_i$  on the screening surface that will pass through the screen, conventionally referred to as the penetration probability of narrow class particles; while  $u, F_{k,0}(d_i), \Delta y$  and  $a$  correspond to the rate of material penetration through screen openings, mass fractions of different classes in granular material cells, horizontal cell size and screening surface width respectively.

Similarly to most of the preceding analytical approaches, the basic model is based on the Gaudin penetration probability. However, the classical Gaudin formula does not assume the possibility of simultaneous passage of several particles of the same or different sizes through a single screening surface opening, which may result in a somewhat understated screening intensity for finer grain-size classes. The model presented in this paper has been

refined using an advanced formula by A.E. Pelevin [7]. If the Gaudin penetration probability for a particle with diameter  $d_i$  is

$$P^{d_0}(d_i) = \varphi \left(1 - \frac{d_i}{d_0}\right)^2, \tag{4}$$

the refined Pelevin probability may be presented in the compact form of

$$P(d_i) = P^{d_0}(d_i) + \sum_{j, (d_j+d_i \leq d_0)} F_{k,0}(d_j)P^{d_0}(d_j)P^{d_0-d_j}(d_i). \tag{5}$$

Here, the items in the sum correspond to the conditional penetration for a particle with diameter  $d_i$ , assuming the penetration of particles with diameter  $d_j$  in the remaining gap of  $d_0 - d_j$  for  $j$  values, for which  $d_j + d_i \leq d_0$ .

Processes occurring inside the material layer during its vibrational transportation may significantly influence sieve classification, since they determine which particles come in contact with the screening surface. Various ways to describe these processes and account for them in vibrational screening modelling have been considered in many studies [4, 8, 9]. Specific features of the model presented in this paper enable flexible implementation of virtually any ideas on modelling the behavior of particles inside the material layer. The basic version of the model treated separation as a uniform process through its forced averaging with a preset proportionality of the distribution function for grain-size vertical distribution along the section with the function corresponding to a completely sorted distribution. The above vibration segregation treatment method has, however, a severe drawback – essentially heterogeneous materials in this modelling are sorted at the same rate as practically homogeneous materials. In this regard, a refined model was added to the algorithm, representing separation as part of the material exchange between computational cells with fine particles sieved through a layer of large particles, as if through a screen.

Table 1.

Results of full-scale and numerical modelling

	Source material grain size classes (mm)	Contents of grain-size classes (%)	Screen weight output (t/h)	Sieve cell size (mm)	Recovery			
					Experimental data	Basic model	Improved screening	Improved separation
1	-0.071+0	1.67	1.76	0.630	0.83	0.97	0.96	0.98
	-0.18+0.071	11.41			0.91	0.97	0.96	0.95
	-0.315+0.18	8.58			0.88	0.97	0.95	0.86
	-0.63+0.315	16.74			0.53	0.84	0.82	0.61
	+0.63	61.61			0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.071+0	1.26	0.63	0.630	1.00	0.98	0.97	0.99
	-0.18+0.071	11.12			1.00	0.98	0.97	0.97
	-0.315+0.18	8.84			1.00	0.98	0.97	0.90
	-0.63+0.315	17.12			0.69	0.95	0.93	0.72
	+0.63	61.66			0.00	0.00	0.00	0.00
3	-0.071+0	1.24	0.54	0.315	1.00	0.97	0.95	0.96
	-0.18+0.071	11.17			0.99	0.96	0.95	0.90

Source material grain size classes (mm)	Contents of grain-size classes (%)	Screen weight output (t/h)	Sieve cell size (mm)	Recovery			
				Experimental data	Basic model	Improved screening	Improved separation
-0.315+0.18	10.30	1.73	0.315	0.74	0.93	0.90	0.75
-0.63+0.315	16.56			0.00	0.00	0.00	0.00
+0.63	60.73			0.00	0.00	0.00	0.00
-0.071+0	1.53			0.89	0.96	0.94	0.95
-0.18+0.071	11.98			0.87	0.95	0.93	0.88
-0.315+0.18	8.59			0.61	0.77	0.74	0.61
-0.63+0.315	17.02			0.00	0.00	0.00	0.00
+0.63	60.87	0.00	0.00	0.00	0.00		

In refined separation modelling, the lower boundary of each cell represents a conventional screening surface with an opening diameter equal to the gap between packed particles with a cell-average radius. Fine-grain particles acquire an additional advantage in terms of accessing the screening surface, which ensures more realistic recovery curves. Table

1 shows the comparative results of full-scale experiments and three versions of modelling – basic model, improved screening and improved segregation. Figure 2 presents recovery curves for the full-scale and numerical modelling using the basic and improved methods corresponding to the first experiment in the table.

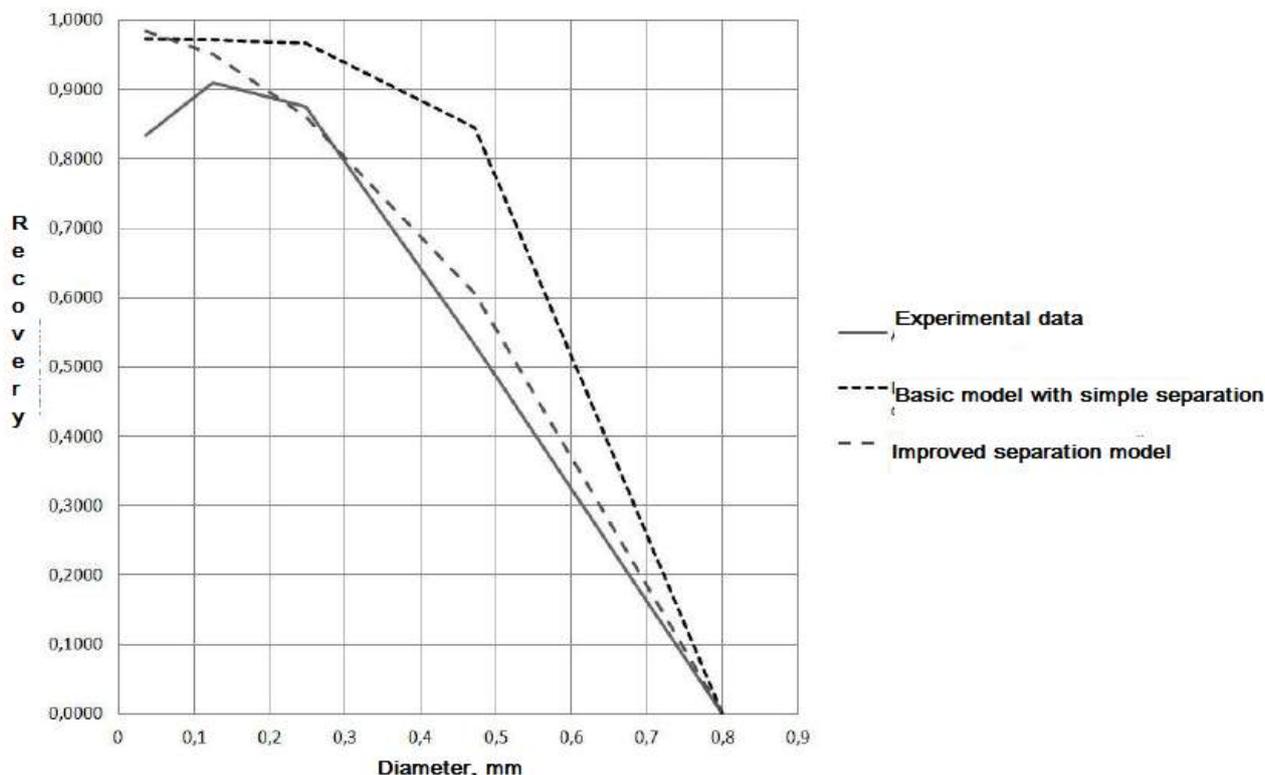


Fig. 2. Recovery curves by grain-size classes for experiment 1

The approach to vibrational screening modelling presented in this paper has several advantages as compared to other currently existing numerical and common analytical methods. It enables high-accuracy modelling without time-consuming setup, calibration and preliminary experimental preparations and may be applied for a vast array of devices. The computer software with a friendly user interface developed on the basis of the approach allows designers to evaluate performance of the designed device by its initial parameters. Moreover, low computing resource intensity of the program enables its application in combination with

stochastic optimization methods for preliminary evaluation of optimal parameters for designed screens and screens separators.

**References**

1. P.A. Cundall, O.D.L. Strack, A distinct element model for granular assemblies. *Geotechnique*, 29, 1979, pp. 47–65.
2. T-H. Kim, I. Maruta, T. Sugie, A simple and efficient constrained particle swarm optimization and its application to engineering design problems, *Journal*

- of Mechanical Engineering Science, 2010, vol 224, No C2, pp. 389-400
3. L.A. Vaisberg, D.G. Rubisov. Vibrational screening of bulk materials. Leningrad: Mekhanobr, 1994. – p. 47.
  4. Ferrara G., Preti U., Schena G.D. Modelling of screening operations. Intern. J. of Mineral Processing. 22, 1-4, 1988, pp. 193-222
  5. I.M. Abramovich. Some regularities of screening process. XV years in the service of socialist construction. Jubilee volume of Mekhanobr. Leningrad–Moscow, GRGTL, 1935, pp. 367–410.
  6. I.I. I. Blekhan, G. Yu. Dzhanelidze. Vibrational Displacement, Moscow, Nauka, 1964, p. 410.
  7. A.E. Pelevin. Probability of particles passing through the sieve openings and separation process in vibrational screening devices (in Russian) // Izvestiya vuzov. Mining Journal. 2011. N 1. pp. 119–129
  8. Subasinghe G.K.N.S., Schaap W., Kelly E.G. Modelling screening as a conjugate rate process. International Journal of Mineral Processing. 1990. V 28, I. 3-4. pp. 289-300.

*This paper was prepared under the financial support of the Federal Target Program, grants 12-05-31376 and 14.U02.21.0681.*

## УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТА ПОХОДКИ ШАГАЮЩЕГО КОЛЕСА ДЛЯ УСТАНОВКИ К ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ

**Кайнарбеков Асемхан**

*доктор технических наук, профессор, Гуманитарный университет транспорта и права имени Д.А. Кунаева  
г. Алматы, Казахстан*

**Омарова Гульмира Амангельдиевна**

*кандидат технических наук, доцент, Гуманитарный университет транспорта и права имени Д.А. Кунаева  
г. Алматы, Казахстан*

**Жұмабек Алембек Гиниятұлы**

*кандидат технических наук, доцент, Гуманитарный университет транспорта и права имени Д.А. Кунаева  
г. Алматы, Казахстан*

### REMEDY THE DEFECT GAIT WALKING WHEEL FOR INSTALL TO VEHICLES

*Asemkhan KAYNARBEKOV, Doctor of Technical Sciences, Professor, Humanitarian University of Transport and Law named after D.A. Konaev, Almaty, Kazakhstan;*

*Gulmira OMAROVA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Humanitarian University of Transport and Law named after D.A. Konaev, Almaty, Kazakhstan*

*Alembek ZHUMABEK, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Humanitarian University of Transport and Law named after D.A. Konaev, Almaty, Kazakhstan*

#### АННОТАЦИЯ

*В данной статье рассмотрены конструкционные параметры шагающего колеса типа «Тук-тук» и дано решение по устранению недостатка в конструкции. Приведена методика расчета величины деформации упругого элемента шагающего колеса. Определена жесткость упругого элемента и дана рекомендация по устранению дефекта походки шагающего колеса путем установки каблук из амортизационной резины.*

#### ABSTRACT

*This article describes the design parameters of walking wheel type "Tuk Tuk" and a solution is given remedy defect in the design. The methodology for calculating the amount of deformation of the elastic element walking wheel. Determined stiffness of the elastic element, and a recommendation to remedy the defect gait walking wheel by installing rubber heel of depreciation.*

*Ключевые слова: шагающее колесо; амортизирующий каблук.*

*Keywords: walking wheel; cushioning heel.*

Повышение проходимости специальных автотранспортных средств, предназначенных для работы в бездорожных условиях, допустим, в сельском хозяйстве, геологоразведочных работах, в оборонной промышленности и.т.д., возможно только путем установки на автомобиль шагающего колеса.

В работе [1] исследованы различные по конструкции типы шагающего колеса. Из числа этих колес предпо-

чтение отдается к шагающему колесу типа «Тук-Тук». Удивительная простота конструкции и 100%-ная надежность в работе действительно привлекает внимание конструкторов.

Единственным недостатком этого колеса является падение спицы наступающей ноги к опоре при переводе веса платформы от одной ноги к другой. Поэтому это колесо названо «Тук-Тук» (рисунок 1).

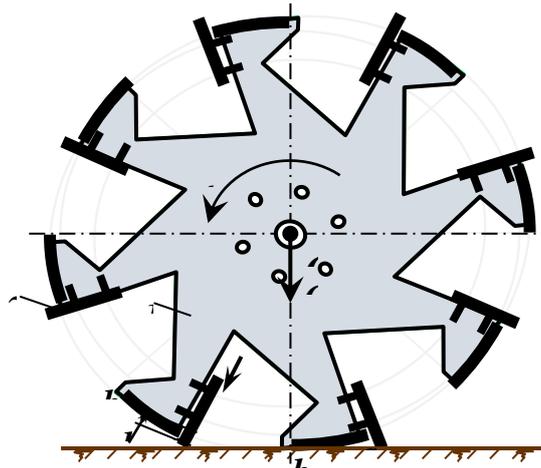


Рисунок 1. Расчетная схема параметров

Величина высоты нападения  $h$  зависит от длины шага  $t_{шп}$  шагового режима походки. Походка колеса состоит из двух полушагов, т.е.

$$t = t_{шп} + t_{кр},$$

где  $t_{шп} = a_1 b_8$ , а  $t_{кр} = a_1 b_1$ .

С увеличением  $t_{шп}$  увеличивается длина  $h$  ( $h$  – высота падения пятки наступающей спицы). Падение спицы колеса нарушает прямолинейность движения центра ступицы и создает дефект походки. Следовательно, снижается степень комфортности езды. Пневмоколесо при перекатывании по твердой и гладкой поверхности дороги имеет только одну степень подвижности  $w=1$ , т.к. на него не действует никакое другое возмущение кроме возмущения привода.

Поэтому коэффициент комфортности езды  $k_1$  равен:

$$k_1 = \frac{1}{w} = \frac{1}{1} = 1,$$

т.е. соответствует к 100% комфортности езды.

Шагающее колесо при перекатывании по такой же дороге имеет две степени подвижности  $w=2$ , т.к. центр ступицы "O" перемещается в вертикальном направлении, поэтому коэффициент комфортности езды  $k_2$  равен:

$$k_2 = \frac{1}{w} = \frac{1}{2} = 0,5,$$

т.е. соответствует 50% комфортности езды.

Для устранения этого недостатка к пятке ступицы устанавливается амортизирующий каблук 2 (рисунок 1). Каблук, снабженный упругим элементом позволяет опускать пятки ступицы плавно, сохраняя прямолинейность перемещения центра ступицы "O" колеса по прямой  $tt$ . Для этого нужно точно рассчитать нужную жесткость "C" и первоначальной длины "L" пружины каблука (рисунок 2).

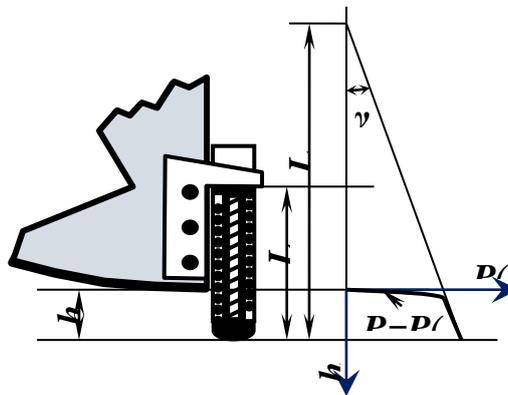


Рисунок 2. Расчет упругого элемента

Далее приведем методику этого расчета на конкретном примере следующими исходными данными:

1. колесо восьмишпичное (восьмиспицевое);
2.  $r$  – радиус колеса в м (0,5 м);
3.  $t_{шп} = t_{кр} = 0,187$  м (187 мм) – длина шагов в шагающем и колесном режимах;
4.  $G$  – вес, падающий на одиночное колесо ( $G=2000$  Н).

На рисунке 3 показано восьмишпичное шагающее колесо в неустойчивом положении, где  $Oa_1=r$ ;  $k_2 a_1 = t_{шп}$ . Из прямоугольного треугольника  $Ok_2 a_1$ , определим длину  $Ok_2$ :

$$Ok_2 = \sqrt{r^2 + t_{шп}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,187^2} = 0,5338 \text{ м.}$$

В то же время:

$$Ok_2 = r + h$$

откуда определим первоначальную длину  $h$ :

$$h = Ok_2 - r = 0,5338 - 0,5 = 0,0338 \text{ м.}$$

Из  $\Delta Ok_2 a_1$ :

$$\frac{k_2 a_2}{\sin \varphi} = \frac{Ok_2}{\sin 90^\circ}$$

откуда:

$$\sin \varphi = \frac{k_2 a_1}{Ok_2} = \frac{t_{шп}}{Ok_2} = \frac{0,187}{0,5338} = 0,3503$$

$$\varphi = \arcsin \left( \frac{t_{шп}}{Ok_2} \right) \approx 20^\circ.$$

Шагающее колесо (рисунок 3) при вращении относительно точки  $k_2$  (точки приземления каблука) из ис-

ходной позиции ( $k_2O$ ) переходит в положение ( $k_2O_6$ ) повернувшись на угол  $\varphi=20^\circ$ . При этом проекция силы веса  $G$  на направление спицы ( $Ok_2$ ) пробегает деформируя пружины каблука. В положении спицы  $k_2O_6$ , пятка "b<sub>2</sub>" спицы

приземляется. Определим закон изменения величины деформирующей силы и величины изменения деформации пружины каблука.

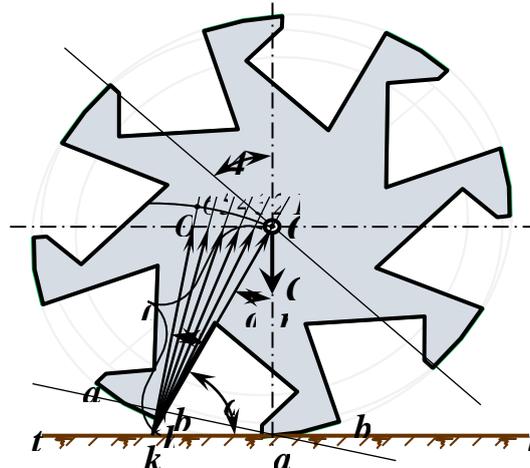


Рисунок 3. Расчет величины деформации упругого элемента

Для этого диапазон изменения значения угла  $\varphi$  от  $\varphi=20^\circ$  до  $\varphi=0^\circ$  разделим на пять равных частей, т.е.:  
 $\varphi_1=\varphi_2=\varphi_3=\varphi_4=\varphi_5=4^\circ$ .  
 Тогда величина деформирующей силы

$$P_i = G \cos \varphi_i, \tag{1}$$

изменяется в зависимости от изменения угла от  $\varphi=20^\circ$  до  $\varphi=0^\circ$ , т.е.  
 $\varphi_1=20^\circ; \varphi_2=16^\circ; \varphi_3=12^\circ; \varphi_4=8^\circ; \varphi_5=4^\circ; \varphi_6=0^\circ$ .  
 В зависимости от действия деформирующей силы  $P$ , пружина должна деформироваться пружина каблука по закону:

$$h_i = Ok_2 - \rho_i = Ok_2 - \frac{r}{\cos \varphi_i}$$

или

$$h_i = 0,5338 - \frac{0,5}{\cos \varphi_i}$$

Определим деформирующую силу  $P$ ,

- при  $\varphi_1=20^\circ$ :  $P_1=G \cos \varphi_1=2000 \times 0,9397=1879,4$  (Н)
- при  $\varphi_2=16^\circ$ :  $P_2=G \cos \varphi_2=2000 \times 0,9613=1922,6$  (Н)
- при  $\varphi_3=12^\circ$ :  $P_3=G \cos \varphi_3=2000 \times 0,9781=1956,2$  (Н)
- при  $\varphi_4=8^\circ$ :  $P_4=G \cos \varphi_4=2000 \times 0,9903=1980,6$  (Н)

- при  $\varphi_5=4^\circ$ :  $P_5=G \cos \varphi_5=2000 \times 0,99761995,2$  (Н)
  - при  $\varphi_6=0^\circ$ :  $P_6=G \cos \varphi_6=2000$  (Н)
- Определение нужной величины деформации пружины в зависимости от угла поворота спицы колеса:

$$h_i = 0,5338 - \frac{0,5}{\cos \varphi_i}$$

- при  $\varphi_1=20^\circ$ :  $h_1=0,5338 - \frac{0,5}{0,9397}=0,001$  (м)
- при  $\varphi_2=16^\circ$ :  $h_2=0,5338 - \frac{0,5}{0,9613}=0,014$  (м)
- при  $\varphi_3=12^\circ$ :  $h_3=0,5338 - \frac{0,5}{0,9781}=0,023$  (м)
- при  $\varphi_4=8^\circ$ :  $h_4=0,5338 - \frac{0,5}{0,9903}=0,029$  (м)
- при  $\varphi_5=4^\circ$ :  $h_5=0,5338 - \frac{0,5}{0,9976}=0,033$  (м)
- при  $\varphi_6=0^\circ$ :  $h_6=0,5338 - 0,5=0,034$  (м)

Построив график  $P=P(h)$  путем исключения угла  $\varphi$  из (1) и (2) (рисунок 4) видим, что жесткость упругого элемента исключает установки цилиндрической пружины постоянной жесткости т.к. длина пружины  $L$  (рисунок 2) получается слишком длинной. Если эту пружину предварительно зажать до длины  $h$ , то получается слишком напряженный упругий элемент.

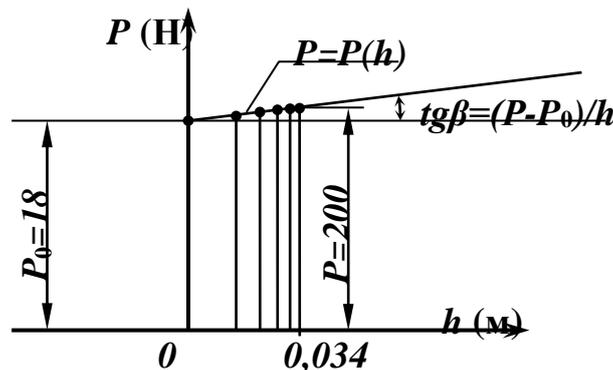


Рисунок 4. Определение жесткости упругого элемента

Поэтому рекомендуется установить каблук из амортизационной резины, жесткостью:

$$C_{\text{п}} = tg\beta = \frac{P-P_0}{h} = \frac{2000-1879}{0,034} = 3559 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}}\right),$$

или

$$C_{\text{п}} = 3559 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}}\right).$$

#### Список литературы:

1. А. Муратов, А.Д. Омаров, А. Кайнарбеков. Хикаят шагающего колеса // «LAP» – LAMBERT Academic Publishing, Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121, Saarbrücken, Germany, 2014, 270 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. – 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ КОНСЕРВАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Кравченко Игорь Николаевич**

доктор технических наук, профессор, Военно-технический университет, г. Балашиха

**Зиятдинов Эдуард Андреевич**

аспирант, 3 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации

г. Москва

**Жуков Леонид Витальевич**

аспирант, Военно-технический университет, г. Балашиха

**Амелин Сергей Сергеевич**

кандидат технических наук, Военно-технический университет, г. Балашиха

### METHODOLOGY OF FORECASTING THE LABOR PRESERVATION OF SPECIAL EQUIPMENT

*Kravchenko Igor', Doctor of Science, professor of Military Technical University, Balashiha*

*Ziatdinov Eduard, post-graduate of 3 Central research Institute, Moscow*

*Zhukov Leonid, post-graduate of Military Technical University, Balashiha*

*Amelin Sergey, Candidate of Science, Military Technical University, Balashiha*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье исследованы вопросы состояния хранения специальной техники, причины снижения ее готовности. Предложенная методика прогнозирования трудоемкости консервации изделий специальной техники позволит оценить приспособленность исследуемых изделий к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов при организации хранения; классифицировать специальную технику в зависимости от применения метода консервации; прогнозировать расходы и трудоемкость производимых работ по консервации изделий специальной техники.*

#### ABSTRACT

*The article examines the state of the retention of the special technics, the reasons for the decline of its readiness. The technique of forecasting of labor preservation of the items of special technology will allow to assess the suitability of the investigated products to conservation, which in turn reduces the cost of resources when organizing storage; to classify a special technique depending on the application of the method of conservation; to forecast the costs and complexity of work produced for the conservation of the items of special technology.*

*Ключевые слова: Специальная техника; трудоемкость; консервация; хранение.*

*Keywords: Special equipment; labor; conservation; storage.*

В ходе реформирования Вооруженных сил производится укомплектование воинских частей новыми образцами специальной техники (СТ), что в свою очередь приводит к большому переизбытку устаревшей специальной техники, находящейся на хранении. В результате нахождения специальной техники на хранении ее готовность к использованию по штатному назначению снижается.

Для недопущения снижения готовности СТ, находящейся на хранении и обеспечения ее сохраняемости разработан комплекс технических мероприятий, из которых основным и наиболее трудоемким является консервация. Трудоемкость проведения консервации характеризуется многообразием применяемых консервационных методов, которые в свою очередь, обусловлены конструктив-

ными особенностями техники. Вследствие этого возникает необходимость прогнозирования трудоемкости консервации специальной техники [2, с. 3; 3, с. 45]. Разработанная методика прогнозирования трудоемкости консервации специальной техники, позволяет прогнозировать расходы, связанные с консервацией СТ при постановке на хранение, оценивать приспособленность СТ к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов (трудовых и материальных) при организации хранения СТ.

Количественный анализ техники, находящейся на длительном хранении, показывает, что значительную часть ее составляет специальная техника (рисунок 1). В связи с этим можно предположить, что боеготовность войск в значительной степени определяется состоянием специальной техники, находящейся на хранении [4, с. 71].

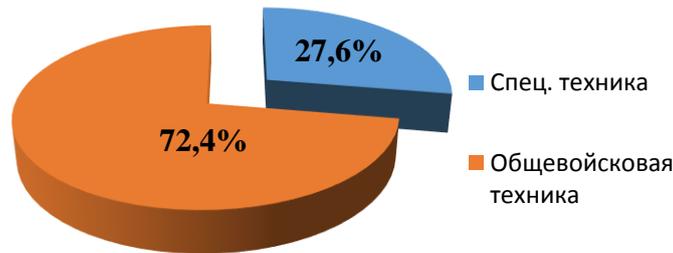


Рисунок 1. Распределение военной и специальной техники на длительном хранении

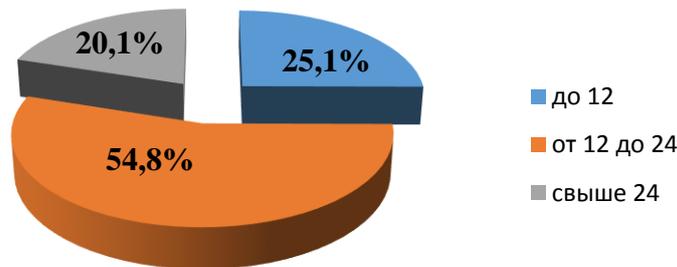


Рисунок 2. Распределение специальной техники по сроку хранения

Учитывая приведённые выше данные, а также то, что для изделий специальной техники, выполняющих задачи по штатному предназначению, характерен периодический (сезонный) режим эксплуатации (рисунок 2). Можно утверждать, что в течение всего жизненного цикла, специальная техника, значительную часть времени эксплуатируются нерегулярно (находятся на хранении) [1, с. 4].

Решение задачи по прогнозированию трудоемкости консервации СТ осуществляется в несколько этапов (рисунок 3):

1 этап. Анализ конструктивного исполнения предлагаемых к принятию на вооружение изделий специальной техники.

На этом этапе выявляется количество конструктивных элементов, реализующих функциональные возможности каждого изделия и характеризующих как сложность самой конструкции, так и сложность применяемых методов консервации.

2 этап. Определение количества конструктивных элементов, реализующих функциональные возможности каждого изделия СТ, характеризующих как сложность самой конструкции, так и сложность применяемых методов консервации.

Определение трудозатрат, расходуемых на проведение консервации предлагаемых к принятию изделий СТ, выбранных на 1 этапе. Для решения, в первую очередь, по формулам (1, 2), используя данные, полученные на 1 этапе, производится расчет значений коэффициентов приспособленности рассматриваемых конструкций к консервации.

$$S_k = S_{xk} + S_{xp}, \quad (1)$$

где  $S_k$  – коэффициент приспособленности СТ к консервации;

$S_{xk}$  – коэффициент конструктивной приспособленности СТ к консервации;

$S_{xp}$  – коэффициент, определяющий приспособленность СТ к применению различных методов консервации.

3, 4, 5 этапы. Производится расчет прогнозируемой трудоемкости консервации и критерия приспособленности к консервации для каждого предложенного изделия

СТ с целью определения вариантов конструкций машин, наиболее полно удовлетворяющим требованиям (прогнозируемая трудоемкость консервации минимальна, а производительность СТ высока).

На заключительном этапе по предложенному критерию производится сравнение принятых вариантов СТ с аналогом.

Проведенные ранее исследования, не учитывают номенклатурного разнообразия специальной техники и направлены в основном только на однотипные машины, что не позволяет использовать их результаты для классификации конструктивного исполнения изделий специальной техники с целью выявления конструктивных элементов, реализующих её функциональное предназначение.

Представив значение оценок  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  в баллах и выполнив ряд преобразований, можно представить коэффициент приспособленности сборочной единицы, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ в виде:

$$S_{ij} = k_{ij} \cdot \alpha_{ij} + k_{ij} \cdot \sum_{r=1}^R \gamma_r \beta_{ijr}, \quad (2)$$

где  $S_{ij}$  – коэффициент приспособленности  $j$ -го вида конструктивных элементов ( $j$  – номер вида элемента,  $J$  – количество элементов, реализующих функциональные возможности изделия СТ) реализующих  $i$  – ую функциональную возможность ( $i$  – номера функциональных возможностей;  $I$  – общее число функциональных возможностей изделия СТ);

$k_{ij}$  – количество конструктивных элементов  $j$ -го вида, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\alpha_{ij}$  – оценка в баллах конструктивной приспособленности к консервации  $j$ -го вида элементов, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\beta_{ijr}$  – оценка в баллах применимости  $r$  – го способа консервации ( $r$  – номера способов консервации применяемых для консервации изделия СТ) для  $j$ -го вида конструктивных элементов реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\gamma_r$  – оценка в баллах технологической сложности  $r$  – го способа консервации.

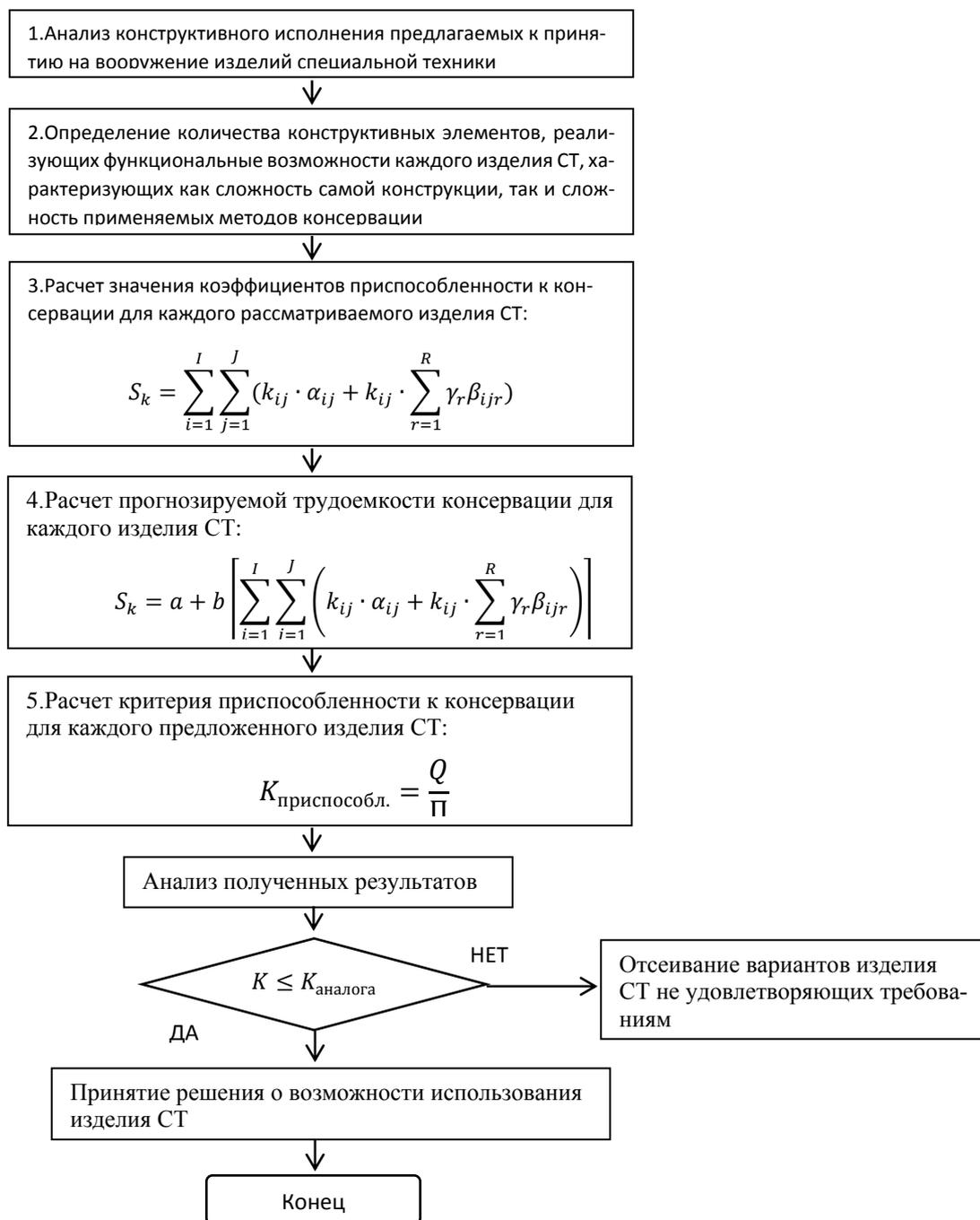


Рисунок 3. Алгоритм расчета трудоемкости при консервации специальной техники

Таким образом данная методика позволяет следующее:

1. Оценить приспособленность исследуемых изделий СТ к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов при организации хранения;
2. классифицировать СТ в зависимости от применения метода консервации;
3. прогнозировать трудоёмкость и расходы производимых работ по консервации изделий специальной техники.

#### Список литературы

1. Приказ МО РФ от 04.1999г. «Руководство по организации ТО и ремонта ВВТ общевойскового назначения».
2. Приказ МО РФ от 10.07.1997 г. «272 и о нормах расхода эксплуатации «герметизирующих материалов на техническое обслуживание при использовании и хранении техники на мирное время».
3. Руководство по хранению автомобильной техники в вооруженных силах Российской Федерации: Книга 1. Организация хранения автомобильной техники. – М.: Воениздат, 2005. – 190 с.
4. Эксплуатация вооружения и военной техники сухопутных войск. – М.: Воениздат, 2000. – 234 с.

## РАСЧЕТ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ ЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ НА БОРТУ СПУТНИКА

*Артюшенко Владимир Михайлович*

*доктор технических наук, профессор, Финансово-технологической академии, г. Королев*

*Кучеров Борис Алексеевич*

*аспирант, Финансово-технологической академии, г. Королев*

*CALCULATION OF NOISE IMMUNITY OF GROUND STATIONS WITH SIGNAL PROCESSING ABOARD THE SATELLITE*

*Artuschenko Vladimir, doctor of technical sciences, professor, Financial and Technological academy, Korolev*

*Kuchеров Boris, post-graduate student, Financial and Technological academy, Korolev*

### АННОТАЦИЯ

*Рассмотрены и проанализированы основные требования, предъявляемые к современным корпоративным сетям спутниковой связи. Показано, что с точки зрения оптимизации энергетических, частотных и масса-габаритных характеристик станций целесообразно использовать метод многостанционного доступа с кодовым разделением. Получены выражения для расчета помехозащищенности земных станций, работающих через ствол с обработкой сигнала на борту спутника.*

### ABSTRACT

*Considered and analyzed the basic requirements of today's corporate networks of satellite communication. It is shown that from the point of view of optimization of energy, frequency and mass-dimensional characteristics of the stations it is advisable to use the method of multiple access code division. Expressions for calculation noise immunity of ground stations working through the transponder with signal processing aboard the satellite are obtained.*

*Ключевые слова: корпоративные сети спутниковой связи; центр управления; системы передачи данных; спутник; помехозащищенность; прямая ретрансляция сигналов.*

*Key words: corporate satellite communications network; the control center; data transmission systems; satellite; immunity; direct relay signals.*

Современные тенденции развития средств телекоммуникаций характеризуются все возрастающим использованием систем спутниковой связи [1-3]. Этому способствует такие преимущества спутниковых систем, как возможность передать высококачественную информацию в любую точку земного шара; гибкость сети по отношению к изменению ее конфигурации; независимость затрат на канал от расстояния; незначительное влияние атмосферы и географических особенностей окружающей местности на устойчивость приема и т.д. [4-7].

Демонопользация связи привела к появлению на информационном рынке большого количества корпораций и фирм, работающих через так называемые корпоративные сети спутниковой связи (КССС), обеспечивающие соединения не только внутри выделенной сети или сети общего пользования, но и международные соединения. Особенностью таких систем является построение комбинированных сетей предназначенных для крупных корпораций и фирм, имеющих удаленные на большие территории филиалы и подразделения. Проведенный анализ показал, что на данный момент развития концепция управленческой деятельности корпоративной сети предусматривает совместное функционирование двух систем. В первой – база данных обслуживает должностных лиц и специалистов, в основном, административно-управленческой и, частично, оперативной информацией. Во второй – осуществляется сбор, накопление и обработка оперативной информации в интересах пользователей нештатного центра управления, управления экстренного реагирования и др. Совместное функционирование этих двух систем

должно осуществляться на базе единого управления, осуществляемого в Центре управления (ЦУ), на единых принципах информационного обмена.

Функции управления ЦУ КС образуют функциональный комплекс, который должен обеспечить основные режимы функционирования: режим повседневной деятельности; режим повышенной готовности; режим чрезвычайной ситуации.

Функциональные задачи ЦУ КС разрабатываются для: ситуационного центра ЦУ КС; региональных информационно-управляющих центров (РИУЦ); областных (республиканских, краевых) информационно-управляющих центров (ОИУЦ); городских (районных) абонентских пунктов (АП).

На ЦУ управления КС дополнительно возлагаются следующие основные функции: решение комплекса функциональных задач федерального уровня; создание и ведение центрального банка данных большого объема, в том числе базы данных картографической информации; обеспечение взаимодействия ЦУ КС с функциональными и ведомственными подсистемами; организация связи между ЦУ КС и звеньями системы с использованием коммутируемых и выделенных каналов связи, а также коммерческих телекоммуникационных сетей; подготовка и ввод информации, поступающей в неформализованном виде.

Для обеспечения эффективного функционирования корпоративных сетей объекты, входящие в сеть, должны быть связаны не только коммутируемыми, но и разнесенными выделенными каналами передачи данных (основ-

ными и резервными). Однако при использовании выделенных каналов возрастает удельные затраты. Добиться относительно низких расходов на передачу данных при выполнении достаточно жестких требований по оперативности и готовности к передаче в настоящее время можно за счет использования в КС услуг телекоммуникационных сетей, работающих в режиме коммутации пакетов. Такие системы передачи данных (СПД) за счет применения цифровой обработки сигналов и временного уплотнения обеспечивают эффективное использование магистральных каналов связи, что позволяет заметно снизить удельные расходы на передачу данных, а автоматизация процессов оперативной маршрутизации пакетов позволяет свести к минимуму задержки в этих системах.

Системы передачи данных, базирующиеся на технике пакетной коммутации, специально ориентированы на многочисленные хаотичные связи, типичные для многоабонентских распределенных информационно-управляющих систем. Подключение абонентов к центрам коммутации пакетов таких СПД возможно обычными абонентскими линиями, а при больших удалениях – выделенными или коммутируемыми каналами. Протяженность таких линий и каналов будет относительно небольшой, что и позволит обеспечить требования по оперативности и готовности к передаче при достаточно низких удельных затратах. Особый интерес для КС представляют спутниковые СПД, позволяющие решить проблемы развертывания информационно-управляющих центров (ИУЦ) и АП в удаленных регионах и на мобильных объектах. Для этого корпоративная сеть спутниковой связи должна обеспечить глобальность.

Следующим функциональным параметром при выборе спутниковой СПД является неукоснительное соответствие канальных протоколов международным стандартам.

Другим важным аспектом функционирования глобальной СПД является уровень оперативно-технического управления сетью. Управление должно обеспечить эффективное использование ресурса ретранслятора (РТР) и предотвратить несанкционированный доступ к нему. Передаваемая по КС информация носит, в основном, конфиденциальный характер, поэтому необходимо обеспечить линейное шифрование передаваемой информации с целью предотвращения несанкционированного доступа к данным. Каналы КССС должны иметь соответствующий уровень помехозащиты и разведзащиты.

При децентрализованной системе управление сетью распределено по всем станциям сети, тем самым повышается ее живучесть, гибкость и надежность. Однако такая схема управления требует усложнения программно-аппаратных средств и радиотехнического оборудования на каждой станции. Так, в станциях, работающих в стволах с ПР сигналов с многостанционным доступом (МД), использующим частотное разделение (ЧР) сигналов, для реализации децентрализованного режима с ПКТ на всех станциях необходимо иметь автоматически по программе перестраиваемые по заданным частотам приемники, анализирующие состояние занятости выделенных для сети

частот и наличие передачи на этих частотах вызовов, установку нескольких, по числу приоритетов в сети, приемных устройств и т.д., что оказывается неприемлемым для простых абонентских станций (АС).

С точки зрения оптимизации энергетических, частотных и масса-габаритных характеристик станций целесообразно использовать метод многостанционного доступа с временным разделением (МД ВР). Однако при таком режиме требуется синхронизация в целом всей сети. Поэтому наиболее приемлем МД в режиме с кодовым разделением (КР). При такой организации МД не требуется анализ занятости частот, так как станции работают в одной выделенной полосе. При МД КР автоматически регулируется число работающих в полосе станций за счет того, что при превышении допустимого числа работающих станций снижается качество связи более слабых в энергетическом отношении станций. При воздействии помех, за счет уменьшения числа абонентов сети, возможно, обеспечить помехозащищенность оставшимся абонентам. Широкополосные сигналы (ШПС) имеют малую спектральную плотность мощности, что увеличивает их разведзащищенность и уменьшает вредное воздействие на соседние станции. Кроме того, станции, работающие с ШПС, в меньшей степени подвержены помехам от других радиоэлектронных средств. При кодовом разделении каждой станции сети легко назначить свой код, являющийся частью ШПС, так объем ансамбля ШПС, как правило, очень большой. При использовании аперидических ШПС обеспечивается шифрация передаваемых сообщений.

Рассмотрим и проанализируем расчет помехозащищенности направлений связи при обработке сигналов на борту ретранслятора в КССС. Для этого воспользуемся результатами полученными в работе [1].

При обработке сигналов на борту (ОСБ) ретранслятора с принятием решения о значении информационных импульсов радиополосы ЗС-РТР-ЗС можно рассматривать как две самостоятельных линий связи [1]: ЗС-РТР и РТР-ЗС. Общая вероятность ошибки при этом будет, очевидно, равна:

$$W_{\text{ош}} = W_{\text{РТР}}(1 - W_3) + W_3(1 - W_{\text{РТР}}), \quad (1)$$

где:  $W_{\text{РТР}}$  – вероятность ошибки приема символа на борту;  $W_3$  – вероятность ошибки приема символа на Земле.

При малых вероятностях ошибки

$$W_{\text{ош}} = W_{\text{РТР}} + W_3. \quad (2)$$

Вероятность ошибки на участке ЗС-РТР будет определяться отношением энергии сигнала к спектральной плотности всех помех [1]:

$$h_{\text{РТР}} = E_c / [kT_{\text{о.РТР}} + (E_n + \sum_{i=2}^n E_{c,i}/B)] = (\Delta_{3-с}/V_c) [1 + (\rho_{\text{вх.РТР}} + \rho_{\text{ст.1}}) (\Delta_{3-с}/BV_c)]^{-1}, \quad (3)$$

где  $E_c$  и  $E_n$  – соответственно, энергия сигнала и помехи, попадающей с выхода РТР в спектр сигнала;  $k$  – постоянная Больцмана;  $T_{\text{о.РТР}}$  – температура шума приемника РТР;  $B = \Delta_{3-с}$  – база сигнала;  $V_c$  – полоса частот сиг-

нала;  $T$  – длительность сигнала;  $V_c = 1/T$  – скорость передачи информационных символов в бодах;  $\mathcal{E}_{3-с}$  – энергетический параметр участка спутник-Земля-спутник;  $\rho_{ст.1}$  – отношение суммы мощностей сигналов станций, работающих в одной полосе частот с рассматриваемой станцией, к мощности сигнала этой же станции;  $\rho_{вх.ртр}$  – превышение мощности помехи над мощностью сигнала на входе РТР.

Отсюда допустимое превышение мощности помехи над мощностью сигнала на входе РТР можно вычислить как:

$$\rho_{вх.ртр} = (BV_c/V_c h_{ртр}) - \rho_{ст.1} - (BV_c/\mathcal{E}_{3-с}) = (\Pi_c/V_c h_{ртр}) - \rho_{ст.1} - (\Pi_c/\mathcal{E}_{3-с}). \quad (4)$$

Считаем, что помехи и сигналы станций, не попавшие в полосу частот рассматриваемой ЗС, полностью отфильтровываются.

В случае воздействия преднамеренных помех только на вход приемника ЗС вероятность ошибки в радиолинии РТР-ЗС будет определяться отношением энергии сигнала к спектральной плотности мощности всех помех [1]:

$$h_{3с} = (P_{о.вых.ртр}/I_{с-3} V_{в.РТР-ЗС}) / [kT_{о.3с} + P_{п.вх.вн}/\Pi_c], \quad (5)$$

где  $P_{о.вых.ртр}$  – выходная мощность ретранслятора;  $P_{п.вх.вн}$  – мощность помехи на входе ретранслятора;  $V_{в.РТР-ЗС} = V_c \eta$  – групповая скорость передачи информации на участке РТР-ЗС при временном уплотнении в бодах;  $I_{с-3}$  – затухание участка спутник – Земля, включающее в себя затухание в свободном пространстве, дополнительные потери, усиление передающей антенны спутника и приемной антенны наземной станции;  $T_{о.3с}$  – температура шума приемника ЗС;  $E_{п.вх.вн}$  – энергия внешних помех, дополнительно действующих на вход ЗС.

Решая (5) относительно  $P_{п.вх.вн}$ , поделив затем на мощность сигнала с РТР ( $P_{о.вых.ртр}/I_{с-3}$ ), получим допустимое превышение внешней помехи  $\rho_3$ , действующей на вход приемника ЗС, над сигналом при использовании временного уплотнения на РТР  $N$  станций:

$$\rho_3 = P_{п.вх.вн}/I_{с-3} / P_{о.вых.ртр} = \Pi_c(\mathcal{E}_{с-3} - V_c N h_{3с}) / V_c N h_{3с} \mathcal{E}_{с-3}. \quad (6)$$

При одновременном воздействии преднамеренных помех на вход РТР и вход ЗС следует вычислять вероятность  $W_{ртр}$  и  $W_3$ , пользуясь, соответственно, параметрами (3) и (5), и складывать их согласно (2).

**Вывод.** Таким образом, полученные выражения для расчета помехозащищенности ЗС, работающих через ствол с обработкой сигнала на борту показывают, что по-

мехозащищенность ЗС также зависит от многих параметров ретранслятора, параметров линии связи и других ЗС, работающих через один ствол. Однако в силу того, что параметры ретранслятора при обработке сигнала на борту определяются реализацией аппаратуры ОСБ, параметры системы в целом в меньшей степени поддаются регулированию.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – № 3 (68). – С. 67-72.
2. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – № 4 (157). – С. 67-72.
3. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – № 1 (49). – С. 33-43.
4. Артюшенко, В. М. Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.
5. Артюшенко, В. М. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом [Текст] / В. М. Артюшенко, М. И. Видов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2011): сб. статей II Международной заочной научно-технической конференции. Тольятти, Изд-во ПВГУС. – 2011. – С. 18-29.
6. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59-66.
7. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации [Текст] // В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И. М. Белюченко, и др. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО МО ФТА, 2014. – 318 с.

## СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОПРИТОКОВ В КАМЕРЫ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

*Лемешко Михаил Александрович*

*доцент, кандидат техн. наук, Донской государственной технической университет (филиал) г. Шахты, Ростовская обл.*

*Цоколова Веста Васильевна*

*студент, Донской государственной аграрный университет, п. Персиановский Ростовская обл.*

*Кравцова Елена Александровна*

*студент, Донской государственной технической университет (филиал) г. Шахты Ростовская обл.*

*REDUCE HEAT GAINS IN THE CAMERA, HOUSEHOLD REFRIGERATION APPLIANCES*

*Lemeshko Mikhail, Associate Professor, candidate of technical Sciences, Don state technical University (branch), Shakhty city, Rostov region*

*Sokolova Vesta, student, don state agrarian University, p. Persianovskaya, Rostov region*

*Kravtsova Elena, student, don state technical University (branch), Shakhty city, Rostov region*

**АННОТАЦИЯ**

*Статья посвящена исследованиям и конструкторским разработкам студентов и соискателей, разрабатывающих новые технологии снижения теплопритоков в холодильные камеры холодильников, новые материалы с увеличенным термическим сопротивлением, обеспечивающие увеличение теплоизолирующих свойств изолирующих перегородок.*

*Ключевые слова: бытовой холодильный прибор; снижение теплопритоков; теплоизоляция; энергопотребление.*

**ABSTRACT**

*The article is devoted to research and development for students and job seekers, developing new technology to reduce heat gains in the refrigerating chamber of the refrigerator, new materials with increased thermal resistance, which increases thermal insulating properties of the insulating walls.*

*Keywords: domestic refrigeration device; reduced heat gains; heat insulation; energy consumption.*

Европейскими стандартами регламентируются требования на уровень энергопотребления бытовыми приборами, включая и бытовые холодильные приборы [2]. Снижение теплопритоков в камеры холодильника позволит поднять класс выпускаемой холодильной техники, снизить их удельное энергопотребление.

Задачи снижения уровня энергопотребления бытовыми холодильниками при их конструировании решаются в следующих направлениях: снижение тепловой нагрузки на холодильный агрегат, совершенствование подсистем холодильного агрегата, совершенствование холодильного цикла, увеличение эффективности теплообменных аппаратов – испарителя и конденсатора, совершенствование систем управления и алгоритмов управления процессом охлаждения и подсистемами холодильного агрегата.

По-видимому, одной из наиболее весомой задачей при этом является проблема снижения эксплуатационных потерь, обусловленных теплопритоками через стенки холодильного прибора и теплопритоками, формируемыми теплообменными процессами при открытии дверей холодильных камер.

Эти тепловые нагрузки в большей степени определяют и нагрузку на компрессор и энергопотребление холодильника.

Нами выполнены некоторые исследования в задаче снижения теплопритоков в камеры холодильника при его эксплуатации, при этом изучался процесс формирования теплопритоков через стенки холодильного шкафа. На энергопотребление бытового холодильника большое влияние оказывает совершенство теплоизоляции холодильного шкафа, а также вопросы снижения теплопритоков при открывании дверей камер бытового холодильника. Рассмотрим новую технологию снижения теплопритоков в камеры холодильника.

Известно [1], что теплопритоки в каждую из камер холодильника определяют по формуле, Вт:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \quad (1)$$

где  $Q_1$  – расход холода на теплопередачу через ограждения камер, Вт;

$Q_2$  – расход холода на охлаждение (замораживание) продуктов, Вт;

$Q_3$  – расход холода на охлаждение воздуха в камерах, Вт;

$Q_4$  – расход холода на различные эксплуатационные нужды, Вт.

Снижение первой группы теплопритоков возможно путем увеличения толщины стенок шкафа холодильника или использованием новых теплоизоляционных материалов. Известны, например технологии увеличения термического сопротивления теплоизолирующих перегородок в бытовом холодильнике с использованием вакуумирования минеральной ваты запаянной в вакуум –плотную пленку. Однако наиболее широкое распространение получили теплоизолирующие материалы из пенополиуретана различных модификаций. Авторами предложена новая технология изготовления стенок холодильного шкафа, существенно снижающая теплопритоки через эти стенки [4]. Эта технология заключается в том, что внутренний и внешний корпуса холодильного шкафа соединены герметично, а теплоизолирующий наполнитель выполнен из материала с низкой теплопроводностью в форме пластин с полыми ячейками, которые приклеиваются к поверхностям корпуса холодильного шкафа и дверей. Между ячейками выполнены каналы – воздухопроводы, а полость между корпусами – вакуумирована. Фрагмент теплоизоляции такого холодильного шкафа приведен на рисунке 1.

Использование такой технологии позволяет снизить удельное потребление энергии холодильника и увеличить ресурс работы системы охлаждения.

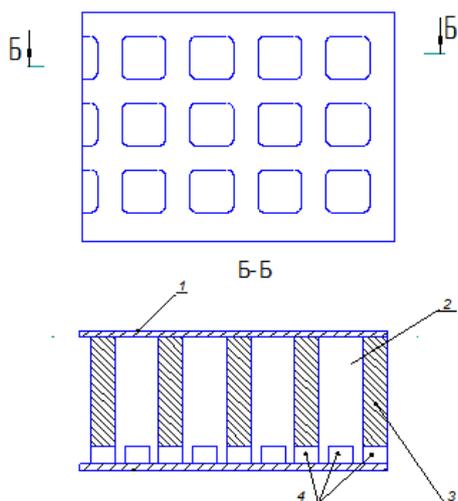


Рисунок 1 - Фрагмент нового типа теплоизоляции стенки холодильника

1- внешний корпус холодильника. 2- теплоизолирующий наполнитель с ячейками, каналы- воздухопроводы

Рассмотрим теплопритоки, которые связаны с тепломассобменными процессами при открывании дверей холодильника.

Охлажденный воздух, из камеры холодильника, имеющий большую плотность чем воздух окружающей среды, при открывании дверей, выходит наружу и движется в виде потока вниз холодильного шкафа, при этом происходят сложные процессы теплообмена и массообмена, на которые влияют многие факторы [3].

Для исследования движения охлажденного воздуха из камер холодильника использовалась дым- машина. После заполнения морозильной или /и холодильной камер дымом, выдерживалось определенное время , контролировалась температура в камерах, затем открывались двери камеры и выполнялась видеосъемка движения охлажденного воздуха из камер холодильника .

При этом установлено, что на движение воздуха из камер холодильника влияют: как скорость открывания дверей, угол нахождения двери в открытом положении, температура в помещении и температура в камере, форма и геометрия камер, тип и конструкция дверей и других деталей холодильника.

Технологии снижения теплопритоков в камеры бытового холодильника рассмотрены в работе [5].

Ранее нами разработана математическая модель истечения охлажденного воздуха из камер холодильника при открывании дверей [6]. В основу этой модели положены следующие зависимости:

1. Уравнения Навье — Стокса динамики вязкого газа, отнесенные к единице массы:

$$\rho \frac{d\vec{V}}{dt} = \rho F - \text{grad} \left( p + \frac{2}{3} \mu \cdot \text{div} \vec{V} \right) + \text{Div}(\mu \dot{S}) \quad (1)$$

где:  $\vec{V}$  — вектор скорости потока в каждой точке пространства;

$\rho$  — плотность газового потока;

$p$  — и давление, действующее на газ в каждой точке;

$\vec{F} = (F_x; F_y; F_z)$  — вектор внешних объемных сил, действующих на газ в каждой точке пространства;

$\mu$  — коэффициент динамической вязкости;

$\dot{S}$  — тензор скоростей деформаций;

$\text{div} \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$  — дивергенция вектора скорости;

$u, v, w$  — проекции вектора скорости  $\vec{V}$  на координатные оси OX, OY, OZ.

2. Уравнение неразрывности потока в векторной форме имеет вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Решение этих уравнений с применением ряда допущений позволило получить базовую систему для нахождения скоростей потока при его свободном истечении из холодильной камеры в стационарном режиме [6]:

$$\begin{aligned} \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} w \right) &= -\frac{\mu k}{\rho} u^2; \\ \left( \frac{\partial w}{\partial x} u + \frac{\partial w}{\partial z} w \right) &= mg - \frac{\mu k}{\rho} w^2; \end{aligned} \quad (3)$$

В исследованиях изучены варианты снижения теплопритоков за счет уменьшения времени нахождения двери в открытом состоянии. Предложено [7] полки внутри шкафа холодильника изготавливать круглой формы, с возможностью их вращения вокруг центральной оси, что обеспечит более быструю укладку и извлечение продуктов.

Разработан также вариант холодильного шкафа в котором — корпус холодильника снабжен подвижной 1прозрачной шторкой. Эта шторка закрыта при открывании основной двери шкафа холодильника, но обеспечивает обзор содержимого полок и нахождения нужного продукта, что также уменьшает время нахождения двери камеры холодильника в открытом состоянии [8].

Уменьшение объема замещения охлажденного воздуха достигается также применением емкости для её наполнения холодным воздухом [9].

В таком холодильнике на задней стенке холодильного шкафа установлена эластичная емкость для кратковременного хранения холодного воздуха. К емкости подведены всасывающий и нагнетательный клапаны, которые выведены в камеру холодильника.

Для ускорения поиска нужного товара и тем самым для уменьшения времени нахождения двери в открытом состоянии, разработан морозильный ларь, с карусельным механизмом перемещения корзин с продуктами [10]. Шкаф морозильного ларя снабжен кольцевыми направляющими, которые размещены на боковых, больших по длине сторонах внутри холодильного шкафа. Для холодильников большого объема при их частичном заполнении продуктами целесообразно применять технологию изменения объема камер [11].

В некоторых бытовых холодильниках вместе с основной дверью холодильной камеры используются дополнительные двери для каждой полки камеры или вместо дверей применяются выдвигаемые ящики. Для уменьшения выхода охлажденного воздуха предложена технология перекрывать соседние полки специальными заслонками [12]. Полки снабжены щелевидными прорезями с открывающимися жалюзьями. При закрытых дверях обеспечивается теплообмен между полками, а в период открывания двери или выдвижении ящика полки перекрываются жалюзьями, препятствуя утечки охлажденного воздуха из соседних межполочных объемов.

Выводы.

1. Предложены новые методы снижения теплопритоков в камеры холодильника; этим решается задача снижения энергозатрат при получении холода.

2. Учитывая массовость использования холодильной техники, реализация новых методов может принести значительный экономический эффект отечественным производителям и потребителям бытовых холодильников и других малых холодильных машин.

#### Список литературы:

1. Вейнберг Б.С. Бытовые компрессионные холодильники / Б.С. Вейнберг, Л.Н. Вайн. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 272 с.
2. ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use»
3. Лемешко М.А., Лалетин В.И., Мицик М.Ф. Определение скоростей движения охлажденного воздуха при открывании дверей шкафа бытового холодильного прибора. Инженерный вестник Дона. 2011. Т.18. №4. С.390-397

4. <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/604/> (доступ свободный).
5. Патент на изобретение RU № 2451884. МПК F25D 11/02 Оpub. 27.05.2012, бюл. № 15. Шкаф бытового холодильника / Лемешко М.А., Петросов С.П., Кожемяченко А.В., Дейнека Т.Г., Сапронова С.Ю., Лалетин В.И., Корниенко Ф.В. и др.
6. Лемешко М.А. Технологии повышения энергетической эффективности бытовых холодильных приборов/Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014.№13. С.188-196
7. Лемешко М.А., Мицик М.Ф. Математическая модель свободного истечения охлажденного воздуха из камеры бытового холодильного прибора. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2013.№4(173).С.16-18
8. Патент на изобретение RU 2418248 МПК F25D 25/02 оpub.10.05.2011, бюл.№13 Бытовой холодильник (варианты) / Лемешко М.А., Петросов С.П., Климов А.П., Лалетин В.И., Корниенко Ф.В., Капля А.Ю.
9. Патент на изобретение RU 2402727 МПК F25D 23/02 . Оpub. 27.10.2010, бюл.№30. Холодильник бытовой /Лалетин В.И., Лемешко М.А., Алехин С.Н.
10. Патент на изобретение RU 2416060, МПК F25D 11/00. Оpub.10.04.2011, бюл.№10. Бытовой холодильник/ Лалетин В.И., Лемешко М.А., Алехин С.Н., Климов А.П.
11. 10 Патент на изобретение RU 240 27 21 МПК F25D 3/00. Оpub. 27.10.2010, бюл.№30. Морозильный ларь/ Лемешко М.А., Климов А.П.
12. Патент на изобретение RU № 2234036 С1. МПК <sup>7</sup> F25D11/00. Оpub. 10.08.2004. Холодильник бытовой / Лемешко М.А., Кожемяченко А.В., Алехин С.Н., Загоскин А.А., Лемешко А.М.
13. Патент на изобретение RUS 2152569 МПК <sup>7</sup> F 25 D11/00. Оpub. 10.07.2000. Холодильник бытовой электрический (варианты)/ Лемешко М.А., Кожемяченко А.В., Кривенко И.В., Жебровский А.Ю., Понделков Д.Г., Чистяков В.В

## ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫМ СПОСОБОМ

**Мосейко Виктор Иванович**

Инженер. г.Вологда, «ТГК-2», Главный специалист

*Experience in the formation of the executive documentation electronically  
Moseiko Viktor Ivanovich, Engineer. Vologda, «TGC-2», chief Specialist*

*Аннотация*

*Рассмотрена концепция формирования исполнительной документации, рассмотрены типовые проблемы, указаны пути их решения, пути снижения трудозатрат, выводы.*

*Abstract*

*The article describes the concept of the formation of the executive documentation, it covers common problems and gives their solutions, ways to reduce labor costs, conclusions.*

*Ключевые слова: исполнительная документация, техническая документация.*

*Keywords: executive documentation, technical documentation.*

В статье, опубликованной в журнале «Электрические станции №3 за 2011 год, рассказывалось об опыте внедрения базы по технической документации при сооружении 4\_го энергоблока Калининской АЭС. Условиями договора было обусловлено: разработка и внедрение базы по технической документации, обучение персонала работы с ней. Не был предусмотрен мониторинг базы во время наполнения и эксплуатации. В базе было предусмотрено отслеживание: проектной и исполнительной документации, информации по поставкам, состояние оборудования на складах, заводская поставочная документация. В наполнении базы было задействовано большое количество персонала. С помощью базы можно было отслеживать состояние как проектной так и исполнительной документации, притом, касаясь исполнительной документации, было предусмотрено отслеживание как комплектов целиком, так и отдельных документов. Аналогичное положение было предусмотрено и по остальным разделам базы. База была выложена в информационной сети строительства. Доступ к информации по различным разделам был организован определённому количеству персонала с помощью пароля.

В процессе пользования базой сразу же начала поступать информация о работе, как различных отделов, так и отдельных лиц. Для этого в короткий промежуток времени готовился отчёт в электронной форме, который при необходимости можно было распечатать.

Однако отсутствие мониторинга за состоянием, правильностью, корректностью, и своевременностью внесения данных привело к потере базой актуальности. Сказалось и то, что электронная форма хранения и предоставления информации до настоящего времени не имеет законодательной базы.

Отрицательную роль сыграла необходимость использования дополнительного персонала для обслуживания базы.

Многие из этих сложностей были учтены при разработке базы по проектной, исполнительной и заводской документации при сооружении энергоблока Новгородской, а затем Вологодской ТЭЦ.

Для уменьшения трудозатрат были убраны верхние этапы надстройки базы, позволявшие вести поиск по визуальным принципам, начиная с генплана строительства, что, однако усложнило возможности получения данных из базы.

Был разработан ряд программ, помогающих автоматизировать многие процессы при внесении данных в базу.

А так как основное внимание, как Заказчика, так и проверяющих лиц уделялось бумажному варианту, то разработка базы велась в направлении, позволяющем улучшить качество бумажного варианта исполнительной документации, повысить информационную доступность, производительность персонала, занимающегося формированием комплектов ИД.

Одновременно велась наработка алгоритмов, позволяющих увеличить производительность и качество труда.

Эта работа ведётся постоянно. Была разработана методика раздельного формирования комплекта ИД различными специалистами, позволяющая использовать с большей эффективностью специалистов как более высокой, так и более низкой квалификации.

Нужно отметить, что концепция формирования базы по технической (читай проектной, исполнительной и заводской поставочной) документации не является окончательной и подвергается постоянно модернизации от блока к блоку. Основные изменения касаются снижения трудоёмкости выполняемых работ, повышения доступности информации для неподготовленных участников процесса сооружения блока. Проблемы формирования комплектов ИД усугубляются отсутствием подготовки специалистов по формированию комплектов ИД, а также отсутствием методики их обучения.

Сказывается и отсутствие нормативных требований на формирование комплектов исполнительной документации. Требования, изложенные в технической нормативной документации, предусматривают только следующее требование по формированию комплектов исполнительной документации: к каждому акту должны быть приложены все сопутствующие документы. Существующие требования по формированию исполнительной документации (перечни) не учитывают полный объём работ.

Наработка же жестких рамок правил по формированию комплектов ИД позволяет: повысить качество работ, производительность труда специалистов, занимающихся формированием комплектов исполнительной документации, достигнуть единообразия. Так при формировании комплектов ИД ручным способом специалист может качественно сформировать в комплект от 250 до 400 документов в месяц. При формировании электронным способом с отдельными операциями, выполняемыми различными специалистами, производительность повышается до 1200 и более документов в месяц, при этом в дополнение к бумажному комплекту получаем электронную базу, позволяющую производить оперативный поиск необходимых документов (читай повысить информативность). Как показывает практика, время поиска отдельного документа, при правильно сформированной базе, не превышает 10 минут, в течение которых можно или отыскать необходимый документ или заявить о его отсутствии.

Наиболее часто встречаемым замечанием является то, что подрядчики, формирующие исполнительные документы, по незнанию допускают ошибки при изготовлении самих документов. Одной из наиболее частых ошибок является то, что в документе не точно, или не полностью прописан адрес выполняемой работы, поэтому приходится раскладывать «пасьянс» из документов, что совершенно невозможно сделать при ручном методе, а это ведёт к снижению качества формирования комплекта. Также очень часто не соблюдается правильность перехода от актов на скрытые работы к актам промежуточной приёмки и актам освидетельствования выполненных работ, которые служат документами, позволяющими переходить к следующему этапу строительства. Очень часто работы, которые должны быть оформлены актом на скрытые работы, оформляются актом промежуточной приёмки, или актом освидетельствования выполненных работ. Практически всегда к акту освидетельствования выполненных работ прикладываются все документы, которые уже прилагались к актам на предшествующие скрытые работы, что ведёт к неоправданному росту объёма исполнительной документации, ухудшает информативность акта. Хотя было бы достаточно просто перечислить предыдущие акты на скрытые работы, что и

требует нормативная документация, и в которых уже указаны приложенные документы, а к акту освидетельствования выполненных работ приложить исполнительную схему на выполненный конструктив.

Если же учесть то, что объём исполнительной документации превышает объём проектной документации в 5-8 раз, а количество персонала, занимающегося формированием проектной и исполнительной документации, несравнимо, то ожидать хорошего качества сформированной исполнительной документации ожидать не приходится.

Прилагаемые к ИД исполнительные чертежи обычно представляют собой комплект проектной документации с штампом производителя «Работа выполнена в соответствии с проектом». В этом комплекте практически никогда не отображаются реальные несоответствия рабочему проекту, что легко проследить, сравнивая исполнительные чертежи с исполнительными схемами.

Помочь вопросу повышения качества ИД могло бы предварительное формирование перечней ИД по каждому монтажно-сборочному рабочему проекту до начала производства работ, используя предварительно наработанные шаблоны. Однако сложно достигнуть предварительной разработки перечней. Причина заключается всё в той же нехватке квалифицированных специалистов, которые в состоянии грамотно разработать перечни на основании только проектной документации с использованием технологии производства работ, существующей в данной подрядной организации, а также нежелания подрядчиков тратить финансы на эту, кажущуюся на начальном этапе строительства, не столь важную работу.

В основном, эти перечни не будут идентичны окончательным. Причинами послужат изменения в проектной документации, происходящие в процессе производства работ, дополнительные технические решения и множество других факторов, включая замену материала. Тем не менее, эти первоначальные перечни послужат канвой для специалистов, занимающихся разработкой исполнительных документов, снизят требования к их квалификации, а также в значительной степени позволят защитить специалистов, формирующих исполнительную документацию, от капризов специалистов технадзора, контролирующего производство работ, на что постоянно жалуются специалисты подрядчиков.

На практике же специалисты Заказчика, занимающиеся формированием базы по ИД, получают от исполнителей уже готовые комплекты. Сформированы они будут по известным лишь самому исполнителю, занимавшимся формированием комплекта, правилам.

Возникает вопрос, почему формированием базы по ИД занимаются специалисты Заказчика.

Наличие такой базы в руках Заказчика позволяет ему вести оперативный контроль над качеством и состоянием выполнения работ, используя объективные факторы.

В данной статье описана концепция создания базы данных по ИД. Конечно, в объёме одной статьи невозможно детально описать весь технологический процесс формирования электронного комплекта исполнительной документации. Основные же правила, позволяющие формировать комплекты ИД, необходимо освещать в отдельных статьях, которые продолжают развивать концепцию формирования исполнительной документации.

Выводы:

1. Перед началом строительства инженеры, которые будут заниматься разработкой исполнительной документации, должны пройти курс обучения, позволяющий им освоить методологию формирования реестров (перечней) ИД.

2. Разработать регламент по формированию исполнительной документации к объекту застройки. В нём прописываются единые правила обязательные для всех участников процесса сооружения объекта. Этот регламент согласовывается со всеми участниками строительства. Разработка общего регламента на все случаи жизни даже для однотипных проектов невозможна по причине того, что изменения в нормативной документации, различные требования, приведенные в проектах, изменения в технологии производства работ, требуют постоянно изменять регламент даже в процессе строительства.

3. После разработки регламента и обучения инженеров правилам формирования ИД необходимо составить общий перечень рабочих проектов на день начала работ, который в процессе производства работ будет постоянно дополняться.

4. На основании рабочих проектов до начала производства работ разработать перечни необходимой исполнительной документации и согласовать их с Заказчиком, проектной организацией, с инженерами, осуществляющими технадзор.

5. В процессе проектирования разрабатывать и обновлять перечень Заводской поставочной документации с привязкой к отдельным рабочим проектам.

6. В процессе производства работ постоянно вести и обновлять перечень всей проектной рабочей документации с привязкой к нему всех перечней исполнительной и Заводской поставочной документации.

7. В программах на пусконаладочные работы должны быть указаны все рабочие проекты, для которых выполнялись данные работы по каждой программе.

8. За окончание работ по каждому рабочему проекту считать не окончание выполнения физобъёмов, а наличие на каждый рабочий проект полного комплекта исполнительной документации, подтверждающей качественное выполнение работ.

9. В нормативном порядке необходимо легализовать использование электронных копий исполнительных документов. Введение такого нормативного положения позволит значительно снизить и удешевить затраты на формирование исполнительной документации.

10. Количество персонала, занимающегося формированием исполнительной документации, должно соответствовать необходимости. В связи с тем, что объём исполнительной документации одного блока ТЭЦ составляет не менее 210-260 тысяч документов, и может достигать до 500 тысяч, то на практике суммарное количество персонала, занимающегося формированием полноценного архива по исполнительной документации у Заказчика должно составлять 10-12 человек, однако, если внедрить уже достигнутые технологии формирования ИД, с учётом построения базы по технической документации, то эту цифру можно сократить почти втрое.

## Список литературы:

1. Мосейко В.И. Методология формирования технической документации в процессе сооружения объекта. – Электрические станции, 2008, № 8.
2. Мосейко В.И. Прогрессивная система организации исполнительной документации при сооружении и сдаче в эксплуатацию технологически сложного объекта. – Электрические станции, 2009, № 8.
3. Крууз И.К.; Мосейко В.И. Опыт формирования исполнительной документации электронным способом.- Электрические станции, 2011, № 3.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ НОВОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОТЛА СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

**Перескокова Светлана Анатольевна**

старший преподаватель кафедры ТГВ ПАХТ Бийский технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова», г.Бийск

**Копылова Нина Сергеевна**

студент кафедры ТГВ ПАХТ Бийский технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова», г.Бийск

**Яковлева Алёна Юрьевна**

студент кафедры ТГВ ПАХТ Бийский технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова», г.Бийск

### DEVELOPMENT OF ELEMENTS FOR A NEW MODEL OF AUTOMATED BOILER IS OF AVERAGE POWER

*Pereskokova Svetlana, senior lecturer of the Department of DVT POT Biysk technological Institute (branch) Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education "Altai state technical, University. I.I. Polzunov, Biysk  
Kopylova Nina, student of the Department of DVT POT Biysk technological Institute (branch) Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education "Altai state technical, University. I.I. Polzunov, Biysk  
Yakovleva Alyona, student of the Department of DVT POT Biysk technological Institute (branch) Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education "Altai state technical, University. I.I. Polzunov, Biysk*

#### АННОТАЦИЯ

*В работе приведено описание новой конструкции чугунной колосниковой решетки с шурующими пластинами и результаты опытно-конструкторских работ по разработке новой оригинальной модели автоматизированного угольного котла длительного горения и оптимизации режимов его работы. Основными объектами работы являются исследования новых элементов котла, процесс равномерной подачи и эффективного двухступенчатого сжигания топлива, максимальная отдача тепла теплоносителю, которые позволяют повысить производительность, КПД и срок службы котла.*

#### ABSTRACT

*In the paper describes the new design cast iron grates with surowski plates and experimental-design works on the development of new original model of automated coal boiler long burning and optimization of operating modes. The main objects of this work are studies of new elements of the boiler, the process of uniform filing and effective two-stage combustion, maximum efficiency of heat-transfer agent, which improves performance, efficiency and service life of the boiler.*

*Ключевые слова: топливно-энергетический ресурс; автоматизированный твердотопливный котел; уголь; чугунная колосниковая решетка.*

*Keywords: fuel and energy resources; automated solid-fuel boiler; coal; iron grate.*

#### Введение

В настоящее время при выборе котельного оборудования необходимым фактором энергетически и экономически эффективного функционирования промышленных предприятий, а также зданий жилого и общественного назначения, является рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Согласно данным по региональным аспектам энергетической политики России Западная Сибирь богата практически всеми видами ТЭК, в том числе каменным и бурый углем [1].

В Алтайском крае эксплуатируется большое количество теплогенерирующих установок на твердом топливе, требующих максимального снижения стоимости вырабатываемой и транспортируемой тепловой энергии.

На сегодняшний день перед разработчиками остро встают вопросы внедрения принципиально новых ресурсов – и энергосберегающих технологических схем, применения новых материалов и оборудования, повышения эффективности работы теплогенерирующих установок. В связи с этим, актуальным становится проблема экономии твердого топлива за счет применения принципиально новых конструкций элементов котельных агрегатов, обеспечивающих повышение эффективности использования (сжигания) природного ресурса.

В котлах твердое топливо (уголь) сжигается на колосниках слоевым способом, с периодической загрузкой топлива и очисткой колосников от шлака. Слоевой про-

цесс сжигания имеет четкий циклический характер. Каждый цикл включает стадии: загрузка топлива, подсушка и разогрев слоя, выделение летучих веществ и их горение, горение топлива в слое, догорание остатков и, наконец, удаление шлаков.

Повышение КПД котлов в первую очередь достигается снижением механической и ликвидацией химической неполноты сгорания, что достигается использованием более качественного угля, а повышение эффективности работы котлов достигается при помощи установки более эффективных устройств, что сокращает механическую и химическую неполноту сгорания и повышает КПД.

#### Описание новых элементов котла

Была разработана колосниковая решетка, которая содержит чугунное полотно, выполненное с прозорами и сквозными отверстиями для прохода воздуха. Данная решетка позволяет повысить эффективность сжигания твер-

дого топлива с большим содержанием мелочи за счет более равномерного распределения воздуха по площади слоя топлива и механизма переталкивания.

Особенностью данной решетки является автоматическая очистка при помощи шурующихся пластин и продвижение угля посредством поступательного движения колосника, сопровождаемого вибрацией, в зону горения. Специфическая форма пластины позволяет осуществлять прокол спекшегося слоя, что благоприятствует более равномерному распределению топлива по решетке, интенсификации горения, разрушению образующейся на колосниках шлаковой корки и более равномерному распределению воздуха. Поступательное движение колосника обеспечивается электродвигателем малой мощности, расположенным возле теплового агрегата, процесс полностью автоматизирован.

Чугунная монолитная колосниковая решётка, представленная на рисунке 1, позволяет удерживать комочки угля и уменьшить расход сжигаемого топлива.

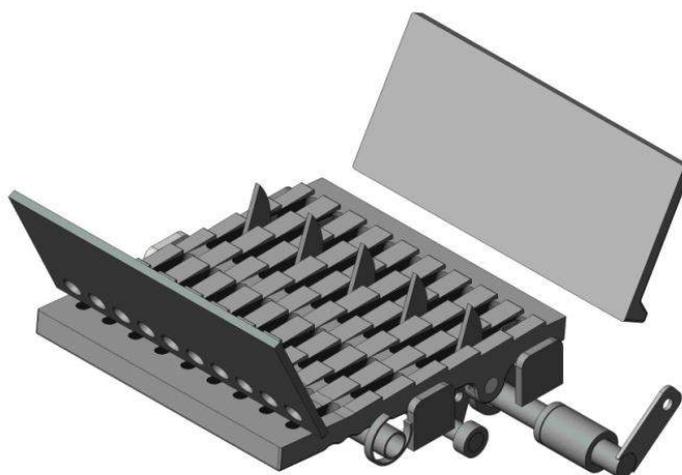


Рисунок 1 – Чугунная монолитная колосниковая решетка

Чугунная монолитная колосниковая решетка с одной стороны лежит на подвижной оси, с другой – на валу, прикрепленном через систему рычагов к двигателю. Колосниковая решетка включает в себя шурующиеся пластины ножевидной формы, что обеспечивает при движении колосника продвижение топлива в сторону сброса золы, тем самым осуществляя чистку колосника. Спереди колосника расположена металлическая подвижная пластина, обеспечивающая равномерное распределение слоя угля по колоснику при движении колосниковой решетки вперед. Ножи прикреплены на вал, прикрепленный к колоснику. При движении колосниковой решетки вперед осуществляется скольжение по валу, лежащему в нижней части. Снизу колосника имеются выемки, которые при движении обеспечивают вибрацию, способствующую уменьшению спекаемости горящего слоя.

#### Принцип работы элементов новой чугунной колосниковой решеткой

Конструкция предлагаемого решения работает следующим образом: охлажденный теплоноситель (вода) поступает во входящий коллектор колосниковой решетки

и внутреннюю стенку «водяной рубашки» водогрейного котла. Вода распределяется по рабочим трубам, где нагревается энергией горящего твердого топлива.

Твердое топливо засыпается на колосниковую решетку сверху, ударяется об отбойную пластину и покрывает колосник. Колосниковая решетка включает в себя шурующиеся пластины ножевидной формы, что обеспечивает при движении колосника продвижение топлива в сторону сброса золы, тем самым осуществляя чистку колосника. После приведения в действие механизма, обеспечивающего движение колосника и шурующихся пластин, топливо распределяется равномерным тонким слоем по всей площади решетки, что способствует более полному сжиганию, экономии угля, уменьшению несгоревшего остатка.

Нагретый теплоноситель движется по подающему трубопроводу в систему отопления, охлаждается в радиаторе системы отопления (происходит естественная циркуляция) и поступает в обратный трубопровод – цикл повторяется.

### Конструкторское решение

Автоматизированный угольный котел содержит загрузочный бункер для твердого топлива, устройство подачи топлива (ворошители), топку, состоящую из камеры длительного горения топлива, водоохлаждаемую колосниковую решетку, устройство для шурования и распределения топлива (шурующие пластины), два зольника, трубки подачи вторичного воздуха, пластинчато-водотрубный теплообменник, дымовую трубу, блок автоматизации и электродвигатель.

Автоматика используется для управления автоматизированным котлом и системы автоматической подачи угля, что позволяет котлу работать безопасно и непрерывно в течение всего отопительного сезона.

Модель автоматизированного угольного котла длительного горения успешно прошла производственные испытания на предприятии ООО «ТПК Сварочный центр» города Бийска Алтайского края, проведен расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в новой конструкции.



Рисунок 2 - Испытание котла

Котел испытывался по рабочей методике определения теплотехнических показателей отопительных котлов теплопроизводительностью от 0,1 до 3,2 МВт [3] и согласно ГОСТ 30735-2001 [2]. КПД котла определялся по прямому балансу, для чего необходимо было взвешивать сжигаемое топливо. Также определялись потери тепла с уходящими газами, от химического недожога топлива, с недожогом шлака и уловленной золы, потери тепла в окружающую среду, а тепловой баланс тепла котла сводился при определении потерь тепла от недожога золы в уходящих газах (с уносом).

Испытания котла проводились при четырех уровнях нагрузки. Нагрузка котла задавалась промежутком времени, через который происходило движение шурующей планки (регулировалась частота подачи порций топлива).

В процессе проведения испытаний, котел выдал следующие характеристики: КПД котла колебалось в пределах от 85% до 90%, выходная мощность составила 130 МВт. Что превысило ожидаемые. В последствии было проведено еще 3 замера для точного определения характеристик котла. Все результаты были зафиксированы и заверены документально.



Рисунок 3 – Работа газоанализатора Testo 330-2

Был выполнен тепловой расчет новой модели котла по нормативному методу теплового расчета [4].

Новый автоматизированный угольный котел ориентирован прежде всего на объекты социального назначения, находящиеся в федеральном и муниципальном ведении (школы, детские сады, больницы, и т.п.), малые и средние предприятия, объекты промышленности и сельского хозяйства, а так же жилые здания.

#### Выводы

1. В котле, оборудованном чугунной монолитной колосниковой решёткой, рекомендуется уголь марки «ДО» от 20 до 50 мм и бурый фракцией от 20 до 60 мм с содержанием пыли не более 20%).
2. В результате обследования котла средней мощности были разработаны требования к конструкции водогрейного котла, выполнение которых должно обеспечивать высокую эффективность работы в реальных условиях эксплуатации.
3. Учет требований позволил разработать автоматизированный водогрейный котел с высокими показателями в широком диапазоне нагрузок.
4. Монолитная чугунная колосниковая решетка с шурующими пластинами является эффективным и экономичным узлом для новой модели котла средней мощности, что позволяет достичь повышения КПД на 8-10% и способствует увеличению срока службы котла.

На основе полученных экспериментальных данных, преимущества новой модели автоматизированного котла сводятся к следующим:

1. Подача топлива происходит самотеком через шахту, что позволяет исключить возгорание топлива в бункере.
2. Чистка колосников автоматическая.
3. Наличие камеры вторичного сжигания и камеры нагрева вторичного воздуха, значительно поднимает КПД и уменьшает количество выбросов вредных веществ в атмосферу.
4. Наличие теплоизолирующего декоративного защитного кожуха.
5. Механическая часть находится вне зоны высоких температур, что обеспечивает их долгий срок службы.
6. Сохранение параметров работы котла энергонезависимо.

#### Литература:

1. Кондаков Сергей Александрович. Энергетические аспекты внешней политики России: диссертация кандидата политических наук: 23.00.04 / Кондаков Сергей Александрович; - Москва, 2012.- 22 с.
2. ГОСТ 30735-2001. Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью от 0,1 до 4,0 МВт. Общие технические условия.
3. Рабочая методика определения теплотехнических показателей отопительных котлов теплопроизводительностью от 0,1 до 3,15 МВт. НИИсантехники. М., 1988 г., 60 с.
4. Тепловой расчёт котлов (Нормативный метод). – 3-е перераб. и доп. – СПб.: НПО ЦКТИ. 1998.

---

## МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА СЕВЕРЕ

---

**Сычев Сергей Анатольевич**

*к.т.н., докторант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета,  
г. Санкт-Петербург*

#### METHODS OF ACCELERATING CONSTRUCTION IN THE NORTH

*Sergej Sychev, Candidate of Science, Doctorant of Construction Technology Department Construction Faculty,  
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg*

#### АНОТАЦИЯ

*Принципы высокоскоростного полносборного индустриального строительства в условиях Севера состоят в следующем: применение индустриальных унифицированных конструкций заводского изготовления в виде легких многослойных сэндвич-панелей и укрупненных блок-модулей нескольких типов; комплексная механизация сборочных процессов, транспортизация и поточная организация монтажа элементов на основе комплектных поставок сэндвич-панелей; технологичность проектных решений, точность монтажа и ритмичность сборочно-монтажных операций на строительной площадке средствами мобильной малогабаритной техники. Такой технологии гарантирует минимальные затраты труда, уменьшает продолжительность сборки, повышает качество, быструю готовность объектов и энергоэффективность объемно-блочного строительства в суровых климатических условиях и слабой инфраструктуре. Наиболее важными показателями при выборе вариантов конструктивно-технологических решений в суровых условиях являются продолжительность выполнения работ и ускоренные темпы интенсификации процессов. Быстровозводимые модульные здания (БМЗ) - это сооружения, монтируемые из объемных унифицированных элементов - блок-модулей заводского изготовления, включая системы внутреннего инженерного оборудования, обеспечивающих заданные физико-механические свойства конструкций, устойчивость, жесткость, прочность, неизменяемость геометрических размеров модулей при их транспортировании и монтаже.*

*Abstract: Describes a new patented designs in the field of complex mechanization of Assembly processes, transportation and mainstreaming of mounting elements on the basis of complete supply of sandwich panels. The authors have developed a high-speed technology of prefabricated industrial construction in the North. It involves the use of industrial uniform designs are prefabricated in the form of light multilayer sandwich panels and enlarged block modules of several types. Crucial: the manufacturability of the design decisions, the accuracy of the installation and the rhythm of the Assembly operations at the construction site by means of small-sized mobile equipment. Developed mount technology ensures minimal labor costs, reduces the duration of the Assembly, improves the quality, provides quick readiness of facilities and energy efficiency three-block construction in a situation of weak infrastructure and in severe climatic conditions. Information technology system model of industrial development are represented in mathematical form that allows an accurate analysis of the defects of prefabricated modular buildings and enable rapid installation of structures. Using MS Project CAD was calculated resources, labor, and the duration of the installation of the attic, confirmed the optimality of the selected design and technology solutions. Integral assessment technology based on the generalized differential indicators indicates a high level of efficiency, installation attic of uniform light metal in the form of sandwich panels, as well as the possibility of fast installation, dismantling and selective repair in the North.*

*Key words: three-dimensional blocks of sandwich panels, standardized prefabricated factory manufacturing of prefabricated mobile building, high-speed construction in the North.*

#### List of notation

LK, BK, MK is the length, width, weight panels

CT is the number of sizes of structural elements

L is the distance from the plant to the object (construction site)

n is the number of structures

P is the productivity of the production line

Q(Cs) is the volume of work involved

T(Cs) is the duration of the construction volume of the unit

#### INTRODUCTION

The development of industrial low-rise building in modern conditions due to high demand housing construction in suburban areas, the need for construction in the short term residential towns for military personnel and residents of areas under special and extreme conditions. The solution of this problem can be successfully implemented through the use of prefabricated buildings high prefabrication of modular type with improved thermal and operational characteristics (Allen et al., 2004).

The development of this direction of construction is constrained by inadequate preparation of production and the lack of appropriate systems.

Various methods element-by-element Assembly buildings, including the phased installation of the building frame, roof and load-bearing elements, and ceiling coverings, have well-known disadvantages associated with dependence on meteorological conditions in the North, a large volume of work, considerable installation time, the necessity of using heavy transport and lifting and mounting hardware (Tananaev et al., 2012a).

Many researchers believe that the main disadvantage of variant design technology of construction of buildings and structures (in particular, the technology of erection of structures) is odnoformatnost focused on pre-defined sequence of processes (1-6). Rounce G (1998) Wang Y, Huang Z, Heng L (2007) Head of PR (2001) Swamy RN (2001) Lawson RM, Richards J (2010) Nadim W, Goulding JS (2010) A Day (2011)

A significant contribution to solving the technology of erection of prefabricated buildings in extreme conditions associated with publications Lapidus et al. (2001), Adam

(2005), Afanas'ev et al. (2007), Tananaev et al. (2012b), Zavadskas et al. (2012a) Verstov et al. (2013),

The justification of optimum organizational and technological solutions, the choice of appropriate construction technologies modular, pre-fabricated, low-rise buildings, as well as the study of the technology of construction of these buildings in different conditions of production of works devoted to the study of Anderson et al., 2007, Staib et al., 2008. A number of authors attribute the major part of the costs for the construction of housing units and buildings industrial and public facilities with remoteness. Often on sites not only heat and electricity, but also the ability to connect to the network because of the remoteness of energy sources. Transportation of equipment and materials is a complex and expensive activity (Cowan, 1979, Jormakka et al., 2008, Kemp, 2009, Fudge et al., 2011, Zavadskas et al., 2012).

The most important factors when choosing options in constructive and technological solutions in harsh conditions are the duration of execution of works and rapid intensification processes (Mitasov, 2006).

The analysis shows the feasibility of the use of accelerated construction technology in buildings and attic floors of the three-dimensional blocks of full factory readiness. In this regard, it is important to use new technologies for the construction of attics of reinforced concrete and light steel structures. Permanent formwork VELOX, technology frame-wooden panels Haus-Concept, glued wooden structures SEPA and sandwich panels (Russia) - are effective elements of modern construction technology. Finally, the polygonal wall blocks the attic of precast concrete Austrian company H. Katzenberger Beton well complement the range of optimal reliability of building structures (Sychev, 2008b).

The unique technology of the Chinese construction company Broad Sustainable Building (BSB) perfected a unique technology ultrafast buildings buildings of ready-to-assemble modules, building a five-star hotel has 30 storeys for 15 days. On the construction site are bought pre-made at factories elements of the building: bearing steel columns, wall panels and floors, with built-in electric cables, water pipes, floor tiles and led lamps. Functionally the finished modules are connected to each other in the total projected shape,

mounted the stairs and outer walls of laminated glass 15 cm thickness. The building is erected a giant "cooler" running on natural gas. This unit is a centralized system of air conditioning and ventilation weight of 3500 tons capable of cooling 500 000 m<sup>3</sup> housing (Knaack, 2012).

#### METHODS

The variety of factors considered in the integrated methodology of research in the following way:

- system analysis and synthesis innovations for the construction of buildings and high speed of construction;
- patent research and methods of the solution of inventive problems over the past 30 years;
- theoretical and experimental investigation of process parameters device attics on the layout, scale 1:20, on the models of the nodes in M1:1 and in a production environment;
- statistical analysis and the use of probability theory in data processing timing and photogrammetric measurements;
- expert evaluation of the manufacturability of the add-in model 3D; techno-economic assessment of the effectiveness of new technologies (Sychev, 2008a).

As a criterion of effectiveness of the system of industrial roof construction adopted comprehensive measure of cost (Cs), which represents the amount of time and cost in manufacturing (Zi), transportation (ZTR) and installation of prefabricated structures (ZM):

$$Cs = Zi + ZTR + ZM \rightarrow \min.$$

Information technology system model of industrial development are represented in the form of functionals:

#### THE MAIN PART

Improvement of the technology of low-rise construction of modules of industrial production, ensures the safety and quality homes while reducing labor costs and timing of construction works, based on the development of rational methods of technical diagnostics and logistics erection of modular buildings (Sherbakov et al., 2013).

#### The analysis of defects of prefabricated modular buildings

Figure 1 shows the distribution of defects of the surveyed houses. It is seen that the largest part of the defects have on the exterior walls, floors, finishes and ventilation system (up to 30 % of defects), cracked in places mates walls and ceilings, peeling cladding layer and hydration structures (15-20 % of defects) (Bad in et al., 2013).

Figure 2 shows that the main causes of defects are: excessive hydration structures (mold on the walls, in the winter ice conditions), the occurrence of mechanical damage (cracks, deformations), the change of geometrical parameters of structural elements (both on the perimeter and on the plane). It is shown that to ensure the required quality of construction of prefabricated modular buildings and prevent unnecessary costs to correct defects in the process of their construction and organization of the construction process should not allow unjustified "margin-suleimania" structures and interrupt installation works.

#### Technology rapid installation of attic from the integrated unified

Developed and justified fundamentally new industrial pre-fabricated technology rapid installation attic of uniform light metal in the form of sandwich panels for fast installation and accurate Assembly using small mobile mechanization: multifunctional hydraulic lift arm and mobile platform in the form of farm mounting template (Bad in 2009).

National mansard roof consists of two types of panels: rectilinear and angular containing supporting frame in the form of cold-formed steel beams of thin-walled channel section. Manufacturing of panels includes a rigid connection of steel beams frame into the circuit (outside wall) by welding. In the lower part of the walls are made bolt holes respectively for short and long side of the panel, for example, Ø 10-15 mm, and the upper part along the perimeter of the panel by way of pushing two parallel grooves, rigid fastening of the bottom steel plate to the underside of the ribs of a C-shaped profile, with the device in it a certain number of holes, for example, 10-15 mm Ø and laying on it a layer of vapor barrier in the form of a film and the insulation. The upper steel plate attached to the top shelves of the beam-shaped profile rigidly followed by the application of polymer coatings and installation of rubber gaskets. The panel joints are additionally sealed and covered by cover strips, which are attached to the panels, for example, with screws. For installation of attic you can use the vacuum panel lift, designed for fast and safe recovery, installation of wall and roof panels.

The essence of accelerated prefabrication technology devices attic is as follows: at the level of the mounting horizon on bearing walls perimeter of the building suit concrete zone in which the anchors install the corner panel. Farm-template (mobile conductor) is used to prevent folding and bending structures. Developed constructive-technological solution of joining sandwich panels mounting block in Figure 3.

Using the hydraulic lift on the mounting farm stack and verify the design position LMC-panel of Figure 4, and then they are fixed between the bolts.

Subsequent rows of panels are attached to the previous use of bolts and screws. While docked panels is done in the desynchronization with offset seams provides hard, and not hinge fastening of panels.

It should be noted that the production technology allows to transport elements of the building entirely without the use of technology high capacity. For example, if the width of the building is 12 meters, used 5 angular and 10 straight panels, the height of the attic will be 3,65 m

Technical and economic efficiency of the developed technology add-attic resulted in reducing the cost of 1 m<sup>2</sup> of the coating by 22.8 %, the complexity of a 48.2 % reduction in the duration of the installation 1.5 times compared with the traditional element-by-element technology. Integral assessment technology based on differential generalized indicators was 0.82, which indicates a high level of technology and efficiency of installation of the attic of the LMC panels. Resource-saving technology rapid installation of the attic unified sandwich panels is characterized by high precision Assembly, quick disassembly and selective repair (Sychev, 2008a).

The technology of erection of buildings and attics of block modules of full factory readiness

Prefabricated modular buildings (EEB) is a structure assembled from a large standardized elements - block-modules prefabricated, including the system of internal engineering equipment, providing specified physical and mechanical properties of structures: stability, rigidity, strength, unchanging geometrical dimensions of the modules during their transportation and installation (Figure 5). Spatial unit is comprehensively designed for engineers, architects, designers, installers and other professionals combined system, which optimally takes into account the factors of efficiency, manufacturability, transportation, installation and dismantling, convenience and safety of operation.

The basis of the research was the implementation of continuous monitoring BMZ at various stages of their construction, the study of improvement of technologies of low-rise construction of block modules industrial production, on the basis of the development of rational methods of technical diagnostics and logistics erection of modular buildings (Sychev, 2008b).

The model articulated 3D designs are built using computer-aided design (CAD) tools MS Project, CAD, in order to ensure the coupling model in the volume of the closed cells of the block of the attic. This system also includes organizational and technical component (personnel, technical, software, and other tools).

Production elements necessary to produce the multifunction assembling the stand, which will be attached all the necessary technical and technological facilities and equipment.

Production work confirm that when the remote control erecting crane, equipped with a coordinate-step mechanism and rigid crossmember which reduces the time of installation cycle 1.5 times and increases productivity of the crane by 40-60 %.

For example, 10 two-storey apartment house from 28 surround the block modules with a full factory readiness dimensions 20.5 x 24.0 m has the technical underground, two residential floors with a height of rooms 2,5 m in light of the attic with sloped roofs. The foundations of the building ribbon of concrete with longitudinal and transverse walls, providing support volumetric block modules the bottom surface around their perimeter.

The volume of the house  $V = 3225 \text{ m}^3$ ; Area  $F = 976 \text{ m}^2$ ; Height of the 2nd floor; Weight 20 tons

The outer enclosure of the module (buildings): a combined structure with insulation. The design of the interface modules - welded. Sealing compounds on the external circuit: rubber sealing and gluing. The coefficient of sound insulation:  $R_w = 45\text{-}50\text{dB}$ . Vapor barrier  $S_d = 130\text{m}$ ; Waterproofing  $m_y = 480,000$ . Estimated (as specified) thermal conductivity:  $R_o(\text{walls}) = 3,11$ ;  $R_o(\text{roofs}) = 4,68$ ;  $R_o(\text{floor}) = 4,88$ ;  $R_o(\text{window}) = \text{of } 0.625$ . The degree of prefabrication - 95%.

A comparative analysis of the rapid installation of attics and buildings on 7 different variants are shown in Table 2. Figure 6 explains that the proposed technology is the most

efficient, effective and high-speed thanks to the use of sandwich panels and block modules of full factory readiness.

Building collapsible block modules made of metal should be used in regions with harsh climatic conditions due to a number of constructive-technological advantages of block modules:

- easy to assemble objects from a block modules;
- shortened the construction time and the elimination of interest from the block modules;
- during all seasons of the installation;
- strength, durability, mobility;
- adaptability and versatility of the designs.

#### Conclusions

1. Developed patented optimal variant of constructive-technological solutions device attics of unified sandwich panels with linear and angular tipo-dimensions  $100 \times 100 \times 20 \text{ cm}$ ,  $100 \times 91 \times 20 \text{ cm}$ , weighing up to 35kg.

2. Using MS Project CAD algorithm variant design of a penthouse floors of block modules of a building with a coefficient of prefabrication of 0.95.

3. Technical and economic efficiency of the developed technology add-attic resulted in reducing the cost of 1 m<sup>2</sup> of the coating by 22.8 %, the complexity of a 48.2 % reduction in the duration of the installation 1.5 times compared with the traditional element-by-element technology.

#### REFERENCES

1. Rounce G (1998) Quality, waste and cost considerations in architectural building design management. *International Journal of Project Management*, **16(2)**: 123-127.
2. Wang Y, Huang Z, Heng L (2007) Cost-effectiveness assessment of insulated exterior wall of residential buildings in cold climate. *International Journal of Project Management*, **25(2)**: 143-149.
3. Head PR (2001) Construction materials and technology: A Look at the future. *Proceedings of the ICE - Civil Engineering*, **144(3)**: 113-118.
4. Swamy RN (2001) Holistic design: key to sustainability in concrete construction. *Proceedings of the ICE - Structures and Buildings*, **146(4)**: 371-379.
5. Lawson RM, Richards J (2010) Modular design for high-rise buildings. *Proceedings of the ICE - Structures and Buildings*, **163(3)**: 151-164.
6. Nadim W, Goulding JS (2010) Offsite production in the UK: The Way forward? A UK construction industry perspective. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, **10(2)**: 181-202.
7. Day A (2011) When modern buildings are built offsite. *Building engineer*, **86(6)**: 18-19.
8. Sherbakov D, Blium L (2013) Prefabricated building and method for constructing a building. US Patent 8499504 B1, Google Patents, US.
9. Zavadskas EK, Brauers W, Kracka M (2012) Lithuanian case study of masonry buildings from the Soviet period. *Journal of Civil Engineering and Management*, **18(3)**: 444-456.

10. Verstov V, Judina A (2013) On Efficient use of electric treatment methods in the technology of concrete work. *World Applied Sciences Journal*, **23**(Problems of Architecture and Construction)
11. Afanas'ev A, Afonin I, Arutjunov S (2007) Tehnologija vozvedenija polnosbornyh zdaniy Association Building Universities. Moscow, RU.
12. Adam Ph-M (2001) Sovershenstvovanie tehnologii stroitel'stva modul'nyh bystrovozvodimyh malojetazhnyh zdaniy: Na primere firmy "BUK" Dissertation No. 61:01-5/2486-5, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, RU.
13. Tananaev NI, Kazansky OA (2012a) Features of permafrost technogenic transformation in Northern Enisey region cities. In *Cold regions engineering 2012*. ASCE, Quebec City, CA, pp. 498-503.
14. Lapidus AA, Telichenko VI, Terent'ev OM (2001) Tehnologija vozvedenija zdaniy i sooruzhenij [Technology of constructing buildings and structures]. Moscow, Vysshaja shkola, RU.
15. Allen E, Iano J (2004) Fundamentals of building construction: Materials and methods. J. Wiley & Sons, Hoboken, NJ, US.
16. Tananaev N, Poznarkova S, Kazansky O (2012b) Envelope foundation employment in arctic construction. In *Cold Regions Engineering 2012: Sustainable infrastructure development in a changing cold environment*: Proceedings of the 15th International Specialty Conference on Cold Regions Engineering: August 19-22, 2012, Quebec City, Canada. ASCE, Reston, VA, US, pp. 583-589.
17. Cowan HJ (1979) Science and building: Structural and environmental design in the nineteenth and twentieth centuries. Wiley, New York, US.
18. Jormakka K, Schürer O, Kuhlmann D (2008) Design methods (Series: Basics. Basel, Switzerland). Birkhäuser, Basel, CH; Boston, US.
19. Zavadskas E, Fouladgar M *et al.* (2012b) A new hybrid model for evaluating the working strategies: Case study of construction company. In *Technological and Economic Development of Economy*, **18(1)**: 164-188.
20. Mitasov VM (2006) Problems of house reconstruction in severe climatic regions. In *Cold Regions Engineering 2006: Current practices in cold regions engineering*, 13th International Conference on Cold Regions Engineering, July 23-26, 2006, Orono, Maine, USA. ASCE, Reston, VA, US, pp. 1
21. Sychev SA (2008a) Tehnologija montazha bystrovozvodimyh konstrukcij [Technology of installation of pre-fabricated structures]. *Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov-Bulletin of Civil Engineers*, **3(29)**: 28-30.
22. Bad'in GM, Sychev SA (2009) Sposob vozvedenija sbornoj kryshi mansardnogo tipa RU Patent No. 2368747, Moscow, RU.
23. Bad'in GM, Sychev SA (2013) Sovremennye tehnologii stroitel'stva i rekonstrukcii zdaniy. BHV-Saint Petersburg Publishing, Saint Petersburg, RU.
24. Sychev SA (2008b) Tehnologija uskorenogo vozvedenija mansard LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, DU

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**Тиняков Сергей Евгеньевич**

*кандидат техн. наук, Филиал ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» в г. Железногорске, г. Железногорск Красноярского края*

*COMPLEX AUTOMATION PROBLEMS AND SOLUTIONS OF CERAMIC PRODUCTS PRODUCTION TECHNOLOGICAL PROCESSES*  
Tinyakov Sergey, Candidate of Engineering Science, Branch of Siberian Federal University, Zheleznogorsk, Krasnoyarskiy Krai  
**АННОТАЦИЯ**

*Статья посвящена исследованию проблем комплексной автоматизации технологических процессов производства керамических изделий. Объектами исследования являются технологические этапы сушки и обжига керамических блоков. Рассмотрены основные факторы сушки и обжига керамических блоков и особенности автоматизации управления процессами тепловой обработки керамических тел. Приведено описание системы автоматизации управления производством керамических блоков для повышения качества выпускаемой продукции.*

*Ключевые слова: керамический блок; обжиг; сушка; влагосодержание; система автоматизации; технологический процесс; оптимизация.*

### ABSTRACT

*The article considers to research complex automation technological processes of ceramic product production. The objects of study are production steps of drying and firing ceramic blocks. There are description of main factors of the drying and firing ceramic blocks and particular qualities automation control of ceramic products heat processing. It also includes descriptions of the control automation system of ceramic blocks to improve the quality manufactured products.*

*Keywords: ceramic block; firing; drying; hygrometric content; system of automation; technological process; optimization.*

Современный технологический процесс производства керамических блоков включает в себя следующие основные этапы:

**подготовка смеси - формовка керамических блоков – сушка – обжиг**

Наиболее ответственными и трудоемкими являются технологические этапы сушки и обжига керамических блоков. Эти технологические процессы характеризуются высокой сложностью и множеством факторов, оказывающих влияние на качество выпускаемой продукции.

Для осуществления технологического процесса обжига необходим постоянный контроль температуры и давления в отдельных зонах печи и воздуховодах. Значения давлений и температур, обеспечивающих определенное качество продукции, определяются опытным путем и являются индивидуальными для конкретного производства. Кроме того эти значения могут меняться при изменении погодных и климатических условий. В связи с чем, возникает необходимость оперативного контроля указанных параметров и анализ их величин за предыдущее время, в течение которого осуществлялся технологический процесс. При реконструкции существующих и проектировании новых производств важной задачей является обеспечение высокой производительности тепловых агрегатов, снижение энергетических затрат при высоком качестве готовой продукции. Эти задачи должны решаться с использованием современного оборудования и систем автоматики.

Керамические блоки, изготовленные пластическим методом, содержит влагу, которая должна быть удалена, чтобы придать им механическую прочность и подготовить к обжигу. Соблюдение технологии сушки и выдержка контрольных параметров процесса в высокой степени влияют на качество конечной продукции. Именно после сушки отбраковывается значительная часть высушенного блоксырца, которая поступит уже в другое производство как отходы от производства керамических блоков. Сушку керамических блоков производят конвективным методом, т.е. методом при котором влага испаряется вследствие теплового обмена между изделием и теплоносителем.

Теплоносителем для сушки служит горячий воздух, отбираемый из зоны охлаждения, в частности, туннельной печи. Этот теплоноситель движется от вентилятора туннельной печи по трубопроводу, затем забирается вторым вентилятором и подается в сушилку. Отбор теплоносителя производится двумя вентиляторами. Количество подачи теплоносителя по туннелям регулируется степенью открытия шиберов на подаче и отборе теплоносителя. Скорость теплоносителя в туннелях составляет 2–3 м./сек., относительная влажность — 85–92%.

Процесс сушки характеризуется следующими основными факторами:

- скоростью перемещения влаги внутри материала;
- скоростью влагоотдачи с поверхности материала в окружающую среду;
- усадочными напряжениями, обусловленными неравномерным распределением влажности внутри материала.

В результате испарения влаги с поверхности изделия влага из глубинных слоев перемещается на его поверхность. Этот процесс называют внутренней диффузией. Наилучшие условия сушки создаются при одинаковой скорости внешней и внутренней диффузий.

Процесс сушки делится на три периода: нагрева изделий, постоянной скорости сушки и замедленной скорости сушки. В период нагрева тепло, подводимое к материалу теплоносителем, расходуется на подогрев изделия от начальной температуры до температуры теплоносителя.

В первый период сушки удаление влаги происходит с постоянной интенсивностью:

$$m = - \frac{W}{F \tau}, \quad (1)$$

где W – испаренная влага, кг; F – площадь поверхности испарения, м<sup>2</sup>; τ – время испарения, ч.

Сушка керамических блоков в сушильных камерах происходит при температуре от 110 до 140 °С. Продольная циркуляция теплоносителя в системах сушилки обеспечивается вытяжными вентиляторами, отводящими отработанный теплоноситель. Регулирование его количества осуществляется с помощью вмонтированных у перекрытия сушилки заслонок. Часть теплоносителя из сушилки отбирается передвижными вентиляторами, обеспечивающими его циркуляцию в поперечном направлении каналов агрегата, равномерно обдувая сырец. В сушильной камере размеры блока в результате усадки уменьшаются (на 5-10%). Нагретый воздух отсасывается из обжиговой печи эксгаустером (вентилятором) и подается в сушильную камеру. Благодаря постепенному подъему температуры, в закрытой сушильной камере с течением времени образуются испарения воды. Без заметного движения воздуха. Это весьма благоприятно влияет на сушку керамических блоков, особенно из чувствительных к режиму сушки глин в первый период Сырец нагревается во влажном воздухе и преждевременного высыхания его поверхности не происходит, а влага равномерно испаряется из всей массы сырца. Время сушки блока-сырца в сушильной камере составляет 21-24 часов.

На рис. 1 представлена схема туннельной сушилки с системой воздуховодов, датчиков веса, температуры.

Заслонки подачи холодного и горячего воздуха 3 оснащены приводами управления. Горячий и холодный воздух через смесители 3 подается в сушилку так, что позволяет корректировать потерю влаги в разных частях сушилки. Перед загрузкой сырья в сушилку измеряется его влажность в установке 7. В процессе сушки, вагонетки 5 взвешиваются в начале, в середине и в конце сушилки с помощью датчиков веса 4, высчитывается влагосодержание керамического блока. Температура, влажность и расход воздуха также измеряется.

В одном из алгоритмов управления процессом сушки используется математическая модель потери массы сырья по результатам измерения изменения массы *M*. Интенсивность сушки корректируется с использованием контрольных измерений массы вагонеток с сырьем так, чтобы достигалось необходимое влагосодержание в конце технологического процесса при отсутствии дефектов (растрескивания, расслаивания, снижения прочности).

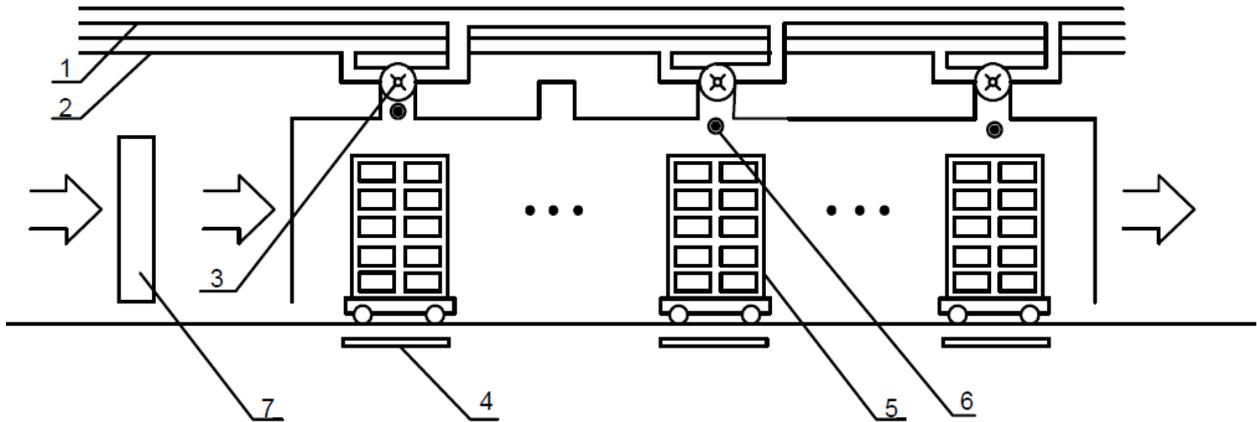


Рисунок 1. Туннельная сушилка с системой воздуховодов, датчиками веса, температуры, влажности  
 1 - воздуховод горячего воздуха, 2 - воздуховод холодного воздуха,  
 3 – заслонки регулирования расхода холодного и горячего воздуха, 4 – датчики веса,  
 5 – вагонетки с сырьем, 6 – датчики температуры, 7- датчик влажности сырья.

При этом, структура модели динамики среднеобъемного влагосодержания керамического блока описывается зависимостью вида:

$$W(\tau) = A \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{T}\right) + C, \quad (2)$$

где  $A, T, C$  – коэффициенты идентификации, зависящие от условий процесса,  $\tau$  - текущее время. Изменение влагосодержания блока-сырца в процессе сушки изменяется, как показано на рис. 2.

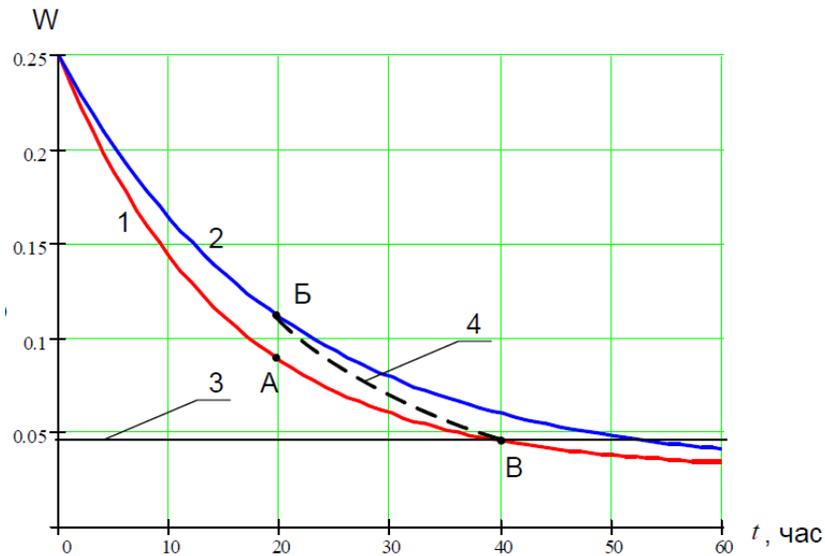


Рисунок 2. Изменение влагосодержания керамического блока в процессе сушки.

Качество процесса управления оценивается функционалом:

$$J(\tau)\Delta W - \frac{(m_H - m_K)}{m_0},$$

где  $\Delta W$  – желаемое изменения влагосодержания в процессе сушки;  $m_H$  – начальная масса сырья;  $m_K$  – конечная масса сырья;  $m_0$  – масса абсолютно сухого сырья.

Для расчета коэффициентов идентификации при  $\tau = 0$  имеем:

$$A + C = W(0), \quad (3)$$

Используя уравнение баланса:

$$\int_0^{\tau_{y0}} [A \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{T}\right) + C] d\tau = \Delta W$$

получаем второе равенство для вычисления коэффициентов  $A$  и  $C$ :

$$A \cdot T \cdot \left[\exp\left(-\frac{\tau_{y0}}{T}\right)\right] + C \cdot \tau_{y0} = \Delta W,$$

где  $\tau_{y0}$  - продолжительность сушки.

Значение коэффициента  $C$  вычисляется в результате совместного решения зависимостей (2) и (3).

В случае несоответствия между прогнозируемым (точка  $A$  на рис. 2) и измеренным экспериментально (точка  $B$  на рис. 2) влагосодержанием в точке повторного

взвешивания (20-ый час процесса сушки), модель корректируется.

Далее, процесс сушки корректируется так, чтобы достигнуть желаемого влагосодержания (линия 3, рис. 2) в конце процесса сушки (времени  $t_4$  точка В, рис. 2) по кривой 4 (рис. 2). Для этого необходимо выбрать новое значение коэффициента модели  $T$  и изменить параметры подаваемого в сушилку воздуха на основании зависимости

$$\Delta T = f(D_e, T_e, \varphi_e).$$

Эта зависимость определяется экспериментально во время предварительного обследования сушилки.

В ходе исследования разработаны предложения по автоматизации производства керамических блоков с целью повышения качества выпускаемой продукции и других технико-экономических показателей работы тепловых агрегатов, обеспечения оперативной технологической и аварийной сигнализации о ходе технологического процесса, предупреждения о возникновении аварийных ситуаций.

В состав системы управления входят: шкаф автоматизации (рис. 3) с мнемосхемой (большая панель визуализации), микропроцессорным контроллером для реализации управляющих функций на низком уровне и автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора технологического оборудования.

Функциональные узлы технологического оборудования получают сигналы управляющего воздействия от контроллера или ручных средств управления.

Технические и программные средства автоматизации выбирались с учетом требований надежности и условий эксплуатации оборудования в условиях, характеризующихся высокой температурой и повышенной запыленностью.

Система автоматизации управления производством керамических блоков обеспечивает, на основе проведенных исследований:

- автоматическое управление и защиту технологического оборудования в процессе его работы;
- контроль параметров технологического процесса в сушилке и печи обжига;
- контроль и управление вентиляторами в сушилке и печи обжига;
- контроль состояния оборудования формовки и транспорта в сушилке и печи обжига;
- управление всем циклом формовки;
- оптимизацию и визуализацию технологических процессов на автоматизированном рабочем месте (АРМ), с помощью разработанных ПМК (программно-методических комплексов);
- ведение архивов и построение трендов на АРМ оператора.)

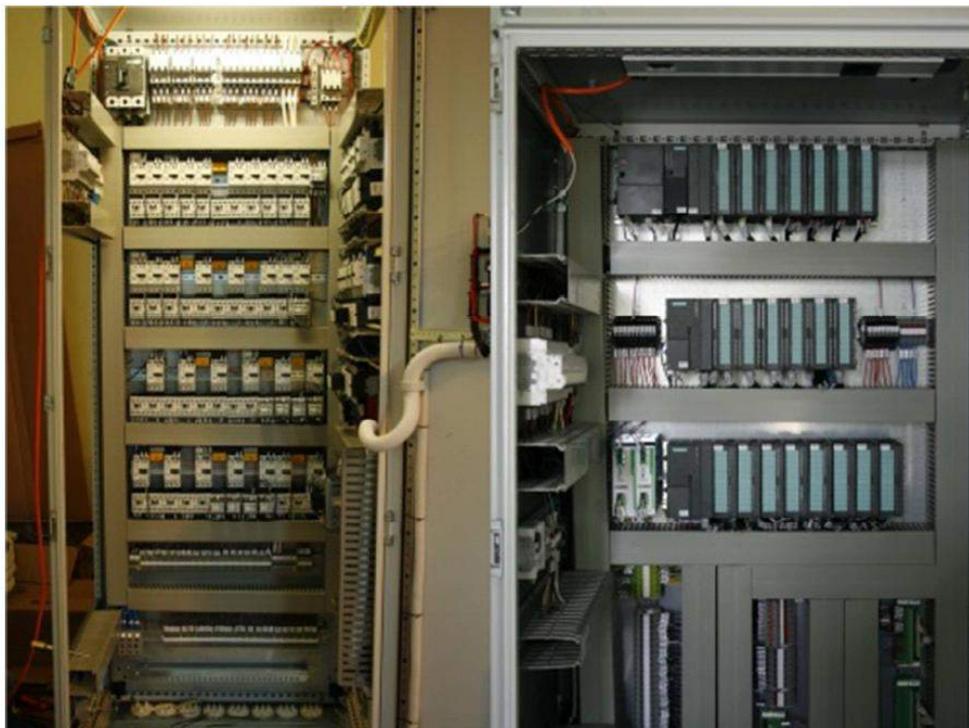


Рисунок 3. Шкаф электроавтоматики и шкаф автоматики.

Для сушки изделий применяется туннельная сушилка, которая состоит из трех туннелей, заданных размеров. Сырые изделия транспортируются из загрузочного устройства в туннели на вагонетках. Каждый туннель оснащен двумя путями. Заполнение сушилки по путям осуществляется транспортным средством. Для сушки керамических блоков в туннельную сушилку подается теплый

воздух из туннельной печи, который проходит по двум каналам над потолком сушилки и поступает к воздухосмесителям, которые распределяют его равномерно по всей высоте туннелей. В третьем туннеле применяется система с пятью вентиляторными стойками, которые обеспечивают перемешивание атмосферы. Стойки жестко сцеплены между собой, и передвигаются вдоль туннеля.

Система подачи воздуха в сушилку имеет электрифицированные шиберные заслонки, позволяющие в оперативном режиме изменять технологические параметры сушки. Разгрузка сушилки с сухими изделиями производится параллельно с транспортером у входа. Вагоны с сухими изделиями передаются автоматическим транспортировщиком у выхода сушилки на напольно-цепной транспортер, который в свою очередь передает вагонетку в подсистему садки блоков, для дальнейшей загрузки печных вагонеток.

Модернизированная система управления обжиговой печи охватывает 15 зон обжига с 58-ю горелками 5СВ-36-120, расположенными по обеим сторонам печи, и обеспечивает необходимые параметры работы дымососов, нагнетания воздуха для горелок, в подвагонное пространство, рекуперацию, перемешивание и ускоренное охлаждение блоков.

В состав системы управления входят: шкаф автоматизации с мнемосхемой (большая панель визуализации), микропроцессорным контроллером для реализации

управляющих функций на низком уровне и автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора технологического оборудования.

Функциональные узлы технологического оборудования получают сигналы управляющего воздействия от контроллера или ручных средств управления.

Технические средства автоматизации выбирались с учетом требований надежности и условий эксплуатации оборудования в условиях, характеризующихся высокой температурой и повышенной запыленностью.

Предлагаемая система управления печью обжига позволяет не только повысить качество керамических блоков, но и улучшить экологичность и безопасность технологического процесса. Разработанная система управления выполнена с использованием принципа функционального разделения узлов. Модули дискретных и аналоговых контуров управления выполнены унифицированными.

Структурная схема системы автоматизации обжиговой печи представлена на рис. 4.

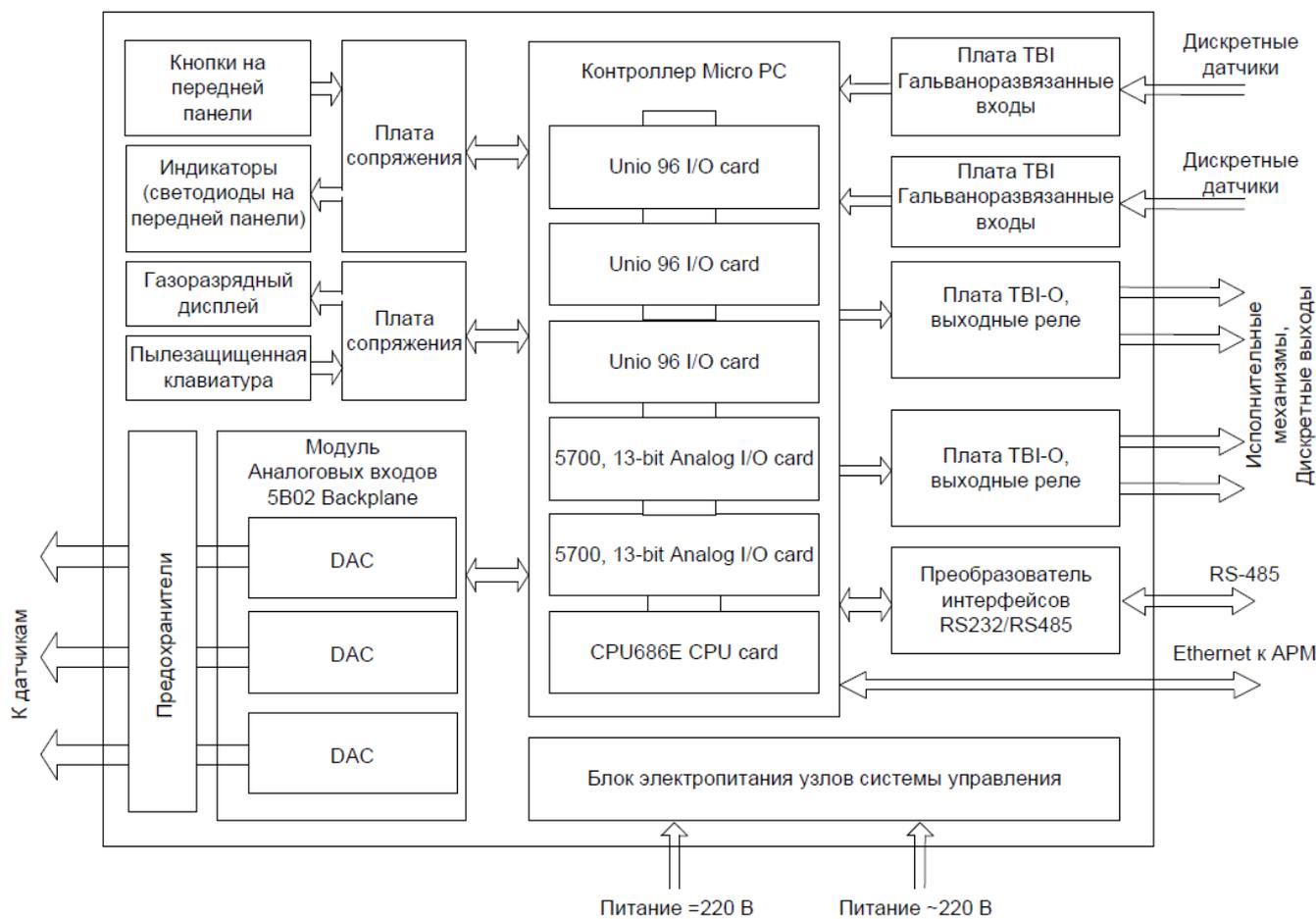


Рисунок 4. Структурная схема системы автоматизации обжиговой печи.

Такие системы способны обеспечивать функции мониторинга и оперативного управления, поддержку динамических полей ввода-вывода, клавиатуры и других сервисных возможностей. Система отображает графическую, текстовую и цифровую информацию о технологическом процессе, позволяет оператору управлять процессом путём ввода цифровой информации, отображает на

экране и дисплее сообщения обо всех возникающих аварийных ситуациях. При возникновении аварийных ситуаций включается звуковая и световая сигнализация.

Все предупреждения и отказы заносятся в электронный журнал, который можно просмотреть в экранной

форме АРМ оператора и распечатать. Наряду с этим система генерирует полный отчет при сдаче/приеме каждой смены.

Дальнейшее совершенствование системы автоматизации основано на объединении локальных подсистем управления в распределенную систему.

Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами производства керамических блоков повышает безопасность и эффективность работы предприятия, качество обожженных изделий, практически полностью исключает брак на этапе обжига. Эффективность работы достигается за счет высокого качества контроля параметров и надежной защиты от нештатных ситуаций.

Новые алгоритмы управления горелками и рециркуляцией теплоносителя увеличивают срок службы стальных элементов конструкции печи, подвергающихся воздействию высоких температур, за счет исключения их перегрева. Таким образом, влияние человеческого фактора,

приводящее к снижению эффективности производства и качества продукции, сводится к минимуму.

#### Список литературы:

1. Adomian G. A general approach to solution of partial differential equation systems. *Comput. Math. Applic.* Vol. 13, No. 9-11, pp. 741-747, 1987.
2. Bokhari A.H., Mohammad G., Mystafa M.T., Zaman F.D.. Adomian decomposition method for a nonlinear heat equation with temperature dependent thermal properties. *Mathematical Problems in Engineering*. Vol. 2009, pp. 1-12.
3. Андреев В.О., Тиняков С.Е. Моделирование температурно-влажностных процессов в объеме керамических блоков / *Технико-технологические проблемы сервиса*, 2012. №4(22). С. 38-41.
4. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. –М.: Высш. шк, 1967. 600 с.

## КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СЕТЯХ 0,4 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

*Третьякова Елена Семеновна*

*аспирант заочного вида обучения, Новосибирского государственного технического университета, инженер-энергетик ОАО «АЭХК», г. Ангарск*

*Reactive power compensation NETWORKS 0.4 kV using a genetic algorithm*

*Tretyakova Elena, postgraduate student, Novosibirsk state technical university, electrical engineer of JSC «АЕСС», Angarsk*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассмотрены вопросы компенсации реактивной мощности в ЭЭС и СЭЭ. Выполнены расчеты мощности ИРМ и определены оптимальные точки размещения по средствам использования методов генетических алгоритмов. Показана возможность эффективного использования генетических алгоритмов в задачах оптимизации выбора ИРМ.*

#### ABSTRACT

*The problems of reactive power compensation in EPS and SEE. Calculations of power of the IWW and the optimal location point by means of the use of the methods of genetic algorithms in optimization of choice of the IWW.*

*Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, генетические алгоритмы, оптимальный выбор, промышленные предприятия.*

*Keywords: Reactive power compensation, genetic algorithms, optimal selection, industry.*

В условиях роста стоимости электроэнергии, для промышленных потребителей весьма актуальна проблема энергосберегающих технологий транспортировки и потребления электроэнергии. Экономия электроэнергии на предприятиях зависит, прежде всего, от ее эффективного использования при работе отдельных промышленных систем и технологических установок. Такими стандартными системами и установками любых производственных процессов являются системы освещения, электродвигатели технологического оборудования, электронагревательные установки, сварочное оборудование, преобразователи, трансформаторы и др.

Среди многочисленных способов энергосбережения важное место занимает компенсация реактивной мощности (КРМ). КРМ является самым дешевым и одновременно самым эффективным средством повышения

технико-экономических показателей электрических систем, уменьшая все виды потерь и капиталовложения на сетевые объекты. Причем повышение экономичности при КРМ происходит без вмешательства в условия и режим работы электроприемников – с помощью включения в систему электросбережения так называемых компенсирующих устройств (КУ).

Результаты, приведенные в [1], показывают, что при установке КУ в сетях напряжением 0,4 кВ величина токов линии уменьшается и позволяет увеличить передачу активной мощности на 21 %, при установке источников реактивной мощности в сетях напряжением 10 кВ величина токов линии уменьшается и позволяет увеличить передачу активной мощности на 8 %. Таким образом, компенсация реактивной мощности необходима на всех уровнях напряжения.

В настоящее время вопросы компенсации реактивной мощности и уровень компенсации нормируются приказом Минпромэнерго РФ № 49 от 22.02.07 [2]. Этим приказом соотношение потребления активной и реактивной мощностей ( $\text{tg } \varphi$ ) в точке присоединения потребителей электрической сети устанавливается для напряжения 110 кВ – 0,5; для 6, 20, 35 кВ – 0,4; для 0,4 кВ – 0,35.

При решении задачи компенсации реактивной мощности в сложных электрических системах встает вопрос максимального снижения затрат. Анализ литературы показывает, что не существует универсального метода, который позволял бы за короткое время найти решение достаточно близкое к оптимальному. В связи с этим необходимо найти такой подход, который в лучшей степени отвечал бы требованиям, предъявляемым к решению такого рода задач, и учитывал бы их многомерность, мультимодальность и дискретность.

В последнее время для решения оптимизационных научно-технических проблем находят применение методы искусственного интеллекта: нечеткой логики, искусственных нейронных сетей, эволюционных алгоритмов, которые широко освещаются в печати, особенно зарубежной [3-5]. Одним из решений может быть применение генетических алгоритмов для определения оптимальных точек размещения и выбора мощности КУ, эффективность которого убедительно доказана в [6, с. 23-30].

Автором была выполнена работа по оптимальному расчету источников реактивной мощности по методу Лагранжа и с применением генетического алгоритма для потребителей напряжением 3 кВ одного из цехов ОАО «АЭХК».

Сравнительный анализ показал, что для достижения необходимого коэффициента реактивной мощности по методу Лагранжа необходимо устанавливать 1594 кВар в пяти узлах системы электроснабжения, а с помощью генетического алгоритма та же цель достигается установкой 1330 кВар. Экономия составляет 264 кВар, т.е. 16 %. Кроме того, проведенный сравнительный анализ показывает, что по данному алгоритму обеспечиваются минимальные затраты на компенсацию реактивной мощности необходимые для соблюдения условий с энергосетевой компанией. При этом благодаря данному алгоритму компенсируется именно столько реактивной мощности, сколько необходимо для соблюдения договора, а не значительно больше, как при упрощенном расчете. Наряду с этим, анализ быстродействия алгоритмов показывает, что с увеличением количества узлов ресурс расходования времени традиционного метода нелинейного программирования возрастает нелинейно существенно быстрее, чем при генетическом алгоритме [7, с. 329-331].

В настоящее время автором ведется работа по оптимизации источников реактивной мощности в сетях 0,4 кВ. В цехах основной технологии ОАО «АЭХК» требования к климатическим условиям и температурному режиму технологического оборудования достаточно жесткие, поэтому основными потребителями подстанций собственного расхода являются двигатели насосов и вентиляторов при этом питающие кабельные сети составляют сотни метров.

С помощью пакета прикладной программы Simulink среды MATLAB выполнена модель одной секции подстанции собственного расхода. Расчет при максимальной двигательной нагрузке показал, что на границе балансовой принадлежности соотношение потребления активной и реактивной мощностей ( $\text{tg } \varphi$ ) равен 0,48.

К решению вопроса по обеспечению  $\text{tg } \varphi = 0,35$  [2] можно подойти двумя способами:

- 1) установить необходимое количество источников реактивной мощности на сборных шинах подстанции собственного расхода;
- 2) оптимально разместить источники реактивной мощности вблизи потребителей.

Решение задачи первым способом ведет к разгрузке сети по реактивной мощности и, следовательно, к снижению потерь активной мощности и напряжения на трансформаторе собственного расхода и в сети высокого напряжения. Для уже существующих промышленных подразделений – это наиболее рациональный способ.

Решая вопрос компенсации вторым способом, цель задачи состоит в нахождении такого решения, которое обеспечит максимально экономический эффект при соблюдении всех технических условий нормальной работы электрических сетей и приемников электроэнергии. Математическая формулировка задачи в этом случае сводится к следующему:

$$F = 3\Delta P + 3Q_K + 3K \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$0 \leq \text{tg } \varphi \leq 0,2, \quad (2)$$

$$0 \leq Q_{ki} \leq Q_i. \quad (3)$$

В выражении (1) составляющие затрат определяются следующим образом:

$$3Q_K = EK_{0t}Q_{ki}, \quad (4)$$

$$3\Delta P = c\tau_{\max}\Delta P_{\Sigma}, \quad (5)$$

где  $Q_i$  – реактивная мощность нагрузки в  $i$ -м узле;  $Q_{ki}$  – мощность конденсаторной установки;  $E$  – номинальный коэффициент эффективности капиталовложений;  $K_{0t}$  – удельная стоимость КУ (т.к. компенсация производилась на одном уровне напряжения, то  $E$  и  $K_{0t}$  можно не учитывать);  $c$  – удельная стоимость потерь электроэнергии;  $\tau_{\max}$  – число часов максимума потерь (аналогично с  $\tau_{\max}$  для нашего случая можно не учитывать);  $3K$  – затраты на кабельную продукцию.

На ОАО «АЭХК» и аналогичных предприятиях установка потребителей собственного расхода (вентиляторов, насосов, компрессоров и т.п.) географически зависит от расположения технологического оборудования, поэтому оптимизировать длину питающих кабелей не представляется возможным, но, устанавливая источники реактивной мощности рядом с потребителем, можно уменьшит сечение питающего кабеля. Так как  $L$  – длина кабеля, значение фиксированное, а  $S$  – сечение кабеля зависит от передаваемой мощности, то затраты на кабельную продукцию можно заменить на  $V$  – объем кабельной продукции ( $V$  =

L\*S). Таким образом, формулировку математической задачи (1) можно записать:

$$F = \sum Q_{ki} + \Delta P_{\Sigma} + V \rightarrow \min. \quad (6)$$

tg φ взят равным 0,2, а не 0,35, как это предписывает нормативный документ [2], из соображения, что цена 10 м кабеля соизмерима с ценой конденсатора типа КПС мощностью 33 кВар, а т.к. длина питающих сетей составляет сотни метров, то автор предполагает, что на стадии проектирования промышленных предприятий с аналогичными условиями можно значительно уменьшить затраты на строительство.

В настоящее время автором ведутся работы по реализации данной задачи.

#### Литература:

- 1 Кочкин В. Реактивная мощность в электрических сетях. Технологии управляемой компенсации // Новости электротехники № 4 (64) 2010.
- 2 Приказ Минпромэнерго РФ № 49 от 22.02.07 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)».
- 3 Mantawy A.H., Abdel-Magid Y.L., Selim S.Z. Integrating Genetic Algorithms, Tabu Search, and Simulated Annealing for the Unit Commitment Problem // IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 3, August 1999.
- 4 Paterni P., Vitet S., Bena M., Yokoyama A/ Optimal Location of Phase Shifters in the French Network by Genetic Algorithm // IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 1, February 1999.
- 5 Da Silva E.L., Gil H.A., Areiza J.M. Transmission Network Expansion Planning Under an Improved Genetic Algorithm // IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 3, August 2000.
- 6 Манусов В.З., Павлюченко Д.А. Применение гибридного генетического алгоритма для оптимального распределения реактивной мощности // Электроэнергетика: Сб. науч. тр. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – с. 23-30.
- 7 Манусов В.З., Третьякова Е.С. Применение генетических алгоритмов для оптимального размещения источников реактивной мощности на промышленных предприятиях // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока № 2 2012. – с. 329-331.

## ВЗАИМОСВЯЗАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ ИМ

**Тюрбеева Татьяна Борисовна**

ФГБОУ ВПО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

**Волкова Галина Дмитриевна**

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва

THE INTERCONNECTED MODELLING OF PROCESSES OF CREATION OF THE APPLIED AUTOMATED SYSTEMS AND MANagements OF IT

Tyurbeeva Tatiana, FSEI HPE " MSTU "STANKIN", Moscow

Volkova Galina, doctor of technical sciences, professor, FSEI HPE " MSTU "STANKIN", Moscow

#### АННОТАЦИЯ

В статье предложена структура взаимосвязанного семантического моделирования процесса создания прикладных автоматизированных систем и управления этим процессом. Представлено формальное описание различных форм представления семантических моделей процессов создания прикладных автоматизированных систем и управления им.

#### ABSTRACT

In article the structure of the interconnected semantic modeling of process of creation of the applied automated systems and management of this process is offered. Submitted by the formal description of the various forms of representation of semantic models of processes of creation of the applied automated systems and management to them .

Ключевые слова: прикладные автоматизированные системы.

Keywords: the applied automated systems.

На основе сравнительного анализа нормативно-методической базы создания прикладных автоматизированных систем (ПАС) (на основе отечественной практики - ГОСты 34-го комплекса, на основе зарубежной практики - ГОСТ Р ИСО\_МЭК 12207-99, на основе методологии автоматизации интеллектуального труда) выполнено формальное описание процесса создания ПАС по этим подхо-

дам, которое приведено в работах [1-5]. Выявлены достоинства и недостатки нормативной базы рассматриваемых подходов. Полученные результаты позволили сформировать интегральную модель процесса создания ПАС, учитывающую как взаимосвязанное описание процессов и результатов, так и увязанное с ним описание среды процесса.

Формальное описание интегрального представления процесса создания ПАС на базе рассматриваемых практик позволяет перейти к формальному описанию процесса управления созданием ПАС с учетом метода взаимосвязанного семантического моделирования проектных и управленческих процессов [6].

Метод взаимосвязанного семантического моделирования заключается в разработке системы правил перехода от семантической модели процесса создания объектов к семантической модели процесса управления созданием.

На основе данного метода предложена структура взаимосвязанного семантического моделирования процесса создания ПАС и управления этим процессом, приве-

денная на рисунке 1, в которой  $S_{S1}^{INT}$  - интегральное представление процесса создания ПАС в общем виде на основе системного подхода;  $S_{S2}^{INT}$  - интегральное представление процесса создания ПАС с учетом среды на основе системного подхода;  $M_S$  - представление интегральной модели процесса создания ПАС в матричной форме на основе конвейерно-тактового подхода;  $M_{uS}$  - взаимосвязанное представление моделей процесса создания ПАС и процесса управления созданием также в матричной форме на основе конвейерно-тактового подхода;  $S_{uS}^1$  - формальное описание процесса управления созданием в общем виде на основе системного подхода.

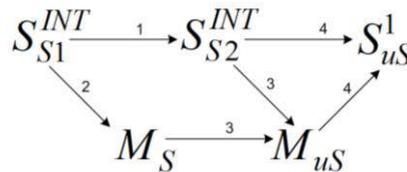


Рис. 1. Структура взаимосвязанного семантического моделирования процесса создания ПАС и управления созданием

Интегральное представление процесса создания ПАС с учетом среды на основе системного подхода  $S_{S2}^{INT}$  и модель процесса создания ПАС в матричной форме на основе конвейерно-тактового подхода  $M_S$  позволяют перейти путем преобразования к формированию взаимосвязанного представления модели процесса создания и управленческой деятельности  $S_{S2}^{INT} \cup M_S \rightarrow M_{uS}$ . Для этого сформировано уточненное матричное описание интегральной модели процесса создания ПАС в виде:

$$C = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $C^{22}$  - матричный блок, учитывающий внутреннюю структуру действий процесса создания ПАС;  $C^{21}$  - матричный блок, описывающий входные параметры;  $C^{32}$  - матричный блок, описывающий выходные параметры;

$C^{31}$  - элемент матрицы, определяющий тип алгоритмической конструкции;  $C^{12}$  - матричный блок, учитывающий характеристики субъектов, участвующих в каждом из действий, описываемых зависимостями на главной диагонали блока  $C^{22}$ ;  $C^{23} = [C^{23-1} C^{23-2} C^{23-3} C^{23-4} C^{23-5}]$  - матричный блок, состоящий из вложенных блоков, описывающих средства, задействованные в процессе создания ПАС;  $C^{11} = \emptyset$ ;  $C^{13} = \emptyset$ ;  $C^{33} = \emptyset$ . Элементы матрицы  $C^{23-1}$  для любого описывают временные характеристики выполнения действий в процессе создания ПАС, элементы матрицы  $C^{23-2}$  описывают характеристики финансовых ресурсов, а элементы матриц  $C^{23-3}$ ,  $C^{23-4}$ ,  $C^{23-5}$  описывают технические, программные и методические средства соответственно.

Увязка графической интерпретации интегральной модели процесса создания ПАС с учетом среды и ее формального описания в матричной форме представлена на рисунке 2.

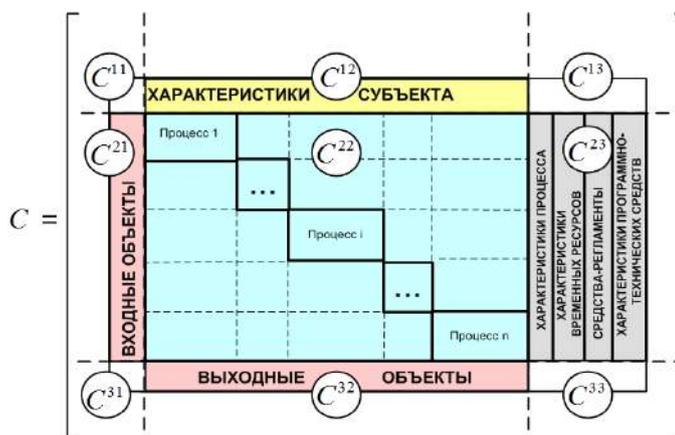


Рис.2. Увязка графической интерпретации интегральной модели процесса создания ПАС с учетом среды и ее формального описания в матричной форме

Таким образом, формируется модель  $M_{us}$ , которую можно представить в виде формального описания процесса управления созданием в общем виде на основе системного подхода:

$$S_{us}^1 = \langle Y_S^U, X_S^U, R_{XS}^U \rangle, \quad (2)$$

где а)  $Y_S^U = \langle \overline{Y_S^U}, q(\overline{Y_S^U}), R_{YS}^U \rangle$  - система управленческих действий (структура процесса управления созданием ПАС), соответствующая системе зависимостей модели процесса управления созданием  $M_{us}$ , в которой  $\overline{Y_S^U}$  - множество элементов системы, описывающих управленческие действия процесса создания ПАС,  $q(\overline{Y_S^U})$  - множество разнородных свойств элементов системы, описывающих управленческие действия процесса создания ПАС,  $R_{YS}^U$  - множество связей между управленческими действиями процесса создания ПАС;

б)  $X_S^U = \langle \overline{X_S^U}, q(\overline{X_S^U}), R_{XS}^U \rangle$  - структура входных и выходных объектов, соответствующая понятийной структуре модели процесса управления созданием  $M_{us}$ ,

в которой  $\overline{X_S^U}$  - множество элементов системы, описывающих объекты-ресурсы (параметры), являющихся содержанием управленческих действий процесса создания ПАС, включая временные характеристики,  $q(\overline{X_S^U})$  - множество разнородных свойств элементов системы, описывающих объекты-ресурсы,  $R_{XS}^U$  - множество связей между объектами-ресурсами (параметрами);

в)  $R_S^U$  - множество связей между объектами-ресурсами (плановыми и фактическими параметрами) и действиями, отражающее увязку понятийной и функциональной составляющей модели процесса управления созданием ПАС.

Декомпозиция процесса управления созданием ПАС представлена на рисунке 3 в виде многоуровневой декомпозиции управленческих циклов. Формирование структуры процесса управления созданием ПАС позволяет описать процесс управления в целостном виде от управления фазой создания до управления подэтапами создания ПАС.

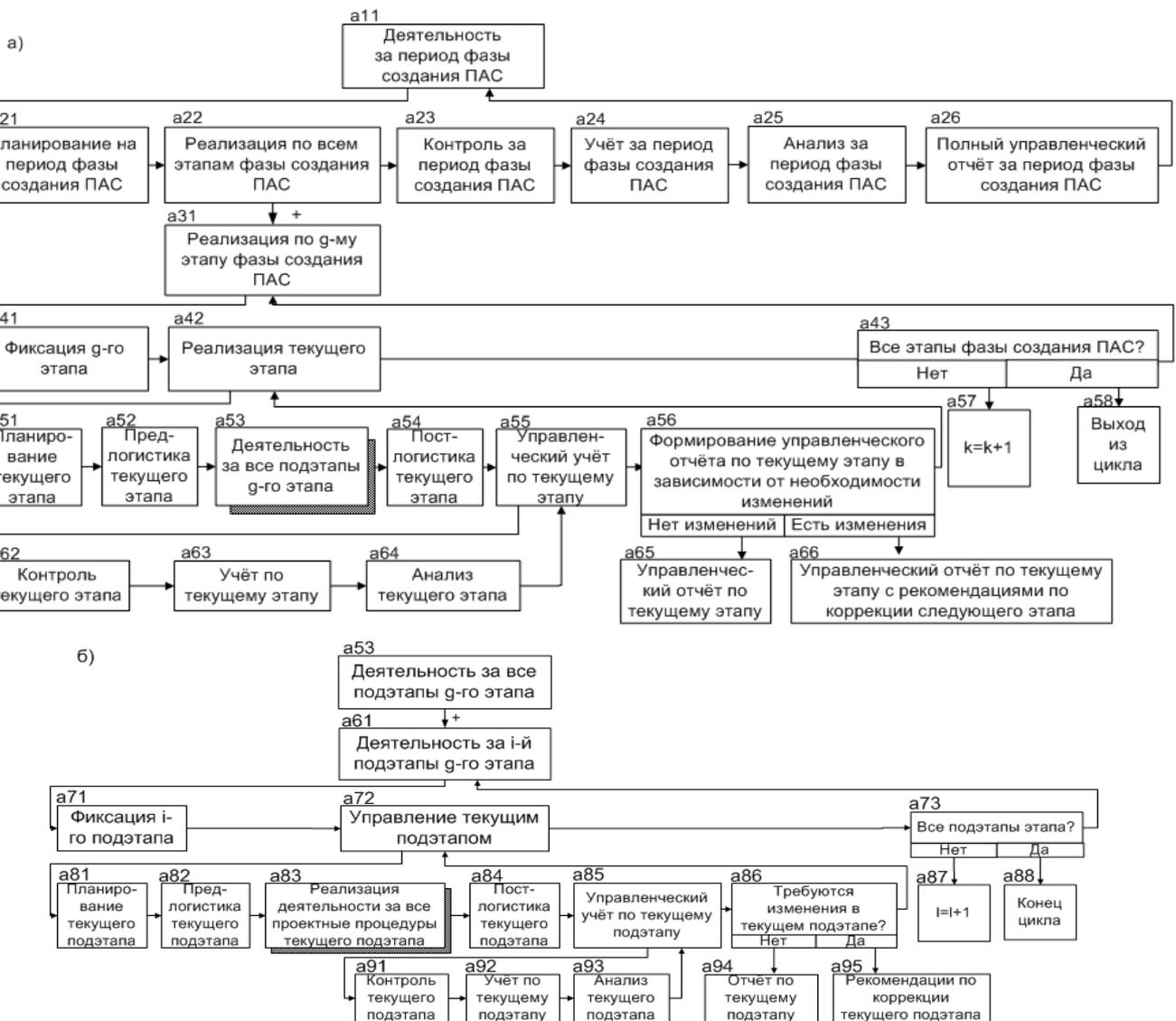


Рис.3. Декомпозиция процесса управления созданием ПАС: а) начало, б) продолжение

Полученное формальное описание различных форм представления семантических моделей процесса создания ПАС и управления созданием определяет максимальную функциональную детализацию этого процесса с учетом информационной связности действий и раскрытием управленческой составляющей.

Предложенная увязка интегральной модели процесса создания ПАС с учетом среды и ее формального описания в матричной форме обеспечивает целостность основного и управляющего процессов.

Данное взаимосвязанное семантическое моделирование применимо также к формальному описанию различных форм представления процессов функционирования, развития ПАС и управления этими процессами.

Выполненное взаимосвязанное семантическое моделирование процесса создания ПАС и управление созданием позволяет перейти к формированию состава и структуры нормативно-методического обеспечения управленческого процесса.

(Данная статья подготовлена в рамках выполнения инициативного проекта №12-07-00185 «Исследование и обоснование научно-методического обеспечения процессов создания, функционирования и развития прикладных автоматизированных систем на основе методологии автоматизации интеллектуального труда» по гранту РФФИ).

#### Литература:

1. Волкова Г.Д., Григорьев О.Г., Новоселова О.В., Григорьева Л.В., Тюрбеева Т.Б. Проблематика нормативного обеспечения процессов создания и развития прикладных автоматизированных систем //

Materialy IX mezinarodni vědecko - prakticka conference «Věda a vznik – 2012/2013». - Díl 33. Moderni informační technologie: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o , 2013. С.12-16.

2. Волкова Г.Д., Володин Д.А. Особенности разработки средств поддержки управления проектами при создании сапр машиностроительного назначения // Технология машиностроения. 2007. № 2. С. 66-68.
3. Волкова Г.Д. Развитие методологии автоматизации интеллектуального труда как теоретической основы создания прикладных автоматизированных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2006. № 1. С. 105-117.
4. Тюрбеева Т.Б., Волкова Г.Д., Григорьев О.Г. Анализ и моделирование процесса создания прикладных автоматизированных систем на основе применяемых решений // Вестник МГТУ «СТАНКИН». Научный рецензируемый журнал. М.: МГТУ «СТАНКИН» - июнь 2013, № 2 (25), С. 91-95.
5. Тюрбеева Т.Б., Волкова Г.Д., Григорьев О.Г. Формальное описание интегрального представления процессов создания, функционирования и развития прикладных автоматизированных систем на основе применяемых решений // Вестник МГТУ «Станкин». 2014. №1(28). С.98-101.
6. Протасова С.В., Волкова Г.Д. Анализ и концептуальное моделирование взаимосвязей проектных и управленческих функций в деятельности проектно-конструкторской организации // Технология машиностроения. 2007. №2. С.83-85.

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ КОНСЕРВАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Кравченко Игорь Николаевич**

доктор технических наук, профессор, Военно-технический университет, г. Балашиха

**Зиятдинов Эдуард Андреевич**

аспирант, 3 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации

г.Москва

**Жуков Леонид Витальевич**

аспирант, Военно-технический университет, г. Балашиха

**Амелин Сергей Сергеевич**

кандидат технических наук, Военно-технический университет, г. Балашиха

### METHODOLOGY OF FORECASTING THE LABOR PRESERVATION OF SPECIAL EQUIPMENT

*Kravchenko Igor', Doctor of Science, professor of Military Technical University, Balashiha*

*Ziatdinov Eduard, post-graduate of 3 Central research Institute, Moscow*

*Zhukov Leonid, post-graduate of Military Technical University, Balashiha*

*Amelin Sergey, Candidate of Science, Military Technical University, Balashiha*

#### АННОТАЦИЯ

В статье исследованы вопросы состояния хранения специальной техники, причины снижения ее готовности. Предложенная методика прогнозирования трудоемкости консервации изделий специальной техники позволит оценить приспособленность исследуемых изделий к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов при организации хранения; классифицировать специальную технику в зависимости от применения метода консервации; прогнозировать расходы и трудоемкость производимых работ по консервации изделий специальной техники.

## ABSTRACT

The article examines the state of the retention of the special technics, the reasons for the decline of its readiness. The technique of forecasting of labor preservation of the items of special technology will allow to assess the suitability of the investigated products to conservation, which in turn reduces the cost of resources when organizing storage; to classify a special technique depending on the application of the method of conservation; to forecast the costs and complexity of work produced for the conservation of the items of special technology.

*Ключевые слова:* Специальная техника; трудоемкость; консервация; хранение.

*Keywords:* Special equipment; labor; conservation; storage.

В ходе реформирования Вооруженных сил производится укомплектование воинских частей новыми образцами специальной техники (СТ), что в свою очередь приводит к большому переизбытку устаревшей специальной техники, находящейся на хранении. В результате нахождения специальной техники на хранении ее готовность к использованию по штатному назначению снижается.

Для недопущения снижения готовности СТ, находящейся на хранении и обеспечения ее сохраняемости разработан комплекс технических мероприятий, из которых основным и наиболее трудоемким является консервация. Трудоемкость проведения консервации характеризуется многообразием применяемых консервационных методов, которые в свою очередь, обусловлены конструктив-

ными особенностями техники. Вследствие этого возникает необходимость прогнозирования трудоёмкости консервации специальной техники [2, с. 3; 3, с. 45]. Разработанная методика прогнозирования трудоёмкости консервации специальной техники, позволяет прогнозировать расходы, связанные с консервацией СТ при постановке на хранение, оценивать приспособленность СТ к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов (трудовых и материальных) при организации хранения СТ.

Количественный анализ техники, находящейся на длительном хранении, показывает, что значительную часть ее составляет специальная техника (рисунок 1). В связи с этим можно предположить, что боеготовность войск в значительной степени определяется состоянием специальной техники, находящейся на хранении [4, с. 71].

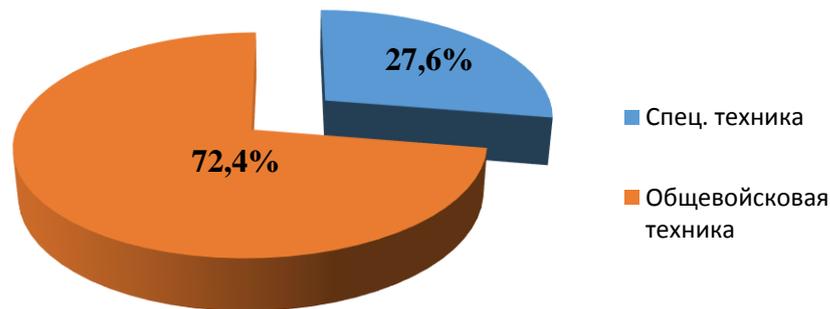


Рисунок 1. Распределение военной и специальной техники на длительном хранении

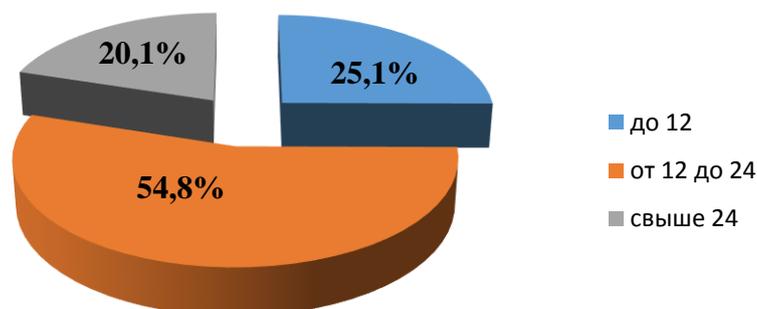


Рисунок 2. Распределение специальной техники по сроку хранения

Учитывая приведённые выше данные, а также то, что для изделий специальной техники, выполняющих задачи по штатному предназначению, характерен периодический (сезонный) режим эксплуатации (рисунок 2). Можно утверждать, что в течение всего жизненного цикла, специальная техника, значительную часть времени эксплуатируются нерегулярно (находятся на хранении) [1, с. 4].

Решение задачи по прогнозированию трудоемкости консервации СТ осуществляется в несколько этапов (рисунок 3):

1 этап. Анализ конструктивного исполнения предлагаемых к принятию на вооружение изделий специальной техники.

На этом этапе выявляется количество конструктивных элементов, реализующих функциональные возможности каждого изделия и характеризующих как сложность самой конструкции, так и сложность применяемых методов консервации.

2 этап. Определение количества конструктивных элементов, реализующих функциональные возможности каждого изделия СТ, характеризующих как сложность самой конструкции, так и сложность применяемых методов консервации.

Определение трудозатрат, расходуемых на проведение консервации предлагаемых к принятию изделий СТ, выбранных на 1 этапе. Для решения, в первую очередь, по формулам (1, 2), используя данные, полученные на 1 этапе, производится расчет значений коэффициентов приспособленности рассматриваемых конструкций к консервации.

$$S_k = S_{xk} + S_{xp}, \quad (1)$$

где  $S_k$  – коэффициент приспособленности СТ к консервации;

$S_{xk}$  – коэффициент конструктивной приспособленности СТ к консервации;

$S_{xp}$  – коэффициент, определяющий приспособленность СТ к применению различных методов консервации.

3, 4, 5 этапы. Производится расчет прогнозируемой трудоемкости консервации и критерия приспособленности к консервации для каждого предложенного изделия СТ с целью определения вариантов конструкций машин, наиболее полно удовлетворяющим требованиям (прогнозируемая трудоемкость консервации минимальна, а производительность СТ высока).

На заключительном этапе по предложенному критерию производится сравнение принятых вариантов СТ с аналогом.

Проведенные ранее исследования, не учитывают номенклатурного разнообразия специальной техники и направлены в основном только на однотипные машины, что не позволяет использовать их результаты для классификации конструктивного исполнения изделий специальной техники с целью выявления конструктивных элементов, реализующих её функциональное предназначение.

Представив значение оценок  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  в баллах и выполнив ряд преобразований, можно представить коэффициент приспособленности сборочной единицы, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ в виде:

$$S_{ij} = k_{ij} \cdot \alpha_{ij} + k_{ij} \cdot \sum_{r=1}^R \gamma_r \beta_{ijr}, \quad (2)$$

где  $S_{ij}$  – коэффициент приспособленности  $j$ -го вида конструктивных элементов ( $j$  – номер вида элемента,  $J$  – количество элементов, реализующих функциональные возможности изделия СТ) реализующих  $i$  – ую функциональную возможность ( $i$  – номера функциональных возможностей;  $I$  – общее число функциональных возможностей изделия СТ);

$k_{ij}$  – количество конструктивных элементов  $j$ -го вида, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\alpha_{ij}$  – оценка в баллах конструктивной приспособленности к консервации  $j$ -го вида элементов, реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\beta_{ijr}$  – оценка в баллах применимости  $r$  – го способа консервации ( $r$  – номера способов консервации,  $R$  – общее количество способов консервации применяемых для консервации изделия СТ) для  $j$ -го вида конструктивных элементов реализующих  $i$  – ую функциональную возможность изделия СТ;

$\gamma_r$  – оценка в баллах технологической сложности  $r$  – го способа консервации.

Таким образом данная методика позволяет следующее:

1. Оценить приспособленность исследуемых изделий СТ к консервации, что в свою очередь сокращает затраты ресурсов при организации хранения;
2. классифицировать СТ в зависимости от применения метода консервации;
- 3 прогнозировать трудоёмкость и расходы производимых работ по консервации изделий специальной техники.

#### Список литературы

1. Приказ МО РФ от 04.1999г. «Руководство по организации ТО и ремонта ВВТ общевойскового назначения».
2. Приказ МО РФ от 10.07.1997 г. «272 и о нормах расхода эксплуатации «герметизирующих материалов на техническое обслуживание при использовании и хранении техники на мирное время».
3. Руководство по хранению автомобильной техники в вооруженных силах Российской Федерации: Книга 1. Организация хранения автомобильной техники. – М.: Воениздат, 2005. – 190 с.
4. Эксплуатация вооружения и военной техники сухопутных войск. – М.: Воениздат, 2000. – 234 с.

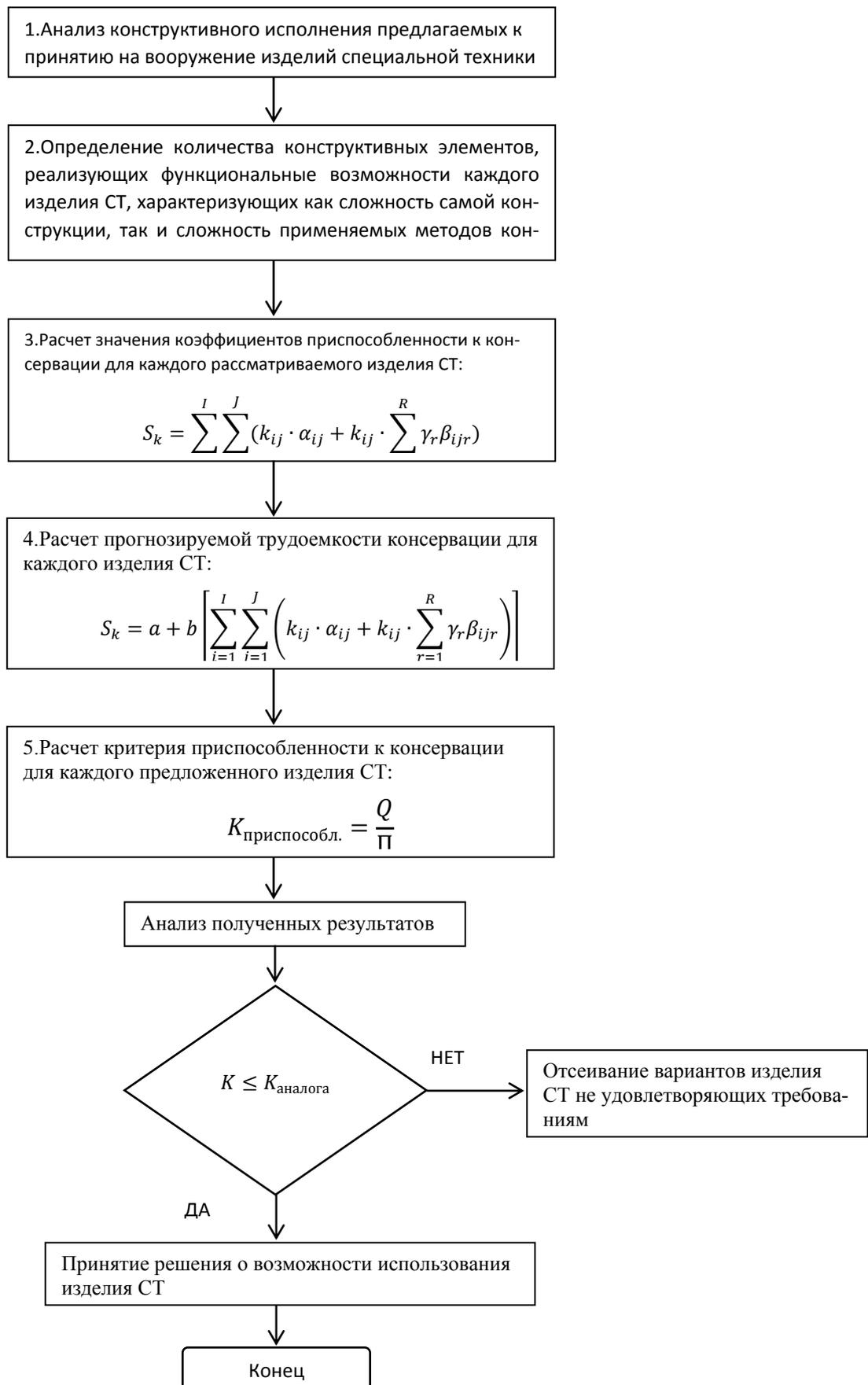


Рисунок 3. Алгоритм расчета трудоемкости при консервации специальной техники

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Зимин Владимир Михайлович,**

*к.т.н., доцент, Финансово-Технологическая Академия, ФТА, г. Королев*

**Шевченко Евгений Петрович,**

*к.т.н., доцент, Финансово-Технологическая Академия, ФТА, г. Королев*

### THE PREDICTION OF AN EMERGENCY USING NEURAL NETWORKS

#### АННОТАЦИЯ

*Исследованы возможности применения управления с помощью нейронных сетей для прогноза развития аварийной и предаварийных ситуаций для оборудования территориально-распределенных информационных систем на базе вычислительной техники, работающего в условиях неопределенности; проведена оценка ошибок нейронной сети.*

#### ABSTRACT

*The possibilities of application control using neural networks for forecasting the development of emergency and pre-emergency situations for equipment geographically distributed information systems based on computer technology, operating under conditions of uncertainty; assessed the errors of the neural network.*

*Ключевые слова: вычислительная техника; нечеткое управление; нейронная сеть.*

*Keywords: computer science; fuzzy control; neural network.*

Одним из главных критериев работы оборудования систем на базе вычислительной техники, осуществляющих координацию работы объектов технической эксплуатации в режиме реального времени, является безаварийность (отсутствие нештатных ситуаций). Системы противоаварийной автоматической защиты обеспечивают останов технологического процесса или перевод его в безопасное состояние для предотвращения развития аварийной ситуации.

Условия неопределенности, в которых работают объекты и процессы сложных территориально-распределенных систем на базе вычислительной техники, характеризуются сложностью системы, невозможностью или нецелесообразностью описания системы традиционными методами, отсутствием информации качественного характера для принятия управляющих воздействий [1, с. 23, 2, с. 11, 3, с. 70].

Оценка, анализ и прогнозирование технического состояния оборудования территориально-распределенных информационных систем на базе вычислительной техники осуществляется для выработки соответствующих регулирующих воздействий и устранения нештатных ситуаций [4, с. 5, 5, с. 179]. Под нештатной ситуацией подразумевается ситуация, когда по тем или иным (как правило, неопределенным) причинам происходит срыв нормального протекания процесса и возникает необходимость в принятии решения о дальнейших действиях.

Методы теории нечетких игр и нечетко-интегрального исчисления предлагается реализовать с помощью нейронной компьютерной сети с использованием обучающей выборки и пакета программ Matlab.

При разработке прикладных программных средств для формирования и обучения нейронных сетей необходимо учитывать этапы ввода и получения информации, характеризующих оборудование систем на базе вычислительной техники, представленные на рисунке 1.

Построение отображения  $X \rightarrow Y$  при моделировании нейро-нечеткой системы распознавания параметров оборудования вычислительной техники решает следующие задачи: формирование правильных входных сигналов в соответствии со всеми примерами обучающей выборки; формирование правильных выходных сигналов в соответствии со всеми возможными входными сигналами, которые не вошли в обучающую выборку.

При формировании обучающей выборки для контроля параметров оборудования систем вычислительной техники учитываются результаты мониторинга, полученные с помощью утилиты Performance Monitor (информация собирается ежедневно и объединяется в еженедельные отчеты). Для контроля параметров магистральных каналов связи применяется удаленный мониторинг. Для небольших систем удаленный мониторинг реализуется через коммуникационные порты, релейные контакты и SNMP-адаптеры. Для сложных территориально-распределенных информационных систем удаленный мониторинг реализуется с помощью первичных датчиков, контроллеров и управляющего программного обеспечения [3, с. 70].

Для организации нейро-нечеткого управления проанализированы различные типы нейронных сетей: однородные нейронные сети, многослойные нейронные сети, нейронные сети циклического функционирования. Теоретической основой для построения отображения  $X \rightarrow Y$  на базе однородных нейронных сетей является следующее утверждение: для любого множества пар входных – выходных векторов произвольной размерности  $\{(X^k, Y^k), k=1...K\}$  существует двухслойная однородная нейронная сеть с последовательными связями, с сигмоидальными передаточными функциями и с конечным числом нейронов, которая для каждого входного вектора  $X^k$  формирует соответствующий ему выходной вектор  $Y^k$ .

Для многих задач единичной размерности выходного сигнала не достаточно. Необходимо иметь возможность строить с помощью нейронных сетей функции  $X \rightarrow Y$ , где  $Y$  имеет произвольную размерность. Теоретической основой для построения таких функций на базе однородных нейронных сетей является следующее утверждение: для любого множества пар входных-выходных

векторов произвольной размерности  $\{(X^k, Y^k), k=1...K\}$  существует двухслойная однородная нейронная сеть с последовательными связями, с сигмоидальными передаточными функциями и с конечным числом нейронов, которая для каждого входного вектора  $X^k$  формирует соответствующий ему выходной вектор  $Y^k$ .

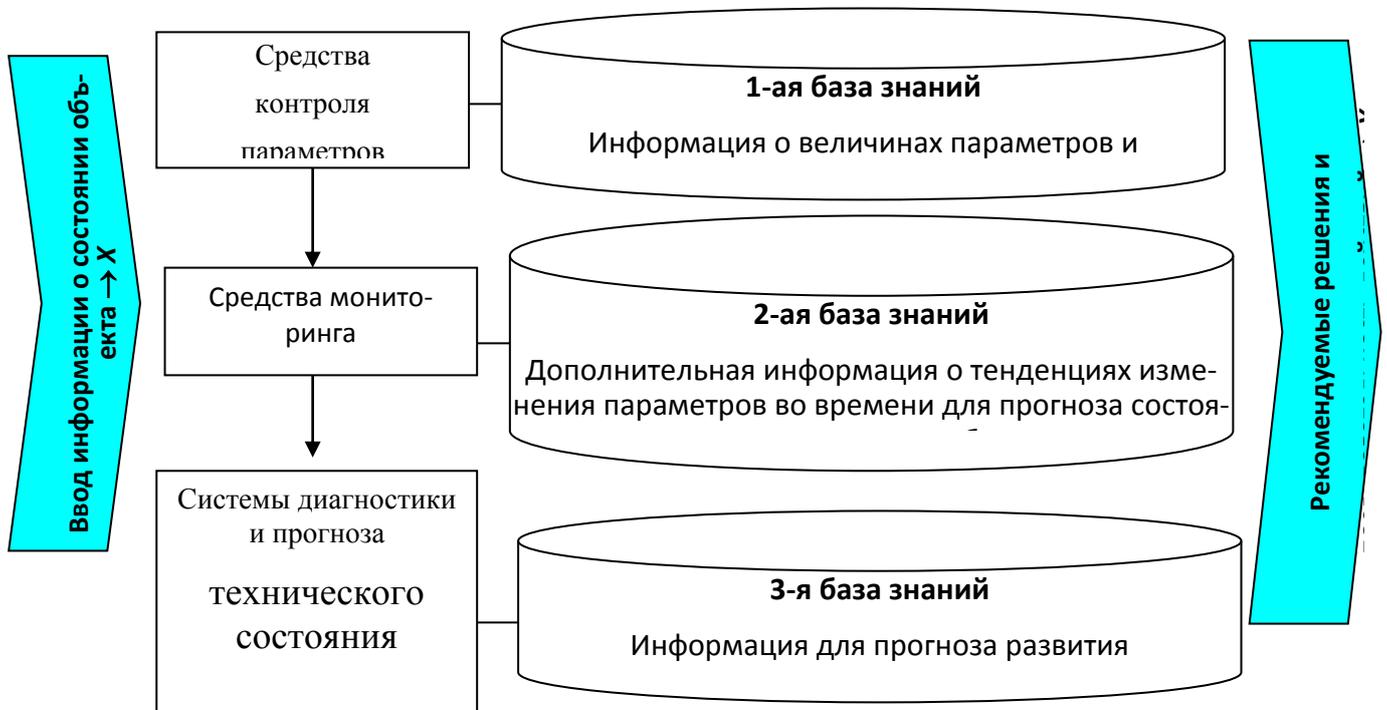


Рисунок 1. Средства оценки состояния объектов управления

Цель тренировки нейронной сети состоит в том, чтобы минимизировать ошибку, которая возникает на каждом выходном элементе, на тренировочном множестве данных. Так как ошибка может быть положительной или отрицательной, учитывается величина ошибки при измерении средней точности сети как целого. Знак ошибки важен лишь тогда, когда вычисляется индивидуальная ошибка между конкретным выходом сети и эталонным значением. Веса должны модифицироваться таким образом, чтобы величина ошибки была близка к нулю.

Проанализированы три типа ошибок: ошибка единичного выходного элемента, которая необходима для реализации процедуры обратного распространения ошибки; ошибка всей сети при конкретном входном сигнале, которая дает информацию о том, насколько правильным является ответ сети в данный момент времени; средняя ошибка сети, вычисленная после предъявления всего набора тренировочных данных, которая показывает, насколько хорошо сеть усвоила закономерности набора тренировочных данных (представляет собой усредненное по всему набору тренировочных данных значение ошибки второго типа).

Так как второй тип ошибки часто вычисляется как расстояние (модуль), то значение этой ошибки всегда положительно, и ее усреднение не требует вычисления абсолютных значений.

Существуют также несколько индивидуальных мер ошибок, каждая из них определяется конкретными требованиями к сети. Чаще всего используется мера ошибки в

виде простой разности между значением эталона и значением соответствующего выхода сети для каждого входного значения из тренировочной последовательности.

По предварительным оценкам можно оценить количество обучающих данных. По отношению к размеру обучающей последовательности и ошибке  $E$ . Баум, Д. Хауслер показали простейшую оценку для использования на практике. Полагая границы ошибок  $0 \leq e \leq \frac{1}{8}$ , количество тренировочных примеров должно быть приблизительно равным количеству весов сети, умноженному на обратную величину ошибки. Например, для предельной ошибки  $\Delta_e=0,1$  необходимо использовать обучающую последовательность ( $n$ ) в 10 раз большую количества весов ( $w$ ).

Число обучающих последовательностей значительно меньше имеющегося набора данных. Причиной того, что величина ошибки играет значительную роль, связана с соотношением между обобщающей способностью и точностью. Малая ошибка переобученной сети не может считаться успехом тренировки. Необходимо использовать большее количество весов, чем количество, которое может заполнить набор данных, поэтому надо остановиться при большей ошибке обучения для того, чтобы сохранить обобщающую способность. Это вынуждает жертвовать точностью в пользу обобщающей способности сети и ограничивает количество скрытых слоев в сети.

Сложная модель не обобщает так же хорошо, как простая, но достаточная. На рисунке 1 представлен процесс изменения ошибки на обучающем и тестовом множестве.

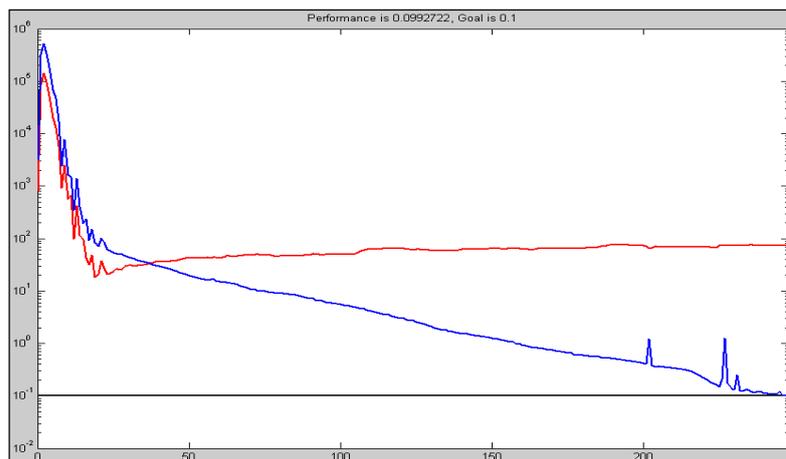


Рисунок 1. Процесс обучения нейронной сети

Как видно из рисунка 1, через некоторое время ошибка на независимом множестве перестает уменьшаться и даже немного увеличивается и приближается к значению 80, в то время как на обучающем множестве ошибка стремится к 0,1. Таким образом, имеющихся данных не хватает для полноценного обучения. Зато обучение можно прекратить раньше, что сэкономит время и не уменьшит обобщающую способность сети.

Обнаружение предаварийных и аварийных ситуаций и их устранение с помощью нейронных сетей [5, с. 176] повышает эффективность функционирования информационных систем [4, с. 11], космических систем [6, с. 60, 7, с. 20, 8, с. 8], телекоммуникационных и сложных технических систем [9, с. 23, 10, с. 15, 11, с. 203, 12, с. 21, 13, с. 9, 14, с. 25, 15, с. 26].

#### Список литературы:

1. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И. М. Белюченко, Н. А. Васильев, В. Н. Зиновьев, Ю. В. Стрелалюк, Г. Г. Вокин, К. Л. Самаров, М. Е. Ставровский, С. П. Посеренин, И. М. Разумовский, В. Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. — Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. — 174 с.
2. Аббасова, Т. С. Информационное и программное обеспечение для тестирования производительности сетевых узлов территориально-распределенных центров обработки данных / Т. С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2010. — №3, т.6. — С. 10 – 13.
3. Артюшенко, В. М., Аббасова, Т. С. Сервис информационных систем при аварийном планировании / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. — 2010. — №4. — С. 68 – 74.
4. Боковой Ю.В. Особенности методологии проектирования информационных систем для малого и среднего бизнеса // Прикладная информатика. — 2006. — № 5. — С. 3-11.
5. Шевченко Е.П., Харламова Е.С. Технология управления распределенного интеллекта // Наука – промышленности и сервису. 2013. — № 8-2. — С. 174-179.
6. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т.9. №3. — С. 59 - 66.
7. Артюшенко В.М., Видов М. И. Анализ систем управления космическим летательным аппаратом. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации: сб. статей 1 международной заочной научно-технической конференции. Поволжский гос. ун-т сервиса. — Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2011. — С.18 – 29 (352 с).
8. Артюшенко В.М., Кучеров Б.А. Информатизация управления группировкой космических аппаратов // Прикладная информатика. — 2013. — №6 (48). — С. 6 – 14.
9. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. — М., 2011. — 110 с.
10. Артюшенко В.М., Корчагин В.А. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — №2, т. 6, 2010. — С. 10 - 17.
11. Артюшенко В.М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов: монография, ФГБОУ ВПО ФТА. — М., 2013 — 214 с.
12. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — М. №3, т.3. — 2007. — С.20 - 23.
13. Аббасов А. Э., Аббасов Э. М., Аббасова Т. С. Проблемы моделирования переходных электромагнитных процессов оборудования системы рециркуляции автомобиля // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2014): сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. — Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2014. — С. 7 - 12 (272 с).
14. Артюшенко В.М., Аббасова Т.С. Электромагнитная совместимость электропроводных кабелей и коммутационного оборудования высокоскоростных структурированных кабельных систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — №4, т.4. — 2008. — С. 22 - 29.
15. Артюшенко В.М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий // Промышленный сервис. — №3. — 2005. — С. 20 - 27.

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### РАБОТА С ТЕКСТОМ НА УРОКАХ ЛИТЕРАТУРЫ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТИВНОГО ЧТЕНИЯ

*Аксенова Татьяна Сергеевна*

*учитель русского языка и литературы, МАОУ СОШ №1, Мысковский городской округ,*

*Пономарева Людмила Александровна*

*учитель русского языка и литературы, МАОУ СОШ №1, Мысковский городской округ*

#### АННОТАЦИЯ

*Данная статья иллюстрирует использование технологии продуктивного чтения на уроках литературы в основной школе как с теоретической, так и с практической направленности.*

*Ключевые слова: технология; продуктивное чтение; диалог с автором; работа с текстом во время и после чтения.*

Одной из важнейших учебных целей современного литературного образования в условиях введения ФГОС является формирование личностного отношения к прочитанному. Однако сегодня наблюдается неумение обучающимися «извлекать из мертвой буквы живой смысл» [2, с. 134], поэтому основная задача учителя-словесника – показать и научить различным интерпретациям одного и того же художественного произведения, которые не искажают авторского замысла.

Среди современных технологий деятельностного типа помогает решать данную задачу технология продуктивного чтения. Эта технология подробно описана авторами образовательной системы «Школа 2100» для начальной школы [1, с. 256]. Остановимся на основных её этапах.

1. Работа с текстом до чтения с целью мотивации к дальнейшему более подробному изучению текста. Этот этап предполагает:

- антиципацию (предугадывание, предвосхищение по названию произведения, имени автора иллюстрациям);

- постановку целей урока.

2. Работа с текстом во время чтения с целью индивидуальной интерпретации прочитанного:

- первичное чтение текста (самостоятельное или чтение-слушание) и выявление первичного восприятия;

- перечитывание текста включает «вдумчивое» чтение, анализ текста.

- беседа по содержанию (обобщение прочитанного)

3. Работа с текстом после чтения с целью корректировки индивидуальной интерпретации в соответствии с авторским замыслом:

- смысловая беседа по тексту (дискуссия по выявлению основной идеи текста, авторской позиции);

- знакомство с писателем;

- работа с заглавием, иллюстрациями;

- творческие задания.

С точки зрения авторов данной статьи основной практической проблемой для учителя и обучающегося являются этапы «вдумчивого» чтения и смысловой беседы по тексту.

На этапе перечитывания текста учитель испытывает затруднения, определяя, насколько прием «погружения» в текст соответствует художественной задаче произведения; нечетко понимает, что такое диалог с автором, ведь не каждый вопрос к тексту можно назвать вопросом к автору.

На этапе концептуальной беседы по тексту происходит подмена авторского замысла неверной интерпретацией художественного текста обучающимися по причине незнания четкого плана (алгоритма) анализа произведения.

В основной школе, используя диалог с автором, учитель должен помнить, что вопросы к автору носят не фактуальный, а подтекстовый характер. Особенность подтекстовых вопросов в том, что они направлены на анализ текста:

- на выяснение пространственно-временных особенностей;

- на художественный образ (портрет героя, имя, чувства, поступки и др.)

- на язык художественного произведения (изобразительно-выразительные средства и их роль);

- на тему, идею, проблематику, сюжет, композицию, авторскую позицию;

- на систему образов;

- на род и жанр произведения;

- на обоснование, аргументацию, доказательство сделанных выводов.

Приведем примерные вопросы при анализе рассказа К.Г. Паустовского «Старик в станционном буфете» (все ответы обучающиеся подтверждают примерами из текста):

1. Зачем автор в первом абзаце указывает на то, где происходит действие?

2. Как внешнее описание героя характеризует его внутреннее состояние?
3. Каковы ваши впечатления о молодых людях от первой встречи с ними в рассказе? Почему старик настойчиво отзывал собаку Пети от столика молодых людей? Какие чувства при этом испытывает старик?
4. Какой прием использует автор в первом абзаце и какова его роль? С какой целью автор использует просторечное слово «стерва» в реплике молодого человека?
5. На сколько частей можно поделить произведение? К какому жанру и роду относится каждая часть?
6. Какие ключевые слова вы определите в каждой из частей? Что они помогают вам определить?
7. Какие предложения в каждой из частей выражают мнение автора по основным вопросам части? Зачем автор рассказывает нам историю про старика? В чем заключается мастерство писателя, по мнению К.Г. Паустовского?

На этапе интерпретации авторского замысла в художественном тексте (отрывке текста) можно предложить обучающимся следующий план анализа произведения:

1. Тема текста.
2. Сюжет.
3. Особенности композиции.
4. Жанр.
5. Характеристика героя.
6. Языковые особенности.
7. Хронотоп (пространственно-временная организация).
8. Авторская идея.

Таким образом, приемы технологии продуктивного чтения, на наш взгляд, помогают современному человеку быть читателем, который не только усваивает содержание, но и находит нужную информацию, осмысливает её и интерпретирует.

#### Список литературы

1. Образовательные технологии: сб. мат. – М.: Баласс, 2008.
2. Подласый И.П. Педагогика: Учебник для ВУЗов. – Москва: Владос, 2011.

## К ВОПРОСУ О СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СРЕДАХ

**Белых Антон Геннадьевич**

старший научный сотрудник, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

**Поленов Виктор Сидорович**

Доктор физ.-мат. наук, профессор, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

**Кукарских Любовь Алексеевна**

Кандидат физ.-мат. наук, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

### TO QUESTION ABOUT SPEED DIFFUSION THE SHOCK WAVES IN TWO-COMPONENT MEDIUM

*Belikh Anton Gennadievich, senior research fellow, Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh*

*Polenov Victor Sidorovich, Doctor of Physico-Mathematical Science, professor of Higher mathematics, Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh*

*Kukarskikh Liubov Alekseevna, candidate of Physico-Mathematical Science, Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy after, professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh*

#### АННОТАЦИЯ

Изучаются ударные упругие волны в насыщенной газом пористой среде. Показано, что в такой среде существует два типа продольных волн и одна поперечная, скорости которых зависят от коэффициентов пористой среды и от эффективных масс упругопластической фазы и газа.

#### ABSTRACT

*Studied the shock waves in saturated porous medium liquid with gas. It is shown, that in this medium exist two types of longitudinal waves and one diametrical, the speeds of that depend from the coefficients of porous medium and of effect mass elastoplastic phase and gas.*

Ключевые слова: ударные волны, скорость, пористая среда

Keywords: shock waves, speed, porous medium

В статье рассматриваются ударные волны в двух-компонентной среде, представляющей собой упругопластическую насыщенную газом пористую среду. Взаимопроникающее движение упругопластической и газообразной компонент будем рассматривать как движение газа в деформируемой упругопластической пористой среде. Предполагаем, что размеры пор малы по сравнению с расстоянием, на котором существенно изменяются кинематические и динамические характеристики движения. Это позволяет считать, что упругопластическая и газообразная фазы – сплошные среды и в каждой точке пространства будет два вектора смещения:  $\vec{U}^{(1)}$  – вектор смещения упругопластической фазы (скелета пористой среды) и  $\vec{U}^{(2)}$  – вектор смещения газа.

Связь между полным тензором напряжений и тензором деформаций записывается в виде (закон Гука) [1, с. 170; 2, с. 1116; 4]

$$T_{ij} = L e_{kk}^{(1)e} \delta_{ij} + 2\mu e_{ij}^{(1)e} + Q e_{kk}^{(2)} \delta_{ij} \quad (1)$$

$$N = Q e_{kk}^{(1)e} + R e_{kk}^{(2)}$$

$$L = \lambda + \frac{a^2}{m} R_0, \quad a = 1 - m, \quad K = \lambda + \frac{2}{3} \mu,$$

$$Q = a R_0, \quad R = m R_0,$$

где  $N$  – сила, действующая на газ, отнесенная к единице площади поперечного сечения пористой среды;  $\lambda, \mu$  – коэффициенты Ламе пористого скелета с пустыми порами;  $R_0$  – модуль сжимаемости газа;  $Q, R$  – коэффициенты, учитывающие пористость среды и сжимаемость газа (воздуха);  $K$  – модуль всестороннего сжатия пористого скелета с пустыми порами (показывает связь между  $\lambda$  и  $\mu$ );  $m$  – пористость;  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера. Для пор, заполненных газом, имеет место соотношение  $R_0 \leq K \leq K_0$ ,  $K_0$  – истинный модуль сжимаемости упругопластической фазы.

Полагаем, что деформации малы и равны сумме упругой и пластической [3, с. 111]

$$e_{ij}^{(1)} = e_{ij}^{(1)e} + e_{ij}^{(1)p} \quad (2)$$

Деформации выражаются через перемещения по формулам Коши [3, с. 111]

$$e_{ij}^{(1)} = \frac{1}{2} (U_{i,j}^{(1)} + U_{j,i}^{(1)}), \quad e_{kk}^{(2)} = U_{k,k}^{(2)} \quad (3)$$

Под ударной волной, распространяющейся в упругопластической среде, понимается изолированная поверхность  $\Sigma(t)$ , на которой перемещения фаз непрерывны, а напряжения и скорости перемещений претерпевают разрыв. Физико-механические характеристики пористой среды и их градиенты постоянны.

Из (2) выражаем  $e_{ij}^{(1)e} = e_{ij}^{(1)} - e_{ij}^{(1)p}$  и подставляем в (1), затем заменяем деформации фаз соотношениями (3).

$$T_{ij} = L(U_{k,k}^{(1)} - e_{kk}^{(1)p})\delta_{ij} + 2\mu\left(\frac{1}{2}(U_{i,j}^{(1)} + U_{j,i}^{(1)}) - e_{ij}^{(1)p}\right) + Q U_{k,k}^{(2)}\delta_{ij} \quad (4)$$

$$N = Q \cdot U_{k,k}^{(1)} + R \cdot U_{k,k}^{(2)}$$

На волновой поверхности  $\Sigma(t)$  выполняются динамические соотношения [4; 5, с. 77]:

$$[T_{ij}]v_j = -\rho_{11}c[V_i^{(1)}] - \rho_{12}c[V_i^{(2)}]$$

$$[N]v_i = -\rho_{12}c[V_i^{(1)}] - \rho_{22}c[V_i^{(2)}], \quad (5)$$

$$\rho_{11} = \rho_1 - \rho_{12}, \quad \rho_{22} = \rho_2 - \rho_{12},$$

где  $V_i$  – компоненты единичной нормали к поверхности  $\Sigma(t)$ , направленной в невозмущенную часть пористой среды;  $c$  – скорость движения ударной волны;  $V_i^{(\alpha)}$  ( $\alpha = 1, 2$ ) – компоненты скорости перемещения фаз;  $\rho_{11}, \rho_{22}$  – эффективные плотности упругопластической и газообразной фаз;  $\rho_{12}$  – динамический коэффициент связи упругопластической фазы и газообразной,  $\rho_1,$

$\rho_2$  – плотность упругопластической фазы и газа. Скобки [ ] обозначают разность значений величин на задней и передней сторонах поверхности разрыва. Индекс 1, стоящий сверху, относится к упругопластической фазе, индекс 2 – к газу. По повторяющимся индексам предполагается суммирование от единицы до трех.

Для малых деформаций должны выполняться геометрические и кинематические условия совместности первого порядка [5, с. 54-57]

$$\left[\frac{\partial U_i^{(\alpha)}}{\partial x_j}\right] = [U_{i,j}^{(\alpha)}] = \omega_i^{(\alpha)} v_j,$$

$$\left[\frac{\partial U_i^{(\alpha)}}{\partial t}\right] = [V_i^{(\alpha)}] = -c \omega_i^{(\alpha)},$$

$$\left[\frac{\partial U_i^{(\alpha)}}{\partial x_j}\right] = [U_{i,j}^{(\alpha)}] = -\frac{[V_i^{(\alpha)}]}{c} v_j, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – индекс фаз ( $\alpha = 1, 2$ );  $\omega_i^{(\alpha)}$  – величины, характеризующие скачки первых производных скоростей перемещений фаз.

Соотношения (4) запишем в разрывах,  $[T_{ij}]$  и  $[N]$  подставим в левые части уравнений динамических соотношений и применим условия совместности первого порядка (6). В результате получим систему уравнений

$$(L + \mu)\omega_j^{(1)}v_i v_j + \mu\omega_i^{(1)} + Q\omega_j^{(2)}v_i v_j - \rho_{11}c^2\omega_i^{(1)} - \rho_{12}c^2\omega_i^{(2)} = 0$$

$$Q\omega_j^{(1)}v_i v_j + R\omega_j^{(2)}v_i v_j - \rho_{12}c^2\omega_i^{(1)} - \rho_{22}c^2\omega_i^{(2)} = 0 \quad (7)$$

Систему уравнений (7) умножим на  $V_i$  и просуммируем по повторяющемуся индексу  $i$ . Предположим, что на поверхности  $\Sigma(t)$   $\omega_j^{(\alpha)}v_j = \omega_{\alpha \neq 0}$  ( $\omega_i^{(\alpha)}v_i = \omega_{\alpha}$ ,  $\alpha = 1, 2$ ). Тогда получим однородную систему двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными относительно  $\omega_1$  и  $\omega_2$ .

$$(L + \mu - \rho_{11}c^2)\omega_1 + (Q - \rho_{12}c^2)\omega_2 = 0$$

$$(Q - \rho_{12}c^2)\omega_1 + (R - \rho_{22}c^2)\omega_2 = 0 \quad (8)$$

Определитель этой системы должен быть равен нулю, чтобы она имела ненулевое решение. Итак, решая систему уравнений (8), получим квадратичное уравнение относительно скорости продольных волн  $c^2$ :

$$c^4(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2) - c^2(R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu) - 2Q\rho_{12}) + (R(L + 2\mu) - Q^2) = 0 \quad (9)$$

Введем обозначение

$$k = L + 2\mu \quad (10)$$

Из уравнения (9) с учетом (10) находим

$$c_{1,2} = \left( \frac{(R\rho_{11} + k\rho_{22} - 2Q\rho_{12}) \pm \sqrt{(R\rho_{11} + k\rho_{22} - 2Q\rho_{12})^2 - 4(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)(Rk - Q^2)}}{2(\rho_{11}\rho_{22} - \rho_{12}^2)} \right)^{1/2} \quad (11)$$

Таким образом, в упругопластической насыщенной газом пористой среде существует два (I и II) типа продольных волн со скоростями  $c_1$  и  $c_2$  соответственно.

Если  $\rho_{12} = 0$ , то есть связь между упругопластической и газообразной фазами отсутствует, то уравнение (9) примет вид

$$c^4 \rho_{11}\rho_{22} - c^2 (R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu)) + R(L + 2\mu) = 0 \quad (12)$$

Отсюда

$$c_{1,2}^2 = \frac{R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu) \pm \sqrt{(R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu))^2 - 4\rho_{11}\rho_{22}R(L + 2\mu)}}{2\rho_{11}\rho_{22}} \quad (13)$$

Преобразовав (13), найдем

$$c_1 = \sqrt{\frac{R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu) - R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu)}{2\rho_{11}\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{2\rho_{22}(L + 2\mu)}{2\rho_{11}\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{L + 2\mu}{\rho_{11}}} \quad (14)$$

и

$$c_2 = \sqrt{\frac{R\rho_{11} + \rho_{22}(L + 2\mu) + R\rho_{11} - \rho_{22}(L + 2\mu)}{2\rho_{11}\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{2R\rho_{11}}{2\rho_{11}\rho_{22}}} = \sqrt{\frac{R}{\rho_{22}}} \quad (15)$$

В (14) и (15) заменим  $\rho_{11}$  и  $\rho_{22}$  на  $\rho_1$  и  $\rho_2$  (плотности упругопластической фазы и газа), так как  $\rho_{11} = \rho_1 - \rho_{12}$ ,  $\rho_{22} = \rho_2 - \rho_{12}$ .

$$c_1 = \sqrt{\frac{L + 2\mu}{\rho_1}} \quad \text{и} \quad c_2 = \sqrt{\frac{R}{\rho_2}} \quad (16)$$

При отсутствии динамической связи между фазами скорости продольных волн двух типов (16) представляют собой известные классические формулы теории упругости и равны скоростям волн, распространяющихся отдельно в сплошной упругопластической и в сплошной газообразной фазах.

Положим в соотношениях (7), что  $\omega_j^{(\alpha)} v_j = 0$  ( $\alpha = 1, 2$ ) на поверхности  $\Sigma(t)$ , тогда скорость распространения поперечной волны  $c_p$  найдем из квадратного уравнения.

$$c_p^2 (\rho_{11} \rho_{22} - \rho_{12}^2) - \mu \rho_{22} = 0 \quad (17)$$

Отсюда, скорость поперечной волны равна

$$c_p = \sqrt{\frac{\mu \rho_{22}}{\rho_{11} \rho_{22} - \rho_{12}^2}} \quad (18)$$

Из (18) следует, что в рассматриваемой среде распространяется одна поперечная волна со скоростью  $c_p$ .

Если  $\rho_{12} = 0$ , то формула (18) примет вид

$$c_p = \sqrt{\frac{\mu \rho_{22}}{\rho_{11} \rho_{22}}} = \sqrt{\frac{\mu}{\rho_{11}}} = \sqrt{\frac{\mu}{\rho_1}} \quad (19)$$

В упругопластической насыщенной газом пористой среде при отсутствии связи между упругопластической и газообразной фазами распространяется одна поперечная волна и только в упругопластической фазе, скорость распространения которой определяется формулой (19).

Итак, при отсутствии динамической связи между фазами скорости распространения I и II типов продольных волн равны скоростям волн, распространяющихся отдельно в сплошной упругопластической и в сплошной газообразной фазах, а поперечная волна распространяется только в упругопластической фазе.

#### Литература

1. Biot M.A. Theory of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. J. Acoust. Soc. America, V. 28, №2, 1959. – P.168-178.
2. Косачевский Л.Я. О распространении упругих волн в двухкомпонентных средах. ПММ. – 1959. – Т.23. – Вып.6, 1959. – с.1115-1123.
3. Быковцев Г.И., Вервейко Н.Д. О распространении волн в упруго-вязко-пластической среде. Москва: Изв. АН СССР. МТТ.– 1966. – №4. – с. 111-123.
4. Масликова Т.И., Поленов В.С. Распространение ударных волн в неоднородной упругой пористой среде: Актуальные проблемы динамики и прочности в теорет. и приклад. механике. Минск: УП «Технопринт», 2001. – с. 329-333.
5. Томас Т. Пластическое течение и разрушение в твердых телах. М.: Мир, 1964. – 308 с.

## МЕХАНИЗМ, ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА НАНО-СТАДИИ ОБРАЗОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ИЗ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

*Кидяров Борис Иванович*

*докт.ф-м. наук, снс Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения РАН, Новосибирск*

*NANO-STAGE MECHANISM, THERMODYNAMICS AND CRYSTAL NUCLEATION KINETICS FROM LIQUID PHASE*

*Kidyarov Boris, Dr of science, Scientific Worker of A.V. Rzhanov Institute of Semiconductor Physics Siberian Department of Russian Academy of Science*

#### АННОТАЦИЯ

*Проведен феноменологический анализ термодинамики и кинетики начальной нано- стадии образования кристаллов из жидкой фазы. Показано, что в случае экстремальной размерной зависимости поверхностного натяжения новой фазы энергетический барьер нуклеации имеет форму нескольких парабол, а процесс нуклеации включает ряд стадий образования метастабильных нано- фаз, прежде чем сформируется устойчивый кристаллический зародыш. Знание механизма и кинетики нуклеации необходимо и полезно в разработке оптимальных кристаллизационных технологий, и в понимании эволюции живой и неживой природы.*

#### ABSTRACT

*The phenomenological analysis of thermodynamics and crystal nucleation kinetics from liquid phase has been carried out. It is shown that the energy barrier of nucleation is multi-parabola like at the extremum dimension dependence of interface tension, and the nucleation process includes some stages of meta-stable nano-phase formation. The knowledge of mechanism and nucleation kinetics is necessary for creation of optimal crystallization technologies and for understanding of the inanimate and animate nature evolution.*

*Ключевые слова: многостадийная нуклеация кристаллов; энергетический барьер; метастабильные фазы; кристаллизация наночастиц.*

*Keywords : multi-stage crystal nucleation; energy barrier; metastable phase; nanoparticles crystallization.*

Классическая капиллярная теория нуклеации рассматривает образование новой фазы как флуктуационный последовательный процесс преодоления параболического энергетического барьера нуклеации  $\Delta G(r)$  с поштучным «отрывом -присоединением» «строительных» атомов маточной среды на поверхности граней образующегося до-зародыша, изначально имеющему определенное

свое энергетическое состояние. В рамках данной теории процесс нуклеации рассматривается как последовательный процесс преодоления параболического энергетического барьера нуклеации  $\Delta G(r)$  с поштучным «отрывом -присоединением» «строительных» атомов маточной среды на поверхности граней образующегося до-зародыша, изначально имеющему определенное

секториально- кристаллическое строение. [11,18,20]. При этом была пропущена физическая стадия флуктуационно-стохастического формирования кристаллической структуры до-зародыша из начальных кластеров- ассоциатов жидкой фазы, имеющих разнообразное внутренне строение, и поверхность [3,22]. Эта стадия была еще ранее вполне осознана кристаллографами, однако долго выпадала из теоретического анализа проблемы [1,16]. Специфика описания кинетики процесса кристаллогенезиса должна включать такие эффекты, как явление полиморфизма кристаллических зародышей уже на стадии их нано- генезиса [2], проблему «памяти» предыстории процесса кристаллогенезиса [13,23], и проблему морфологического разнообразия, и преобразования нано -морфологии анизотропных, полых и иных кристаллических зародышей по мере их образования и роста [8]. Соответственно, большое разнообразие веществ по природе химической связи не позволяет пока создать некую универсальную теорию, описывающую кинетику и механизм процесса нуклеации в широком диапазоне параметров процесса. Здесь необходимо понять все возможные пути и стадии перехода от ближнего порядка в жидкости к дальнему порядку атомной решетки в кристаллах, а также выделить ключевые факторы, определяющие специфику кристаллогенезиса в связи со структурой жидкости и зарождающейся твердой фазы [10,12]. Наличие 32 точечных симметрий кристаллов, и еще большего числа пространственных симметрий уже предполагает возникновение бифуркаций процесса перехода «жидкость-кристалл», введенных в описание физико-химических процессов И. Пригожиным [17]. В частности, последние результаты изучения механизма, и кинетики нуклеации кристаллов протеина, и лизоцима подтверждают двух- стадийный процесс нуклеации, который включает на первой стадии расслоение переохлажденного раствора с формированием эмульсии жидких зародышей в растворе [32].

Впервые с учетом новых данных по размерной зависимости объемной и поверхностной энергии зародыша мы рассмотрели термодинамику образования кристаллического зародыша  $\Delta G$ , подтверждающую предсказанное ранее разбиение энергетического барьера нуклеации на два и более под – барьера, а кинетики процесса на отдельные стадии [29]. Работа образования стабильного кристаллического зародыша радиуса  $r$  (или энергетический барьер нуклеации)  $\Delta G(r)$  при  $r = r_k$  является суммой его поверхностной ( $\sigma \cdot S$ ), и объёмной энергии ( $\Delta h \cdot V$ ) [11,20, 29] :

$$\Delta G(r) = \sigma(r) \cdot S(r) + \Delta h(r) \cdot V(r) \quad (1)$$

Однако реальная зависимость  $\sigma(r)$  и  $\Delta h(r)$  обычно не учитываются в анализе [11,20]. По формуле Толмена  $\sigma(r)$  асимптотически возрастает от 0 до  $\sigma_m$ , Рис.4, кривая 1 [29]. По данным [5] даже при конденсации многих жидкостей в каплю  $\sigma(r)$  имеет слабый пологий максимум при некотором значении ее радиуса  $r_m$ , Рис.1, кривая 2. Учет таких зависимостей в расчете  $\Delta G(r)$  слабо изменяет форму параболы, не внося принципиальных изменений в описание кинетики процесса [10,12]. Зависимость  $\Delta h(r)$  представляет слабую асимптотически убывающую зависи-

мость от некоторого максимального значения мельчайшего кластера до теплоты плавления объемной фазы, учет которой также существенно не влияет на  $\Delta G(r)$  [6,10]. Нами выявлено, что существенные изменения формы  $\Delta G(r)$  наблюдаются только в том случае, если имеется резкий излом зависимости  $\sigma(r)$  в максимуме, который предсказан в работе [19], Рис.1, кривая 3. В этом случае показано, что  $\Delta G(r)$  имеет вид двух парабол, и соответственно два критических радиуса зародыша при максимумах этих парабол, рис.2, кривая 1 [10,12]. Этот вариант процесса качественно изменяет аналитическое описание нестационарного периода нуклеации [10-11,29]. В принципе необходимо отметить, что размерная зависимость  $\sigma(r)$ , имеющая резкий излом ее в максимуме, подразумевает наличие некоторого излома и в размерной зависимости  $\Delta h(r)$ . Поскольку в настоящее время эта возможность в теории нуклеации не рассмотрена, мы здесь не будем рассматривать возможный более сложный вид зависимости  $\Delta G(r)$ .

Физической причиной, предопределяющей излом функции  $\sigma(r)$ , возникновение двух- барьерной, и много-барьерной формы  $\Delta G(r)$ , заключается в по- стадийном фазовом превращении исходных зародышей по достижении ими первого минимума  $\Delta G(r)$ , Рис.1 [2,10]. Одновременно любое резкое изменение теплофизических характеристик, либо температурных зависимостей характеристик как жидкой, так и возникающей твердой фазы будет соответственно изменять форму энергетического барьера нуклеации. Сводка возможных стадий преобразования структуры жидкости и зародышей до образования стабильного кристалла, составленная нами, включает в настоящее время следующие варианты [11-12]:

1. Жидкость - жидкий кристалл – кристалл [10, 16,24].
  2. Жидкость – «полиморфная» жидкость – кристалл [28].
  3. Жидкость - метастабильный кристалл - кристалл стабильной фазы [2, 7].
  4. Жидкость - аморфная фаза (поли - аморфная фаза) – кристалл [4,27].
  5. Жидкость - квазикристалл - кристалл [25, 31].
1. Поли- компонентная жидкость – метастабильный зародыш нестабильного состава – кристалл стабильного состава [15].
  2. Раствор электролита - кристаллогидрат - кристалл соли [9-10,12].
  3. Раствор белка - жидкий зародыш белка - кристалл белка (расслоение раствора) [14]. Различные комбинации 1-8 вариантов.

Большое разнообразие элементарных, неорганических и органических веществ и режимов, при которых проводятся процессы кристаллизации, неизбежно предполагает те или иные особенности протекания в них процессов нуклеации. Число и характер возможных стадий процесса нуклеации также зависит от природы жидкого и кристаллического состояния, и параметров процесса кристаллизации. Выше в п.3 указан вариант процесса с образованием на первом этапе нано- зародыша с метастабильной в обычных условиях кристаллической структурой, а на втором этапе, наблюдается фазовое превращение микро-

зародыша в стабильную при обычных условиях кристаллическую фазу [2]. Это превращение является, прежде всего, сегнетоэлектрическим, и сегнетоэластичным, и входит в число всех табулированных Кентимири Аизу более 80 вариантов Обнаруженные экспериментально ядерным гамма резонансным методом в работе два случая таких фазовых переходов при зародышеобразовании кристаллов солей из растворов в микро-ампулах четко находятся в этом списке [10].

По-стадийность нуклеации проявляется также при исследовании «плавления,  $T_m$  – кристаллизации,  $T_c$ » ансамбля нано- частиц хлорида меди  $CuCl$ , включенных в матрицу силикатного стекла, [14]. Здесь, на Рис.3а,б представлена построенная нами размерная зависимость критерия Тарнбалла  $K_T = \Delta T/T_m = F(r)$ .  $T_m$  и  $T_c$  объемных образцов наночастиц  $CuCl$  равны 703, и 633 К [14].  $T_m$  скачком уменьшается от 525 К до ~500 К, когда радиус наночастицы  $r = 2$  нм, что можно объяснить изменением структуры нано- расплава (линия II). При  $r = 1.8$  нм  $T_c$  скачком уменьшается от 442 К до ~ 425 К (линия III), и от 547 К до 473 К (линия I), что обусловлено изменением структуры зарождающихся кристаллов, (наша интерпретация, Рис.3а,б). При  $r$  менее 1.34 нм величины  $T_m$  и  $T_c$  совпадают (линия 1), то- есть такие наночастицы по- видимому находятся в особом нано-, или в жидко- кристаллическом состоянии [3,10,12, 24].

Понимание различных механизмов нано- стадии образования кристаллов из растворов полезно в априорном предсказании оптимальной технологии роста совершенных кристаллов для фундаментальной и прикладной физики, и для оптимизации других кристаллизационных процессов [10,30]. Кроме того это понимание также является одним из ключевых концептов в дальнейшем развитии современных представлений об эволюции живой и неживой природы из природных водных растворов в истории Земли и Вселенной [21].

#### Список литературы

1. Асланов А. Структуры веществ. Изд-во МГУ. М. 1989. - 161 с.
2. Астахов М.В., Стельмух И.В., Капустин М.Г. // Неорганические материалы. 1996. Т.32, №10. –С.1250.
3. Борисов С.В., Магарилл С.А., Первухина Н.В. // Вестник Нижегородского университета. 2009. № 5. – С.55.
- 4.Бражкин. В.В., Цион О.Б, Катаяма Й. // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т.89, № 5. - С.285.
5. Быков Т.В., Щекин А.К. Коллоидный журнал. 1999. Т.61, № 2. - С.164.
6. Бынков К.А. Поверхностная энергия металлов и ультра - дисперсных частиц // Автореф. дисс. ....к.ф.-м.н. Томск: ИФПМ. 1990. - 18 с.
7. Васин О.И.. Особенности кинетики фазовых превращений, структура и свойства метастабильных фаз в импульсно-конденсированных пленках системы индий- сурьма // Автореферат дисс. к.ф.-м.н. ИФП СО АН СССР. Новосибирск. 1982. - 18 с.
8. Гликин А.Е., Кирьянова Е.В., Синай М.Ю., Сипягин В.В. // В кн. Физика кристаллизации. К столетию Леммлейна: Сб. статей. Изд-во физ. - мат. лит-ры. М. 2002. с.39.
9. Зубова К.В., Зубов А.В., Зубов В.А. // Ж. прикл. спектроскопии. 2005. Т.72, № 6. – С.766.
10. Кидяров Б.И. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.ф.-м.н. 01.04.07 и 02.00.04. Новосибирск. 2011. 40 с.
11. Кидяров Б.И. Кинетика образования кристаллов из жидкой фазы. Ред. проф. Л.Н. Александров. Новосибирск. Наука, 1979. - 135 с.
12. Кидяров Б.И. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2009. Т.11, № 4. - С.314.
13. Кидяров Б.И. Сибирский хим. журнал. 1993. № 2. – С.5
14. Лейман В.И. Образование наночастиц и размерные эффекты в свойствах наночастиц в стекле // Автореферат дисс.....д.ф.-м.н: Санкт-Петербург, 2006. - 33 с.
15. Мешалкин А.Б., Каплун А.Б.. Фазообразование и физико- химические характеристики оксидных систем. Saarbrücken: Verlag: LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2011. - 286 с.
16. Митусь А.Я.. Теория кристаллического упорядочения. Автореф. дис. ....канд. физ.- мат. наук. ИФП СО АН СССР. Новосибирск. 1981. - 13 с.
17. Николис Г., Пригожин И. Понимание сложного. Введение. 3 изд. URSS. М. 2008. 342 с.
18. Рау В.Г., Пугаев А.А., Рау Е.Ф., Малеев А.В. ЖСХ. 2009. Т.50. Приложение. – С.12
19. Самсонов В.М, Базулев А.Н., Сдобняков Н.Ю. // В кн. X Российская конференция по теплофизическим свойствам веществ. Материалы конференции. Казань: КГТУ. 2002. - С. 267.
20. Скрипов В.П., Коверда В.П. Спонтанная кристаллизация переохлажденных жидкостей. Наука. М. 1984. - 230 с.
21. Шварцев С.Л. // Вестник РАН.2014. Т.84, № 7. – С.618.
22. Шевченко В.Я., Самойлович М.И. // Нано - и микро-системная техника. 2006. № 1. – С.2.
23. Шелепин А.Л., Шелепин Л.А. Часть II. Прикл. Физика. 2005. № 4. – С.5.
24. Цветков Е.Г., Кидяров Б.И. Записки Российского минералогического общества. 2007. Часть 136, специальный выпуск. - С. 66.
25. Ясников И. С. Структурообразование в малых частицах и микрокристаллах с пентагональной симметрией, формирующихся при электро-кристаллизации металлов //Автореферат дисс.....д.ф.-м.н: Барнаул,
26. АлтГТУ им. И.И.Ползунова. 2007. - 35 с.
27. Aizu K. // J. Phys. Soc. Japan. 1969. Т.27. №2, - P.387.
28. Aldiyarov A., Aryutkina M., Drobyshev A. at al. // Fizika Nizkikh Temperatur. 2009. Т.35, № 4. – P.333.
29. Ganesh P., Widom M. // Physical review letters. 2009. V.102. – P.075701.
30. Kidyarov B.I. // Journal of Structural Chemistry. New York, Springer. 2004. V.45. Supplement 1. – С.31.
31. Kidyarov B.I. // Physics of the Solid State. 2009. Vol.51, № 7. – P.1435.
32. Shechtman D., Blech I., Gratias D., Cahn J.W. // Phys. Rev. Lett. 1984. Т.53. - P.1951.
33. Vekilov P.G. // Nanoscale. 2010. V.2. – P.2346.

## ВЕСОВЫЕ, СГЛАЖИВАЮЩИЕ И БИКУБИЧЕСКИЕ СПЛАЙНЫ В ЗАДАЧАХ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Вагер Борис Георгиевич**

Доктор физико-математических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург

**Петрова Александра Владиславовна**

Инженер-математик, Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье описываются алгоритмы построения весового и сглаживающего кубического сплайна, а также бикубического сплайна, и программы их реализации. На примере анализа различных гидрометеорологических данных показаны преимущества интерполяции каждым из рассмотренных кубических сплайнов.

**ABSTRACT**

In this article authors describe algorithms for constructing the weight cubic interpolating spline and smoothing spline by means of method of moments and software implementation of these algorithms. In terms of hydrological and meteorological data the benefits of using each of cubic splines considered are shown in this article.

**Ключевые слова:** интерполяция; весовые кубические сплайны; сглаживающие сплайны; бикубические сплайны; гидрология; метеорология; C++.

**Keywords:** interpolation; weight cubic splines; smoothing splines; bicubic splines; hydrology; meteorology; C++.

Многие прикладные задачи, в частности, задачи гидрологии и метеорологии, состоят в том, чтобы интерполировать одномерные и двумерные поля сложной структуры, заданные точечными значениями в отдельных точках.

Для решения таких задач широкое применение получили кубические сплайны. Популярность сплайнов объясняется в основном двумя причинами. Во-первых, сплайны представляют собой чрезвычайно гибкое средство решения разнообразных задач интерполяции и аппроксимации функций. Во-вторых, алгоритмы построения сплайнов легко и эффективно реализуются на персональных компьютерах. Методы использования сплайнов при решении прикладных задач гидрологии изложены в монографии [1].

Часто требуется строить функции, сохраняющие свойства монотонности и выпуклости на интервалах  $[x_i; x_{i+1}]$ . В этих случаях могут применяться весовые кубические сплайны, разработанные сравнительно недавно. Алгоритмы формосохраняющей интерполяции весовыми сплайнами приведены в работах Б.И. Квасова [2], [3].

Пусть на отрезке  $[a; b]$  задана сетка  $a = x_0 < x_1 < \dots < x_N = b$ ,  $h_i = x_i - x_{i-1}$ ,  $(i = 1, \dots, N)$  в узлах которой известны значения функции  $y_i = y(x_i)$ , определенной на  $[a; b]$ . Весовым кубическим сплайном с весами

$w_i > 0, (i = 0, \dots, N)$  называется функция  $S_3(x)$  такая, что:

- 1) на каждом интервале  $[x_i; x_{i+1}]$  она является кубическим полиномом,
- 2)  $S_3(x) \in C(a; b)$ ,
- 3)  $w_{i-1} S_3''(x_i^-) = w_i S_3''(x_i^+), (i = 1, \dots, N)$ ,
- 4)  $S_3(x_i) = y_i, (i = 0, \dots, N)$ ,
- 5)  $S_3''(a) = S_3''(b) = 0$ .

Введем обозначения:

$$\tilde{M}_i = w_i S_3''(x_i), (i = 0, \dots, N)$$

(1)

Веса вычисляются по формуле:

$$w_i = [1 + C_i y(x_i; x_{i+1})^2]^{-\beta_i}$$

(2)

где  $y(x_i; x_{i+1}) = \frac{y_{i+1} - y_i}{h_i}$ , а  $\beta_i, C_i$  – весовые параметры. Выражение весового кубического сплайна через моменты имеет вид:

$$S_3(x) = \frac{\tilde{M}_{i-1}}{6h_i w_{i-1}} (x_i - x)^3 + \frac{\tilde{M}_i}{6h_i w_i} (x - x_{i-1})^3 + \left( y_{i-1} - \frac{\tilde{M}_{i-1} h_i^2}{6w_{i-1}} \right) \frac{x_i - x}{h_i} + \left( y_i - \frac{\tilde{M}_i h_i^2}{6w_i} \right) \frac{x - x_{i-1}}{h_i},$$

(3)

где  $\tilde{M}_i = w_i S_3''(x), (i = 0, \dots, N)$ .

Приводя подобные члены, получим систему уравнений:

$$\frac{h_i}{w_i} \tilde{M}_{i-1} + 2 \left( \frac{h_i}{w_i} + \frac{h_{i+1}}{w_{i+1}} \right) \tilde{M}_i + \frac{h_{i+1}}{w_{i+1}} \tilde{M}_{i+1} = 6 \left( \frac{y_{i+1} - y_i}{h_{i+1}} - \frac{y_i - y_{i-1}}{h_i} \right). \quad (4)$$

Система (4) вместе с естественными граничными условиями  $\tilde{M}_0 = \tilde{M}_N = 0$  решается методом прогонки.

Для вычисления коэффициентов и значений простого и весового кубического сплайна, а также для построения графиков, была написана программа на языке C++.

Таблица 1. – Исходные данные.

x	0	2	2.5	3.5	5.5	6	7	8	10
y	2	2.5	4.5	5	4.5	1.5	1	0.5	0

Тестирование программы проводилось на примерах из статьи [2].

Рассмотрим пример построения весового кубического сплайна, заимствованный из [2]. По исходным данным табл. 1 были вычислены коэффициенты простого и весового кубического сплайна и построены графики полученных сплайнов.

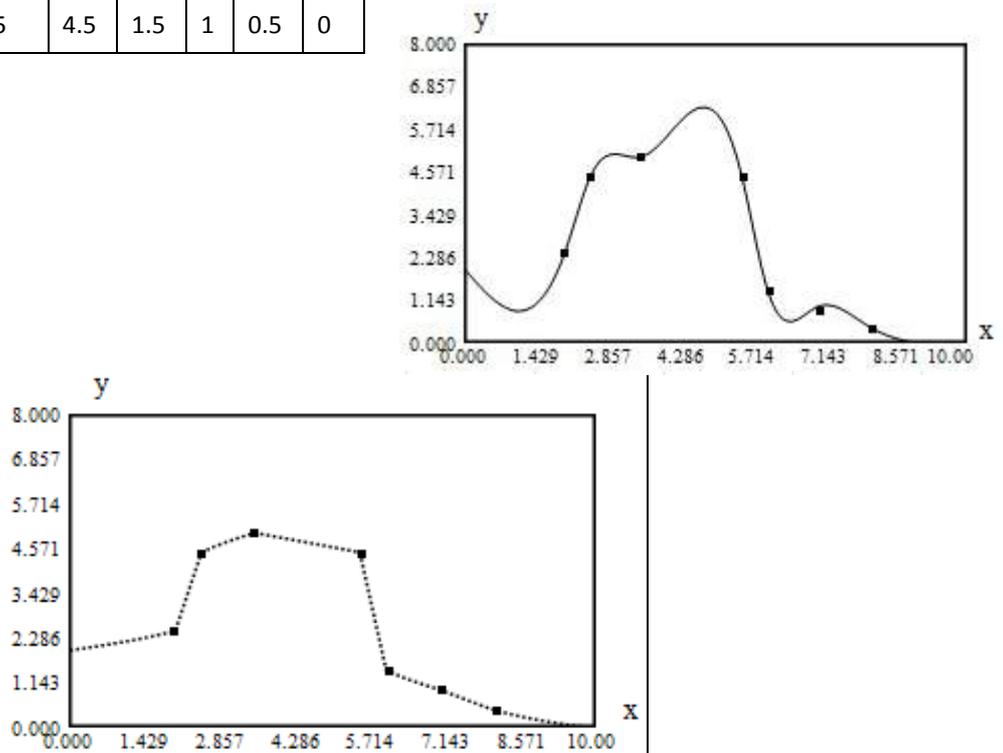


Рис. 1.а. Простой кубический сплайн, рис. 1.б. весовой кубический сплайн ( $\beta=5.5, C=1$ )

Из сравнения рис.1.а и рис.1.б видно, что простой кубический сплайн на заданном интервале имеет участки, как выпуклости, так и вогнутости кривой. Весовой кубический сплайн сохраняет выпуклость данных.

В следующем примере рассматривается таблица значений площади снежного покрова Невы за 2000–2009 год.

Таблица 2. – Среднее значение площади снежного покрова Невы (в %) за 2000–2009 год.

x – число дней	1	33	65	129	193	225	257	289	321	353
y – среднее значение, %	94.8	97.1	96.5	76.6	5.68	3.11	7.25	18.9	42.5	93.4

Рассмотрим теперь графики простого кубического сплайна и весового с параметрами  $\beta=10, C=100$  (рис.2). При интерполяции экспериментальных данных простым кубическим сплайном в середине интервала [129, 193] сплайн принимает отрицательное значение:

$S_3(161) = -12.22$ , что противоречит физическому смыслу задачи. Применение весового сплайна с выбранными параметрами позволяет сохранить положительность функции.

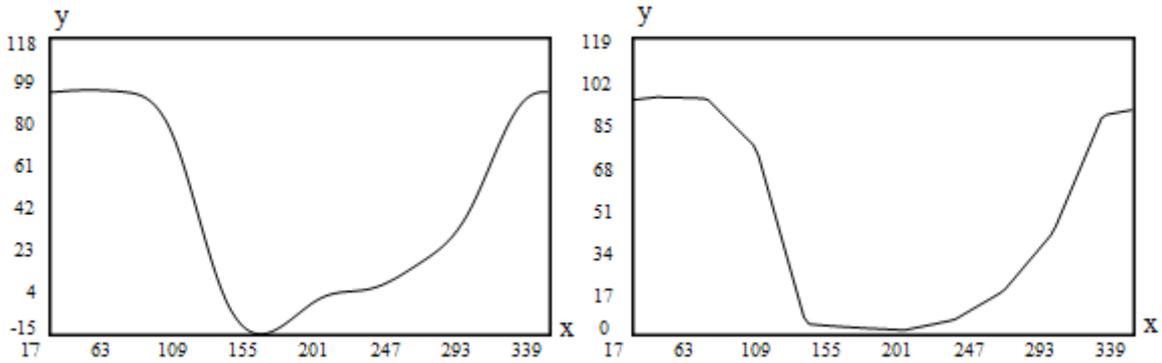


Рис. 2.а. Простой кубический сплайн, рис. 2.б. Весовой кубический сплайн ( $\beta=10, C=100$ )

Как мы видим, от выбора весовых параметров зависит корректность решения поставленной задачи.

При решении практических задач часто возникают случаи, когда значения функции в узлах заданы с некоторой погрешностью. В связи с этим возникает задача построения сглаживающего сплайна, проходящего близко к заданным значениям, но более гладкого, чем интерполяционный [4].

Задача состоит в том, чтобы среди всех функций  $g \in W^2[a; b]$  найти такую, которая минимизирует функционал:

$$\Phi(g) = \alpha \Phi_1(g) + \Phi_2(g),$$

где:

$$\Phi_1(g) = \int_a^b [g'(x)]^2 dx \quad \Phi_2(g) = \sum_{i=0}^{N-1} [g(x_i) - y_i]^2$$

$\alpha$  – заданное число, параметр сглаживания.

Задача построения сглаживающего кубического сплайна сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений с пятидиагональной матрицей.

Параметр сглаживания  $\alpha$  можно рассматривать как количественный показатель «компромисса» между точной интерполяцией через точки и сглаживанием. При  $\alpha = 0$  имеем интерполяционный кубический сплайн, при  $\alpha \rightarrow \infty$  сплайн  $S_\alpha$  стремится к прямой регрессии  $y$  на  $x$ .

В следующем примере рассматривается таблица значений площади снежного покрова Волги за период с 2000 по 2009 год.

Таблица 3. – Среднее значение площади снежного покрова Волги (в %) за 2000–2009 год.

$x$ – число дней	1	17	33	49	65	81	97	113	129	145	161
$y$ – среднее значение, %	58.36	65.44	92.26	88.45	82.37	79.9	66.75	17.21	3.09	1.79	2.13

$x$ – число дней	177	193	209	225	241	257	273	289	305	321	337	353
$y$ – среднее значение, %	1.37	1.05	1.22	1.58	2.06	2.84	3.34	10.27	25.49	45.08	53.94	76.4

По графику исходных данных видно, что эти значения сильно колеблются на интервалах  $[0;100]$   $[300;365]$ , соответствующих зимнему и весеннему времени года.

Вследствие слишком больших колебаний на малых промежутках между узлами более целесообразным оказалось применение сглаживающего кубического сплайна.

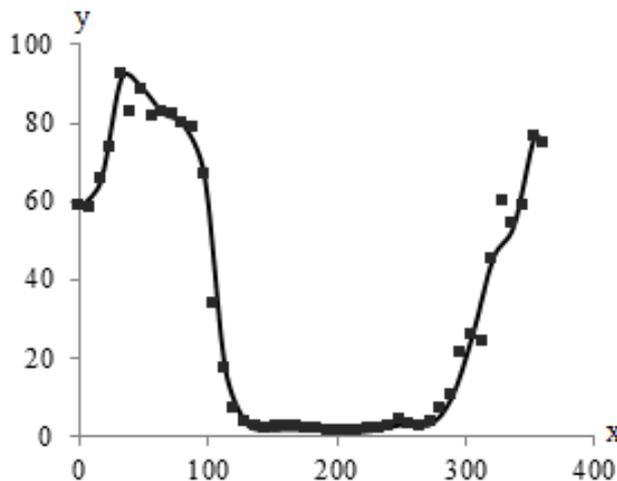


Рис. 3. Сглаживающий сплайн, построенный по 23 точкам, с параметром  $\alpha=1$

Одной из актуальных прикладных задач, которые приходится решать в гидрологии, является задача построения карт изолиний двумерных полей некоторых гидрологических величин. С математической точки зрения задача сводится к интерполированию функций  $f(x_i, y_j)$  двух переменных, заданных своими значениями  $f_{ij}$  в хаотически расположенных точках, принадлежащих некоторой плоскости  $D$ . От интерполянта  $f(x_i, y_j)$  обычно требуется, чтобы он обладал определенной гладкостью и достаточно быстро сходил к интерполируемой функции  $f$ . Интерполяция может быть точной, когда  $S(x_i, y_j) = f_{ij}$ , или со сглаживанием, когда это условие выполняется с погрешностью.

Общепринятый подход к решению задачи интерполяции при построении карт изолиний состоит в предварительном переносе интерполянта в узлы прямоугольной сетки, покрывающей область  $D$ , с последующим интерполированием в произвольную точку  $(x_i, y_j)$  с помощью более простого способа интерполяции, например, бикубическим сплайном.

В качестве примера для интерполяции бикубическим сплайном рассматривалась задача интерполяции средних значений температуры (К) и осадков ( $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}\cdot 10^6$ ) за период с мая по октябрь 1961-1990 года для Европейской части России. В данном примере использовались

данные модели MRI-CGCM3. Значения широты были приняты от  $81.306^\circ$  с.ш. до  $40.934^\circ$  с.ш., значения долготы – от  $20.25^\circ$  до  $86.625^\circ$  в.д.

В результате интерполяции бикубическими сплайнами были получены значения рассмотренных гидро- и метеорологических величин в серединах интервалов. Полученные значения использовались для построения карт изолиний полей осадков и температур.

Анализ численных экспериментов применения весовых и сглаживающих сплайнов как интерполяционного аппарата в задачах гидрологии показывает, что почти во всех рассмотренных случаях удается добиться ощутимых результатов по сравнению с другими методами интерполяции.

#### Литература:

1. Вагер, Б. Г., Серков, Н.К. Сплайны при решении прикладных задач метеорологии и гидрологии//– 1987. – Л.: Гидрометеоздат. – 160 с.
2. Квасов, Б. И. Монотонная и выпуклая интерполяция весовыми кубическими сплайнами// Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2013. – № 10. – С. 1610–1621.
3. Квасов, Б. И. Методы изометрической аппроксимации сплайнами// М.: Физматлит; – 2006. – 360 с.
4. Завьялов, Ю.С. , Квасов, Б.И., Мирошниченко, В.Л. Методы сплайн-функций// 1980. – М.: Наука. – 352 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ПОЛОЖЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВ ОРИЕНТАЦИИ ЛИНИИ ВИЗИРОВАНИЯ

**Поленин Владимир Иванович**

доктор воен. наук, профессор, Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия»,  
г. Санкт-Петербург

**Прокаев Александр Николаевич**

кандидат техн. наук, доцент, Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия»,  
г. Санкт-Петербург

**Макшанов Андрей Владимирович**

доктор техн. наук, профессор, ФГУ «Государственный университет морского и речного флота  
им. адмирала С.О. Макарова», г. Санкт-Петербург

### DEFINITION OF COORDINATES OF POSITION AND PARAMETERS OF MOVEMENT OF OBJECT ACCORDING TO MEASUREMENTS OF CORNERS OF ORIENTATION OF THE LINE OF VISING

Polenin Vladimir, The doctor воен. Sciences, the professor, Military uchebno-centre of science of the Navy, "Naval academy" St.-Petersburg

Prokaev Alexander, The candidate техн. Sciences, the senior lecturer, Military uchebno-centre of science of the Navy "Naval academy", St.-Petersburg

Makshanov Andrey, The doctor техн. Sciences, the professor, SPb institute of computer science of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg

#### АННОТАЦИЯ

Решается актуальная проблема теории и практики наблюдения за движущимся объектом, состоящая в разработке метода определения координат положения и параметров движения подвижного объекта по данным пассивной системы измерения углов ориентации линии визирования при равномерном прямолинейном движении наблюдателя. Показывается, что при применении байесовского оценивания по критерию максимального правдоподобия на сетке априорных значений координат положения и параметров движения, охватывающей действительные значения параметров, решение задачи существует и при равномерном прямолинейном движении наблюдателя.

ABSTRACT

The actual problem of the theory and practice of supervision over the moving object, consisting in working out of a method of definition of co-ordinates of position and parametres of movement of mobile object according to passive system of measurement of corners of orientation of a line of vising dares at uniform rectilinear movement of the observer. It is shown that at application байесовского estimations by criterion of the maximum credibility on a grid of aprioristic values of co-ordinates of position and parametres of the movement, covering the valid values of parametres, the problem decision exists and at uniform rectilinear movement of the observer.

Ключевые слова: координаты положения и параметры движения (КППД), уравнения баланса, азимутальные углы ориентации, линия визирования, двумерное и трехмерное пространство, байесовский подход, критерий максимального правдоподобия.

Keywords: Co-ordinates of position and movement parametres (КППД), the balance equations, azimuthal corners of orientation, a vising line, two-dimensional and three-dimensional space, байесовский the approach, criterion of the maximum credibility.

Задача определения координат положения и параметров движения (КППД) объекта по данным измерений углов ориентации линии визирования является широко известной. По состоянию на текущий момент, в теории и практике решения этой задачи в двумерном (на плоскости) и в трехмерном пространстве считается, что решение этой задачи при условии равномерного прямолинейного движения наблюдателя не существует. Это вынуждает либо выполнять маневр наблюдателя курсом и (или) скоростью, либо пользоваться многопозиционными системами пассивного наблюдения за объектом с использованием нескольких датчиков.

$$\begin{aligned} D_0 \sin(\Pi_0 - \Pi_i) + V_y(t_i - t_0) \sin K_y \cos \Pi_i - V_x(t_i - t_0) \cos K_y \sin \Pi_i = \\ = V_x(t_1 - t_0) \sin K_x \cos \Pi_1 - V_x(t_1 - t_0) \cos K_x \sin \Pi_1; \end{aligned} \tag{1}$$

$$V_x = const; K_x = const; (i = \overline{1, n}).$$

Эта система в векторно-матричной форме имеет вид

$$Az = b.$$

Для режима РПД наблюдателя значение ранга  $r = 3$  матрицы коэффициентов однородной системы (без правых частей уравнений) всегда меньше ранга  $R = 4$  расширенной матрицы неоднородной системы (с правыми частями уравнений), т.е. система несовместна и решения не имеет.

И действительно, система MATLAB при вычислении вектора неизвестных методом максимального правдоподобия [7] с помощью формулы

$$\bar{z}_{МП} = A^{-1}b,$$

пригодной для квадратных крамеровских систем (в данном случае  $3 \times 3$ ), или с помощью формулы

$$\bar{z}_{МП} = (A^T A)^{-1} A^T b,$$

используемой при избыточных измерениях, когда матрица  $A$  системы является прямоугольной, выдает предупреждение «Matrix is close to singular or badly scaled. Results may be inaccurate», что означает сингулярность матрицы и некорректность результатов.

$$z_B = \arg \max p_z(z|A, b) = \arg \max p_z(A, b|z) p(z), \tag{5}$$

Проблематичность данной задачи в двумерном варианте состоит в том, что ее решение возможно только при обязательном условии измерения не менее четырех пеленгов и выполнения наблюдателем маневра курсом и (или) скоростью. Это условие основано на утверждении, принадлежащем академику А.Н. Крылову и впервые опубликованном в 1911 году [2].

Доказательство отсутствия решения задачи при РПД наблюдателя основывается на навигационной постановке, принимающей форму системы уравнений [3] относительно трех неизвестных ( $D_0, K_x, V_x$ ):

Это обусловлено тем, что, в соответствии с признаком  $r < R$ , существует бесконечное множество комбинаций значений параметров КППД, соответствующих одному и тому же набору измерений пеленга.

С применением традиционных методов, например, метода максимального правдоподобия [7], сводящегося к вычислительной процедуре наименьших квадратов, решение задачи недоступно. Авторами установлено неизвестное ранее свойство существования решения задачи определения координат положения и параметров движения объекта по данным измерений углов ориентации линии визирования при равномерном прямолинейном движении наблюдателя [4].

Альтернативой статистического, частотного подхода является байесовский подход [5], который сводится к регуляризации метода максимального правдоподобия [1]. Следуя байесовскому подходу, вместо оценки математического ожидания  $\bar{z}_{МП}$  по формулам (3) и (4), определяют байесовскую апостериорную оценку  $z_B$  вектора неизвестных параметров по максимуму апостериорной плотности

где  $p(z)$  – функция плотности априорного распределения  $z = \{D_0, K_{Ц}, V_{Ц}\}$ ;  $p_z(A, b|z)$  – функция плотности апостериорного распределения  $z = \{D_0, K_{Ц}, V_{Ц}\}$ .

Байесовский подход заключается в переходе от априорных знаний в виде априорного набора альтернатив КППД на сетке или решетке значений, заведомо охватывающих действительные значения параметров КППД, к апостериорным оценкам (5). При этом постулируется априорное не обязательно нормальное, но обязательно унимодальное распределение  $p(z)$ , вычисляются параметры апостериорного условного распределения  $p_z(A, b|z)$  и к функции плотности этого распределения применяется операция (5) поиска экстремального значения. Глобальному максимуму соответствует байесовская апостериорная оценка  $z_B$ .

Оказывается возможным выделение тонкой структуры действительного набора значений КППД среди множества вариантов «зеркальных» комбинаций параметров КППД.

Вычислительный эксперимент с разработанными методом и алгоритмом решения задачи с применением байесовского подхода привел к парадоксальному, с позиций традиционных методов, результату:

- 1) при измерениях без случайных погрешностей, параметры КППД определялись совершенно точно при РПД наблюдателя и выполнении минимального числа четырех замеров пеленга;
- 2) хотя «зеркальные» комбинации КППД порождают внешне одинаковые серии пеленгов, при решении задачи действительные значения КППД по принадлежности к своим сериям измерений выделялись на фоне «зеркальных» комбинаций безошибочно.

Некоторые результаты вычислительного эксперимента для варианта РПД наблюдателя с применением байесовского подхода приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения КППД, полученные в результате решения задачи на одном галсе наблюдателя

СКО ошибки визирования объекта $\sigma_i$	Истинные значения КППД		
	$D_0 = 120$ каб	$K_{Цели} = 120^\circ$	$V_{Цели} = 12$ уз
	Расчетные значения КППД		
0	120	120	12
$0.3^\circ$	122	112	12
$1^\circ$	102	118	7

Примечания: 1. Свой курс  $0^\circ$ , скорость 12 уз. Время галса 10 мин, 20 измерений.

2. Мерой точности расчетных данных является шаг сетки априорных значений параметров.

Таким образом, для двумерной задачи подтверждена гипотеза о свойстве существования ее решения в предположении о равномерном прямолинейном движении объекта, при измерении не менее четырех пеленгов в режиме РПД наблюдателя.

Исходя из принципа инвариантности свойства существования решения задачи определения КППД по измерениям угловых координат относительно размерности пространства параметров, авторами выдвинута гипотеза о существовании этого свойства и для варианта трехмерного пространства. Наличие такого свойства науке и практике неизвестно.

Эта гипотеза получила подтверждение численным экспериментом на модели.

Доказано, что в трехмерном случае при отсутствии шума измерений существует точное решение задачи при минимальном необходимом и достаточном количестве двух сеансов измерений трех азимутальных углов направления на объект.

Для этого варианта ниже приведены выходные расчетные данные с результатами решения задачи определения начальных координат и составляющих скорости движения объекта, полученные на модели в системе MATLAB при отсутствии шумов измерений.

Таблица 2

Значения КППД, полученные в результате решения задачи по двум сеансам измерений углов ориентации линии визирования при РПД наблюдателя

$X_0$ , м	$Y_0$ , м	$Z_0$ , м	$V_x$ , м/с	$V_y$ , м/с	$V_z$ , м/с
Истинные данные					
10 000	10 000	10 000	50	20	40
Расчетные данные					
10 000	10 000	10 000	50	20	40

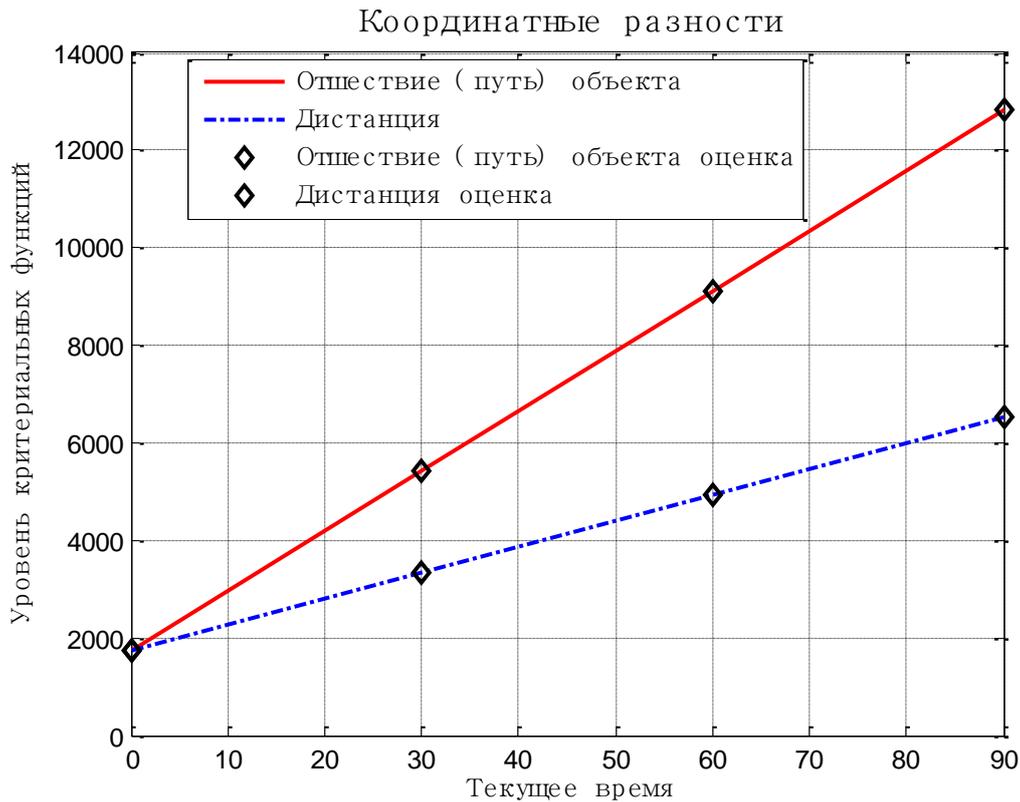


Рисунок 1 – Графики текущего радиуса положения объекта, текущей дистанции до объекта наблюдения и оценок этих параметров при отсутствии шумов измерений

Видно полное совпадение действительных значений параметров и их оценок. Свойство существования решения задачи сохраняется и при наличии шумов измерений углов ориентации линии визирования на уровне порядка 0.1 – 0.2°.

Экспериментальное выявление СВОЙСТВА существования решения задачи определения КППД объекта в двумерном и трехмерном пространстве по данным измерений углов ориентации линии визирования при РПД наблюдателя является НОВЫМ ЗНАНИЕМ, что соответствует категории ОТКРЫТИЯ.

Значение открытия для науки состоит в двух аспектах. Во-первых, получен результат, теоретически ранее неизвестный и обещающий, при высокоточных измерениях и высокопроизводительной вычислительной технике, создание прорывных технологий определения координат положения и параметров движения объектов, прежде всего в космическом пространстве. Во-вторых, продемонстрирована мощь байесовского подхода при решении задач с применением критериальных функций максимального правдоподобия. Ранее сильная сторона байесовского подхода была известна как способность получать решения рестрикционных задач, т.е. задач, содержащих ограничения [1, 5], и стохастических задач с негауссовыми распределениями. Теперь выявилась его способность получать решение задач оценивания по критерию максимального правдоподобия, имеющих вырожденную матрицу, подлежащую инверсии.

### Литература

1. Ветров Д.П., Кропотов Д.А. Байесовские методы машинного обучения, учебное пособие по спецкурсу. Часть 1 – 67 с, часть 2 – 66 с. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007.
2. Крылов А. Н. Беседы о способах определения орбит комет и планет по малому числу измерений. // Известия Морской Академии. Вып. 1. 1911.
3. Поленин В.И. Методы и задачи определения координат и параметров движения объекта по данным ГАК подводных лодок. Монография. – СПб.: ВМА им. Н.Г. Кузнецова, 2003. – 103 с.
4. Поленин В.И., Прокаев А.Н., Макшанов А.В. Описание открытия «Неизвестное ранее свойство существования решения задачи определения координат положения и параметров движения объекта по данным измерений углов ориентации линии визирования при равномерном прямолинейном движении наблюдателя». – СПб: ВУНЦ ВМФ «ВМА», 2014. – 84 с.
5. Прокаев А.Н. Единый алгоритм определения КППД по данным ГАК подводных лодок. – СПб.: ВУНЦ ВМФ «ВМА», 2013. – 18 с.
6. Скворцов М.И., Юхов И.В., Землянов Б.И., Абчук В.А., Мрыкин О.А. Основы маневрирования кораблей. – М.: 1966, Воениздат МО. – 268 с.
7. Утешев А.Ю. Лекции по высшей алгебре. Часть II. Учеб. пособие. – СПб: «СОЛО», 2007. – 279 с.

## ВКЛАД РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКУ

**Олег Игоревич Рабинович**

кандидат физ.-мат. наук, доцент, Московский институт стали и сплавов, г. Москва

### RUSSIAN SCIENTISTS IMPACT INTO OPTOELECTRONICS

Oleg Rabinovich, PhD, associated professor, Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow

#### АННОТАЦИЯ

В работе дан обзор основных пионерских открытий советских и российских учёных в области исследования полупроводниковых материалов и приборов.

#### ABSTRACT

Review of Russian scientific achievements in developing optoelectronic devices over more than 100 years is presented.

Ключевые слова: светодиод, полупроводники, GaN

Keywords: LED, Semiconductors, GaN.

В начале прошлого века при изучении различных типов детекторов О.В. Лосев (рис. 1) установил новое явление - появление в точке контакта острия с металлом свечения.



Рисунок 1. Олег Владимирович Лосев

Оно наблюдалось не у всех образцов и было относительно слабым, хотя некоторые типы кристаллов карборунда (SiC) резко выделялись - они светились. Светилась и

поверхность и даже вся толщина образца, прилежавшая к острию. Свечения было "холодное" и "безынерционное" (рис. 2) [1, с. 45, 2, с. 326].

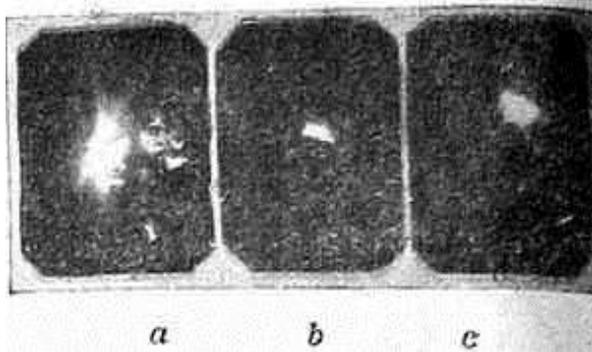
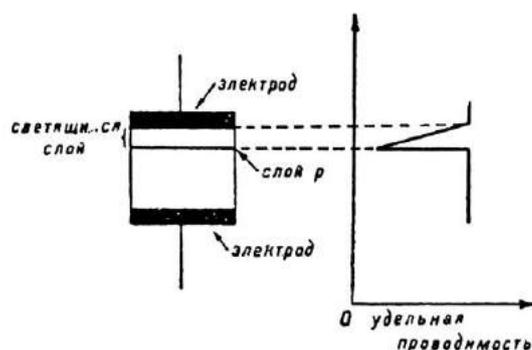


Рисунок 2. Фото свечения карборунда при разном напряжении

Олег Владимирович, проведя ряд экспериментов, выделил два вида эффекта - Свечение I (будущая электролюминесценция) и Свечение II. Свечение I отличалось большой его сосредоточенностью около точки контакта и зеленовато-голубым цветом свечения, Свечение II проявлялось и в других точках детектора, расплывчато по очертаниям. Отличительной чертой исследований Лосева по отношению к заметке Хенри Раунда [3, с. 309], в которой тот просто упомянул данный эффект, является то, что он исследовал физическую природу явления и дал своё объяснение: "Вероятнее всего, что кристалл светится от электронной бомбардировки...". В дальнейшем при углублённых исследованиях О.В. Лосев обнаруживает активные

слои двух типов (р- и n-типов проводимости) [4, с. 718]. В другой своей публикации О.В. Лосев так описывал наблюдения: "Было замечено невооружённым глазом довольно сильно зеленоватое свечение контакта (+) карборунд - (-) стальная проволочка при постоянном токе через него. Свечение карборундового контакта наблюдать легко вследствие прозрачности, но этот контакт почти не генерирует, несмотря на возникающий в нем электронный разряд. Были проведены исследования свечения с цинковым контактом во время генерации. Было замечено свечение, но при токах в 5 раз больших, чем при карборундовом контакте." (рис. 3) [5, с. 42, 6, с. 404].



При  $\left\{ \begin{matrix} - \\ + \end{matrix} \right\}$  верхний электрод } свечение II  
 карборунд  
 При  $\left\{ \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \right\}$  верхний электрод } ,аналог свечения I  
 карборунд

Рисунок 3. Чертеж для объяснения эффекта свечения

Сегодня это может быть просто объяснено, потому что мы знаем, что ионизация и инжекция неосновных носителей заряда приводят к свечению из твердотельного материала. Лосев был первым, кто тщательно изучил этот эффект, названный потом “электролюминесценция”. О.В. Лосев открыл не только инжекционную электролюминесценцию (Свечение II в его терминах), которая в настоящее время лежит в основе современных светодиодов и полупроводниковых лазеров, но и явление предпробойной электролюминесценции (Свечение I), которое также широко применяется при создании новых электролюминесцентных дисплеев. О.В. Лосев назвал возможный прибор «безынертным источником света» и получил патент на «световое реле» «для быстрой телеграфной и телефонной связи, для передачи изображений на расстоянии». Это, по существу, было предтечей современной оптоэлектроники [7 с. 1024, 8].

Результаты исследований вновь появляются и заинтересовывают учёных примерно через 20 лет – в США эти явления были переоткрыты Жоржем Дестрио, но, правда, на основе исследований кристаллофосфорных материалов, причем сам ученый всегда отдавал приоритет открытию Лосеву и назвал этот эффект “свечение Лосева - Losev light”, на что указал в своём обзоре Игон Лёбнер [9, с. 675]. Причем будучи научным атташе посольства

США в СССР в 70-е годы И. Лёбнер провел огромную работу по анализу исторических данных, для чего даже делал запросы в МГУ им М.В. Ломоносова проф. Виктору Сергеевичу Вавилову и проф. Борису Андреевичу Осторумову из Государственного физико-технического рентгеновского института.

Первую современную интерпретацию излучения света от *p-n*-перехода предложил Курт Леховек с соавторами из компании Signal Corps Engineering Laboratories в 1951 г. Эти учёные развили научные положения, выдвинутые О.В. Лосевым, но на другом уровне понимания физических процессов и имеющихся данных. Они утверждали, что люминесценция является следствием инжекции неосновных носителей заряда при подаче прямого напряжения.

В начале 50-х годов прошлого века наши соотечественники Нина Александровна Горюнова и Анатолий Робертович Регель (рис. 4, 5) высказали соображения о полупроводниковой природе некоторых “интерметаллов”. Отталкиваясь от химических представлений об изоморфизме, кристаллохимических группах, видах валентной связи, они, пока еще интуитивно, перебрасывали мостик к электрофизическим свойствам синтезируемых веществ. Тогда же на двух составах это было подтверждено экспериментально [10, с. 56, 11, с. 231].



Рисунок 4. Н.А. Горюнова Рисунок 5. А.Р. Регель

Новый этап развития полупроводниковых источников света наступил, когда были открыты полупроводниковые многокомпонентные соединения типа  $A^{III}B^V$ . В 1950 г. на Совещании по свойствам полупроводников в Киеве

А.Р. Регель с сотрудниками изложили на примере антимоноида индия экспериментальные доказательства, подтверждающие правильность гипотезы Н.А. Горюновой о полупроводниковом характере свойств соединений группы  $A^{III}B^V$ . Обобщая результаты исследований широкого круга

веществ с различными кристаллохимическими характеристиками, Абрам Федорович Иоффе в 1947 г. высказал гипотезу о том, что параметры вещества, характеризующего полупроводниковые свойства - эффективная масса носителей заряда, ширина запрещённой зоны и т.д. - определяются ближним порядком, а именно природой химической связи атомов вещества, координационным числом, величиной межатомных расстояний. Дальнейший порядок - основа зонной теории полупроводников - определяет условия движения свободных носителей заряда в твёрдых и жидких телах. Экспериментальную проверку и подтверждение этой гипотезы А.Р. Регель получил при исследовании электрических свойств расплавов различных полупроводниковых материалов.

В 60-х годах Ж.И. Алфёров с коллегами, изучая фазовые диаграммы и кинетику роста AlGaAs многокомпонентных гетероструктур, смогли вырастить первую решеточно-согласованную структуру. В 1966 г. Ж.И. Алфёровым с коллегами впервые была обнаружена эффективная излучательная рекомбинация в *p-n*-переходах четырёхкомпонентных твёрдых растворов арсенида фосфида галлия индия и показано, что ее квантовый выход, по крайней мере не ниже, чем в арсениде галлия. В 1970 г. Ж.И. Алфёров с соавторами предложил использовать четырёхкомпонентные соединения для получения гетеропереходов. Их преимущество — возможность изменять параметр решетки при постоянной ширине запрещённой зоны, изменять ширину запрещённой зоны при неизменном пара-

метре решетки или оба эти параметра изменять одновременно. Одновременно с этими достижениями Николаем Голоньяком (Nick Holonyak) был продемонстрирован первый светодиод на основе GaAsP.

Успехи в создании и опытно-массовом производстве синих светодиодов на основе SiC в НИИ «Сапфир» в 60-е гг., в которых принимал участие и Валерий Петрович Сушков, были опубликованы и запатентованы; патенты были куплены в США. Но стало ясно, что SiC — непрямозонный полупроводник, в котором относительно мала вероятность излучательной рекомбинации. В конце 70-х Валерий Петрович Сушков (рис. 6) (НИИ «Сапфир»), Владимир Семенович Абрамов и Олег Николаевич Ермаков получили патент на способ создания белого свечения светодиодов из GaN с покрытием их люминофором. Целью изобретения было создание многоцветного источника света с перекрестной коммутацией и увеличение числа излучающих элементов. Поставленная цель была достигнута таким образом: после операции нанесения металлических контактов в одном из направлений проводили разделение *min*-переходов, например, путем вытравливания полосок в GaN до Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а в перпендикулярном направлении соединение *min*-переходов осуществляли после нанесения с обратной стороны подложки против отдельных *min*-переходов стоксовского люминофора для преобразования синего и ультрафиолетового излучения в более длинноволновое видимое излучение, в частности, белого свечения [12, с. 56, 13].



Рисунок 6. Валерий Петрович Сушков

Одновременно проводились исследования излучательной рекомбинации в других полупроводниках группы A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>. Был сделан цикл работ по туннельной излучательной рекомбинации в прямозонных полупроводниках - арсениде и антимониде галлия, фосфиде индия. Этот эффект - излучательный аналог эффекта Франца-Келдыша - оказался важным для понимания характеристик сильно леги-

рованных *p-n*-переходов. Справедливости ради здесь следует упомянуть о работах Геннадия Васильевича Сапарина (рис. 7) и Михаила Васильевича Чукичева, выполненных в 1981–1982 гг. Эти учёные обнаружили люминесценцию плёнок GaN под действием электронного пучка, но тогда они не смогли объяснить причину появления яркого свечения.



Рисунок 7. Геннадий Васильевич Сапарин

Исследования люминесценции GaN в МГУ Г.В. Сапарина и М.В. Чукичева показали возможность активации акцепторов (Zn) облучением сфокусированным электронным пучком. Было замечено, что при облучении локально увеличивается температура до 400°C, и это способствует активации акцепторов.

Сейчас мы с уверенностью можем констатировать, что, как в развитии исторических процессов, так и в развитии научных исследований, прослеживается "принцип спирали". Как многие важные открытия, эффекты свечения, описанные Олегом Владимировичем, значительно опередили научные задачи и потребности того исторического периода развития промышленности. Но серьёзный научный потенциал оказался столь значительным и существенным, что через 30 лет на новом витке развития электроники он стал базисом для новой научной парадигмы.

На современном этапе исследований в России, есть множество научных школ, продолжающих славные традиции прошлых лет. Школа Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе проводит огромный объём исследований структур при росте и после при влиянии различных факторов. Многие физические явления стали более понятны в результате этих исследований. Научная школа физического факультета МГУ им.

М.В. Ломоносова также идёт в ногу со временем и представляет интересные исследования электрических и оптических свойств многокомпонентных наногетероструктур. Ещё одной из московских научных школ, которые вносят свой вклад в исследование полупроводниковых соединений типа A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> - школа Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали сплавов». В нем на рубеже 20-го и 21-го веков были

проведены теоретические исследования по определению оптимальных параметров строения многокомпонентных наногетероструктур и причин деградации характеристик светодиодов.

#### Заключение

Автор выражает благодарность профессору А.Э. Юновичу.

#### Список литературы

1. Лосев О. // Телеграфия и телефония без проводов. 1923. № 18. С 45.
2. Лосев О. // Телеграфия и телефония без проводов. 1923. № 20. С 326.
3. Round H.J. // Electrical World. 1907. v. 49. P. 309
4. Лосев О.В. // ЖТФ. 1931. № 1. С.718.
5. Лосев О. // Телеграфия и телефония без проводов. 1922. № 18. С. 42.
6. Лосев О. // Телеграфия и телефония без проводов. 1924. № 26. С. 404.
7. Losev O.V. // Phil. Mag.1928. № 6. P. 1024–1044.
8. Лосев. О.В. Патент на изобретение №12 191, заявлен 27.02.1927.
9. Loebner E.E. // IEEE Trans. on Elect. Dev. 1976. v. ED-23. P. 675
10. Носов Ю.Р. // Вопросы истории естествознания и техники. 2006. № 4. С. 56
11. Горюнова Н.А., Обухов А.П., Мокровский Н.П., Регель А.Р. // ЖТФ. 1951. Т. XXI. Вып. 2. С. 231.
12. Рубан О. // Эксперт. 2012. № 45. С. 56-65.
13. Сушков В.П., Абрамов В.С., Ермаков // Авторское свидетельство. № 635813. Москва. 1978.

## ЛОКАЛЬНЫЕ МИКРОДЕФЕКТЫ В ЗОНЕ ВЫНУЖДЕННОЙ ЭЛАСТИЧНОСТИ В ПОЛИМЕРАХ И КОМПОЗИТАХ НА ИХ ОСНОВЕ

**Валишин Анатолий Анатольевич**

доктор ф.-м. наук, профессор Московского государственного университета тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова и Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г.Москва.

*THE LOCAL MICRODEFECTS IN THE FORCED POLYMERS AND COMPOSITS.*

*Anatoly Valishin, doctor of science, professor of Lomonosov Moscow state university of fine chemical technology and Bauman state technical university, Moscow.*

#### АННОТАЦИЯ.

Статья посвящена описанию механизма упругого взаимодействия локальных микродефектов, названных дырками, которые образуются и накапливаются в зоне вынужденной эластичности перед фронтом трещины разрушения в полимерах. Рассчитаны упругие поля дырок, их собственная упругая энергия, энергия взаимодействия дырок и сила их парного взаимодействия. Взаимодействие дырок приводит к тому, что каждая дырка окружена «атмосферой» более мелких дырок.

#### ABSTRACT.

*The interaction of local microdefects in the elastic substance. The article describes the mechanism of the elastic interaction of the local micro-defects, called holes, which are formed and accumulate in the forced elasticity area in front of the fracture crack in polymers. Amorphous glassy polymers such as PMMA are considered. The elastic field of the holes, their own elastic energy, the interaction energy of the holes and the strength of their two-body interaction are calculated. Interaction of holes leads to the fact that each hole is surrounded by "atmosphere" of smaller holes.*

*Ключевые слова: микродефекты, их взаимодействие, трещина, полимеры, упругие поля.*

*Key words: microdefects, interaction, crack, polymers, the elastic field of the hole*

Разрушение твердых тел и, в частности полимеров и композитов на их основе - это процесс накопления внутренних микрповреждений до некоторого критического состояния [1-7]. Этот процесс локализован преимущественно в слабых местах структуры материала, где возникают очаги перенапряжений, в которых механическое напряжение значительно больше, чем вдали от них. Такими очагами являются, в первую очередь, микро и макротрещины [8-10]. В температурном диапазоне между температурой хрупкости и температурой квазихрупкости в линейных полимерах перед фронтом трещины под влиянием высоких напряжений развивается вынужденная эластическая деформация, и образуется зона вынужденной эластичности. Локальные микрповреждения накапливаются, в первую очередь, в этой зоне.

Как было показано в работе [7], при элементарном акте разрыва в месте происшествия возникает локальная элементарная деформация типа расширения, а при элементарном акте рекомбинации - элементарная деформация типа стягивания. Эта деформация локализована в малом объеме  $U_0$  около точки происшествия. По порядку величины объем  $U_0$  равен объему, занимаемому кинетической единицей, участвовавшей в элементарном акте, т. е. объему одной или нескольких химических связей, если флуктуационный элементарный акт был групповой. Определим упругое состояние, возникающее вследствие происшествия одного элементарного акта. Поместим начало координат в точку происшествия и сделаем простейшее естественное предположение, что упругое поле смещений, порождаемое элементарным актом, сферически симметрично. Это означает, что вектор смещения  $\vec{u}$  равен:

$$\vec{u}(r) = u_r(r) \frac{\vec{r}}{r} \quad (1)$$

т. е. он зависит только от расстояния  $r$  до центра и направлен вдоль радиус-вектора. При этом для элементарного акта разрыва функция  $u_r(r) > 0$ , а для акта рекомбинации  $u_r(r) < 0$ . Для определения поля смещений воспользуемся уравнением равновесия упругой среды, записанным в перемещениях [11,12]:

$$\left( K + \frac{1}{3} G \right) \text{grad div } \vec{u} + G \Delta \vec{u} = 0 \quad (2)$$

где  $K$  - модуль объемного сжатия,  $G$  - модуль сдвига,  $\Delta$  - оператор Лапласа. Подставляя сюда (1), после преобразований получим:

$$r^2 \frac{d^2 u_r}{dr^2} + 2r \frac{du_r}{dr} - 2u_r = 0 \quad (3)$$

Это известное уравнение Эйлера. Его общее решение равно:

$$u_r(r) = \frac{C_1}{r^2} + C_2 r \quad (4)$$

Из условия, что при  $r \rightarrow \infty$   $u_r(r) \rightarrow 0$ , следует, что константа  $C_2 = 0$ . Имеем после этого:

$$u_r(r) = \frac{C}{r^2} \quad (5)$$

и значит, вектор смещения будет:

$$\vec{u}_r(r) = \frac{C}{r^3} \vec{r} \quad \text{а)}$$

$$\text{или } \vec{u}(r) = -C \text{grad } \frac{1}{r} \quad \text{б)}$$

Элементарные акты разрушения (и разрыва, и рекомбинации) вызывают дополнительные силы, действующие со стороны возникшего дефекта на ближайшее окружение. С макроскопической точки зрения это эквивалентно наличию некоторой объемной силы, приложенной в месте расположения дефекта. Чтобы найти объемную плотность  $\vec{f}$  этих сил, воспользуемся уравнением равновесия в виде:

$$\left( K + \frac{1}{3} G \right) \text{grad div } \vec{u} + G \Delta \vec{u} + \vec{f} = 0 \quad (7)$$

Подставляя сюда (6), после преобразований, получим:

$$\vec{f} = -4\pi C \left( K + \frac{4}{3} G \right) \text{grad } \delta(\vec{r}) \quad (8)$$

Здесь использовано соотношение:

$$\Delta \left( \frac{1}{r} \right) = -4\pi \delta(\vec{r}) \quad (9)$$

где  $\delta(\vec{r})$  - трехмерная дельта-функция.

Константа  $C$  в (8) является мерой «мощности» сингулярности, которую порождает элементарный акт, она полностью определяется величиной объема  $U_0$ . Действительно, изменение объема среды, вызванное полем смещения (6), равно:

$$\begin{aligned} v_0 &= \int \text{div } \vec{u} dV = -C \int \text{div grad } \frac{1}{r} dV = -C \int \Delta \left( \frac{1}{r} \right) dV = \\ &= C \int 4\pi \delta(\vec{r}) dV = 4\pi C \end{aligned} \quad (10)$$

Интегрирование здесь производится по всему объему среды, в данном случае по объему эластической зоны. Но т. к. поле смещений (5) быстро убывает с расстоянием от центра, то фактически интегрирование распространяется только на ближайшую окрестность центра. Таким образом, объем  $U_0$  - это объем сферы действия элементарного акта, можно сказать, что  $U_0$  - это объем одного элементарного акта (разрыва или рекомбинации). Из формулы (10) тогда следует, что константа  $C$  с точностью до множителя равна объему элементарного акта, т. е.

$$C = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \quad (11)$$

Таким образом, элементарные акты разрыва и рекомбинации локально изменяют объем окрестности места происшествия. Подставив теперь значение константы  $C$ , получим:

$$\vec{u}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi} \frac{\nu_0}{r^3} \vec{r} \quad \text{а)}$$

$$\vec{u}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \text{grad} \frac{1}{r} \quad \text{б) (12)}$$

$$\vec{f}(\vec{r}) = -\nu_0 \left( K + \frac{4}{3} G \right) \text{grad} \delta(\vec{r}) \quad \text{в)}$$

При элементарном акте рекомбинации созданная им деформация связана со смещением ближайших атомов навстречу друг другу, стремясь как бы «залечить» образовавшийся дефект. При элементарном акте разрыва, наоборот, смещение ближайших атомов направлено от центра из-за декомпенсации сил межатомного притяжения. Иными словами, для элементарного акта разрыва константу  $C$  и элементарный объем  $\nu_0$  нужно считать положительными, а при акте рекомбинации – отрицательными.

Локальное поле упругого смещения, возникающее при элементарных актах, порождает такие же локальные поля деформаций и перемещений. Локальная деформация, возникающая при элементарных актах, определяется через поле смещений обычным образом [13,14]:

$$\eta_{ik} = \frac{1}{2} (\nabla_i u_k + \nabla_k u_i) \quad (13)$$

где символом набла обозначен оператор дифференцирования по пространственным координатам:  $\nabla_i = \frac{\partial}{\partial x_i}$ .

Подставляя сюда (12), получаем:

$$\eta_{ik} = \frac{\nu_0}{4\pi} \left( \frac{\delta_{ik}}{r^3} - 3 \frac{x_i x_k}{r^5} \right) \quad (14)$$

Здесь  $\delta_{ik}$  - известный символ Кронекера (единичный тензор второго ранга), а  $x_i$  - координаты радиус-вектора  $\vec{r}$ , исходящего из места происшествия элементарного акта в точку наблюдения. Из этой формулы, в частности, видно, что след тензора элементарной деформации  $\eta_{kk} = 0$ , что означает, что эта деформация представляет собой чистый сдвиг. Для того, чтобы получить элементарный тензор напряжений, воспользуемся законом Гука:

$$T_{ik} = K \eta_{ll} \delta_{ik} + 2G \left( \eta_{ik} - \frac{1}{3} \eta_{ll} \delta_{ik} \right) \quad (15)$$

Подставим предыдущую формулу, получаем тензор напряжений:

$$T_{ik} = \frac{\nu_0}{2\pi} G \left( \frac{\delta_{ik}}{r^3} - 3 \frac{x_i x_k}{r^5} \right) \quad (16)$$

Отсюда также видно, что поле напряжений чисто сдвиговое.

Необходимо сделать два важных замечания. Во-первых, упругое состояние элементарного акта (т. е. поля смещений, деформаций, и напряжений) локально, т. е. сосредоточено в малой окрестности точки его происхождения. Во-вторых, локальные акты разрыва и рекомбинации происходят флуктуационно, т. е. случайно. Из этого следует, что возникающее при этом упругое поле смещений, деформаций и напряжений тоже случайно флуктуирует во времени и пространстве.

В теории упругости источник упругого состояния, описываемый приведенными выше формулами (плотность объемных сил, смещения, деформации и напряжения) называется центром дилатации [15,16]. Таким образом, каждый элементарный акт разрушения создает случайный временный центр дилатации, имеющий некоторое конечное время существования.

Дырки в эластической зоне возникают в результате флуктуационного распада слабых узлов несущего каркаса и являются стабильными дефектами, создавая собственное упругое поле [7]. Слабый узел, расположенный в некоторой точке  $M$ , т. е. потенциальная дырка в этой точке содержит  $\delta n_0(M) = \Omega \rho_0(M) \delta V(M)$  несущих элементов, каждый из которых при элементарном акте разрыва создает центр дилатации. Поэтому дырка эквивалентна скоплению  $\delta n_0$  точечных центров дилатации. Их упругие поля, т. е. смещения, деформации и напряжения, аддитивно складываются. При этом дырка может иметь неправильную форму, не обязательно сферическую. Если поместить начало координат в какую-либо геометрическую точку дырки – «центр» дырки, то упругое поле смещений, создаваемое дыркой, будет:

$$u_i(\vec{r}) = -\frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \Omega_{ik} \nabla_k \left( \frac{1}{r} \right) \quad (17)$$

Здесь симметричный тензор  $\Omega_{ik} = \Omega_{ki}$  - форм-фактор дырки, характеризует геометрическую форму дырки. Как и всякий симметричный тензор второго ранга, он может быть приведен к главным осям. Направление главных осей и величины главных значений тензора  $\Omega_{ik}$  характеризуют отличие формы дырки от сферической. Для симметричной сферической дырки все три главных значения равны и форм-тензор  $\Omega_{ik}$  в любой системе координат пропорционален единичному тензору. Можно просто положить  $\Omega_{ik} = \delta_{ik}$ . Различные случаи неравенства главных значений определяют разную степень отличия дырки от сферической формы. В принципе дырка может иметь сколь угодно сложную форму, вплоть до чечевицеобразной внутренней субмикротрещины.

Собственное поле деформаций дырки получается подстановкой формулы (17) в выражение типа (13)

$$\varepsilon_{ik} = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\Omega_{ik}}{r^3} - 3 \Omega_{ij} \frac{x_j x_k}{r^5} \right) \quad (18)$$

Собственное поле напряжений получаем, используя закон Гука:

$$\sigma_{ik} = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \left( \left( K - \frac{2}{3} G \right) \Omega_{nn} \delta_{ik} + 2G \Omega_{ik} \right) \frac{1}{r^3} - 3 \left( \left( K - \frac{2}{3} G \right) \Omega_{ij} \delta_{ik} + 2G \Omega_{ik} \delta_{jk} \right) \frac{x_j x_k}{r^5} \right) \quad (19)$$

След тензоров деформации и напряжения дырки равны:

$$\varepsilon_{kk} = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\Omega_{kk}}{r^3} - 3 \Omega_{kj} \frac{x_j x_k}{r^5} \right) \quad \text{а) } (20)$$

$$\sigma_{kk} = \frac{3K}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\Omega_{kk}}{r^3} - 3 \Omega_{jk} \frac{x_j x_k}{r^5} \right) \quad \text{б) } (20)$$

Неравенство нулю следа тензора деформаций говорит о том, что, в отличие от упругого поля одиночного центра дилатации, собственное упругое поле не симметричной (не сферической) дырки не является чисто сдвиговым – в каждой точке области своего действия это поле вызывает изменение объема упругой среды. След тензора напряжений определяет в каждой точке среднее гидростатическое давление:

$$p_0 = -\frac{1}{3} \sigma_{kk} = -\frac{K}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\Omega_{kk}}{r^3} - 3 \Omega_{jk} \frac{x_j x_k}{r^5} \right) \quad (21)$$

Отличие тензора напряжений (19) от этого выражения свидетельствует о наличии в среде сдвиговых напряжений, создаваемых дыркой.

Если дырка симметричная (сферическая) то

$$\Omega_{ij} = \delta_{ij} \text{ и}$$

$$\varepsilon_{ik} = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\delta_{ik}}{r^3} - 3 \frac{x_i x_k}{r^5} \right) \quad \text{а) } (22)$$

$$\sigma_{ik} = \frac{1}{2\pi} G \nu_0 \delta n_0 \left( \frac{\delta_{ik}}{r^3} - 3 \frac{x_i x_k}{r^5} \right) \quad \text{б) } (22)$$

В этом случае собственное упругое поле дырки чисто сдвиговое  $\varepsilon_{kk} = \sigma_{kk} = 0$  и вызывает в каждой точке только изменение формы, но не объема. Таким образом, сферическая дырка эквивалентна центру дилатации, только увеличенной мощности.

Мы установили, что дырка является источником собственного упругого поля, которое описывается вышеприведенными формулами для смещений, деформаций и напряжений. Упругое поле дырки формируется по мере распада соответствующего слабого узла несущего каркаса. Дырка является стабильным дефектом, ее упругое поле стабильно и не подвержено случайным флуктуациям.

Вычислим энергию собственного упругого поля дырки. Ограничимся сферической, симметричной дыркой. Рассмотрение общего случая несимметричной дырки резко усложняет промежуточные алгебраические преобразования, не внося ничего нового в окончательные выводы. Как известно плотность упругой энергии деформированного тела равна:

$$\phi = \frac{1}{2} \varepsilon_{ik} \sigma_{ik} \quad (23)$$

Подставив сюда выражение (22), после преобразований получим:

$$\phi(\vec{r}) = \frac{3}{8\pi^2} \nu_0^2 (\delta n_0)^2 \frac{G}{r^6} \quad (24)$$

Видно, что плотность упругой энергии поля дырки быстро убывает с расстоянием от нее. Кроме того, она сильно зависит от мощности слабого узла, на месте которого возникла. Проинтегрировав теперь по всему окружающему дырку объему, получим полную энергию собственного упругого поля дырки:

$$\begin{aligned} \Phi &= \int \phi(\vec{r}) dV = \frac{3}{8\pi^2} \nu_0^2 (\delta n_0)^2 G \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^\pi \sin \theta d\theta \int_a^\infty \frac{dr}{r^4} = \\ &= \frac{1}{2\pi} (\nu_0 \delta n_0)^2 \frac{G}{a^3} \end{aligned} \quad (25)$$

Здесь интегрирование ведется по сферическим координатам и  $a$  – диаметр дырки. Из этих формул видно, что 90% энергии собственного поля дырки сосредоточено в ее окрестности радиусом, равным удвоенному диаметру дырки  $2a$ . Это означает, что сфера влияния дырки простирается не больше чем на два ее диаметра. Этот вывод остается в силе и для дырки произвольной формы.

Итак, мы установили, что дырка является источником внутренних напряжений. С макроскопической точки зрения она эквивалентна распределению объемных сил с плотностью:

$$f_i = - \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0 \Omega_{ik} \nabla_k \delta(\vec{r}) \quad \text{а) } (26)$$

для сферической дырки:

$$f = - \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0 \text{ grad } \delta(\vec{r}) \quad \text{б) } (26)$$

Здесь  $\vec{r}$  – радиус-вектор в точку наблюдения, исходящий из некоторого центра дырки, куда помещено начало координат.

Свойство дырки играть роль источника упругого поля является основным при описании в дальнейшем взаимодействия дырок. Для этого необходимо переписать формулу (26), перейдя в ту систему координат, в которой мы рассматриваем эластическую зону. В этой системе начало координат находится в вершине трещины, а ось абсцисс направлена перпендикулярно фронту трещины. Если дырка находится в некоторой точке  $M$ , то ее положение определяется радиус-вектором  $\vec{r}_0$ . Точка наблюдения определяется радиус-вектором  $\vec{r}$ . Тогда плотность объемных сил, создаваемых дыркой в точке  $M(\vec{r}_0)$ , запишется так:

$$\vec{f}(\vec{r}/M) = -\left(K + \frac{4}{3}G\right) \nu_0 \delta n_0(M) \text{grad } \delta(\vec{r} - \vec{r}_0) \quad (27)$$

Образование дырки, т. е. микрополости, в среде эластической зоны вызывает локальное изменение силовых связей между соседними атомами в ближайшей окрестности дырки. Силовые межатомные связи определяют, в конечном итоге, модули упругости среды. Поэтому при макроскопическом описании дырки изменение силовых связей можно смоделировать локальным изменением упругих модулей. Для изотропной среды тензор модулей упругости  $C_{ijkl}$  равен [11,12]

$$C_{ijkl} = \left(K - \frac{2}{3}G\right) \delta_{ij} \delta_{kl} + G(\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk}) \quad (28)$$

т. е. в этом случае упругое состояние характеризуется двумя константами – модулем объемного сжатия  $K$  и модулем сдвига  $G$ . Возмущенный тензор упругости запишем в виде:

$$C'_{ijkl} = C_{ijkl} + \mathcal{G} \Delta C_{ijkl} \delta(\vec{r} - \vec{r}_0) \quad (29)$$

где возмущение  $C_{ijkl}$  равно:

$$\Delta C_{ijkl} = \left(\Delta K - \frac{2}{3} \Delta G\right) \delta_{ij} \delta_{kl} + \Delta G (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk}) \quad (30)$$

В этих формулах  $\Delta K$  и  $\Delta G$  - возмущения объемного модуля и модуля сдвига;  $\mathcal{G}$  - множитель размерности объема, по порядку величины он равен объему дырки,

$\mathcal{G} \approx \delta V$ ; дельта-функция показывает, что возмущение упругих модулей локализовано в точке  $M(\vec{r}_0)$ , т. е. в месте нахождения дырки.

Таким образом, дырка выступает в двух качествах: как сосредоточенный источник объемной силы, и как локальная неоднородность.

Рассчитаем энергию взаимодействия дырки с внешним упругим полем. Для этого найдем работу, производимую силами внутренних напряжений в эластической зоне при изменении вектора деформации  $\vec{u}$  на величину  $\delta \vec{u}$ . Она по определению равна:

$$\delta A = \int_S \sigma_{ik} \delta u_k dS_i = \int_V \nabla_i (\sigma_{ik} \delta u_k) dV \quad (31)$$

Интегрирование в левой части производится по границе эластической зоны  $S$ , а преобразование в интеграл по объему этой зоны  $V$  осуществляется с помощью теоремы Остроградского-Гаусса. Выполним в правой части преобразование, используя тождество:

$$\nabla_i (\sigma_{ik} \delta u_k) = (\nabla_i \sigma_{ik}) \delta u_k + \sigma_{ik} \nabla_i \delta u_k \quad (32)$$

Получаем

$$\delta A = \int_V (\nabla_i \sigma_{ik}) \delta u_k dV + \int_V \sigma_{ik} \nabla_i \delta u_k dV \quad (33)$$

Для вычисления первого интеграла используем уравнение равновесия упругой среды эластической зоны в виде:

$$\nabla_i \sigma_{ik} + f_k = 0 \quad (34)$$

и выражение для плотности объемной силы (26а). Получаем:

$$\begin{aligned} \int_V (\nabla_i \sigma_{ik}) \delta u_k dV &= - \int_V f_k \delta u_k dV = \\ &= \left(K + \frac{4}{3}G\right) \nu_0 \rho_0(M) \delta V(M) \Omega_{kl}(M) \cdot \int_V (\nabla_l \delta(\vec{r} - \vec{r}_0)) \delta u_k dV \end{aligned} \quad (35)$$

Для вычисления этого интеграла используем тождество

$$(\nabla_l \delta(\vec{r} - \vec{r}_0)) \delta u_k = \nabla_l (\delta u_k \delta(\vec{r} - \vec{r}_0)) - (\nabla_l \delta u_k) \delta(\vec{r} - \vec{r}_0) \quad (36)$$

затем интеграл разбиваем на два, первый из них преобразуем в интеграл по границе эластической зоны, и он оказывается равным нулю, т. к. дельта-функция в точках граничной поверхности равна нулю, используем также тождество:

$$\Omega_{kl} \nabla_l \delta u_k = \Omega_{lk} \delta \mathcal{E}_{ik} \quad (37)$$

В результате интеграл (35) оказывается равным

$$\int_V (\nabla_i \sigma_{ik}) \delta u_k dV = -\left(K + \frac{3}{4}G\right) \nu_0 \delta n_0 \Omega_{ik}(M) \delta \mathcal{E}_{ik}(M) \quad (38)$$

В этой формуле деформация  $\mathcal{E}_{ik}$  и вариация  $\delta \mathcal{E}_{ik}$  берутся в точке нахождения дырки и относятся к внешнему полю, созданному внешними силами, не причастными к дырке.

Для вычисления второго интеграла в (33) воспользуемся равенством:

$$\sigma_{ik} \mathcal{E}_{ik} = \sigma_{ik} \nabla_i u_k \quad (39)$$

и перепишем его в виде:

$$\int_V \sigma_{ik} \nabla_i \delta u_k dV = \int_V \sigma_{ik} \delta \varepsilon_{ik} dV \quad (40)$$

Используем закон Гука:

$$\sigma_{ik} = C'_{ijklm} \varepsilon_{lm} \quad (41)$$

где тензор модулей упругости  $C'_{ijklm}$  определен в формуле (29). Если упругая среда однородная, модули  $K$  и  $G$  не зависят от координат. Дырка создает локальную неоднородность упругих модулей, в результате чего модули  $K$  и  $G$ , а с ними и тензор упругости  $C'_{ijklm}$  становятся зависящими от координат в соответствии с формулами (29, 30).

Подставляя их в (41), а затем в интеграл (40), получаем:

$$\begin{aligned} \int_V \sigma_{ik} \delta \varepsilon_{ik} dV &= \int_V C_{iklm} \varepsilon_{lm} \delta \varepsilon_{ik} dV + \mathcal{G} \Delta C_{iklm} \int_V \varepsilon_{lm} \delta \varepsilon_{ik} \delta(\vec{r} - \vec{r}_0) dV = \\ &= \int_V C_{iklm} \varepsilon_{lm} \delta \varepsilon_{ik} dV + \mathcal{G} \Delta C_{iklm} \varepsilon_{lm}(\vec{r}_0) \delta \varepsilon_{ik}(\vec{r}_0) \end{aligned} \quad (42)$$

Подставив теперь интегралы (38) и (42) в формулу (33), получим

$$\begin{aligned} \delta A &= - \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \delta \varepsilon_{ik}(M) + \\ &+ \mathcal{G} \Delta C_{iklm} \varepsilon_{lm}(M) \delta \varepsilon_{ik}(M) + \int_V C_{iklm} \varepsilon_{lm} \delta \varepsilon_{ik} dV \end{aligned} \quad (43)$$

или, используя соотношение

$$C_{iklm} \varepsilon_{lm} \delta \varepsilon_{ik} = \frac{1}{2} \Delta C_{iklm} \delta(\varepsilon_{lm} \varepsilon_{ik}) \quad (44)$$

окончательно имеем

$$\begin{aligned} \delta A &= \delta \left( \frac{1}{2} \int_V C_{iklm} \varepsilon_{lm} \varepsilon_{ik} dV - \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \varepsilon_{ik}(M) + \right. \\ &\left. + \frac{1}{2} \mathcal{G}(M) \Delta C_{iklm} \varepsilon_{lm}(M) \varepsilon_{ik}(M) \right) \end{aligned} \quad (45)$$

Если деформация происходит при постоянной температуре, то работа  $\delta A$  равна изменению свободной энергии эластической зоны  $\delta A = -dF$ . Поэтому свободная энергия эластической зоны с дыркой будет равна:

$$\begin{aligned} F &= F_0(T) - \frac{1}{2} \int_V C_{iklm} \varepsilon_{lm} \varepsilon_{ik} dV + \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \varepsilon_{ik}(M) - \\ &- \frac{1}{2} \mathcal{G}(M) \Delta C_{iklm} \varepsilon_{lm}(M) \varepsilon_{ik}(M) \end{aligned} \quad (46)$$

Здесь  $F_0(T)$  - свободная энергия эластической зоны с дыркой в отсутствие внешнего поля. Второе слагаемое (объемный интеграл) равно энергии упругого поля эластической зоны без дырки. Следовательно, два последних слагаемых определяют энергию взаимодействия дырки с внешним упругим полем:

$$\begin{aligned} u_{\text{вз}} &= \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \varepsilon_{ik}(M) - \\ &- \frac{1}{2} \mathcal{G}(M) \Delta C_{iklm} \varepsilon_{lm}(M) \varepsilon_{ik}(M) \end{aligned} \quad (47)$$

Подставим сюда  $\Delta C_{iklm}$  из формулы (30) и получим:

$$\begin{aligned} u_{\text{вз}} &= \left( K + \frac{4}{3} G \right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \varepsilon_{ik}(M) - \\ &- \frac{1}{2} \mathcal{G}(M) \left( \Delta K - \frac{2}{3} \Delta G \right) \varepsilon_{kk}^2(M) - \mathcal{G}(M) \Delta G \varepsilon_{ij}^2(M) \end{aligned} \quad (48)$$

Эта формула определяет энергию взаимодействия несимметричной дырки, находящейся в точке  $M(\vec{r}_0)$  с внешним упругим полем. Воздействие упругого поля эластической зоны на дырку проявляется в том, что на нее действует сила, которая определяется как:

$$F = -\nabla u_{\epsilon_3} \tag{49}$$

Дифференцируя (49), получаем:

$$F_j = -\left(K + \frac{4}{3}G\right) \nu_0 \delta n_0(M) \Omega_{ik}(M) \nabla_j \epsilon_{ik}(M) + \\ + \mathcal{G}(M) \left(\Delta K - \frac{2}{3}\Delta G\right) \epsilon_{kk}(M) \nabla_j \epsilon_{kk}(M) + \\ + 2\mathcal{G}(M) \Delta G \epsilon_{ik}(M) \nabla_j \epsilon_{ik}(M) \tag{50}$$

Для симметричной сферической дырки, когда

$\Omega_{ik} = \delta_{ik}$ , получаем:

$$\Phi_{\epsilon_3} = \left(K + \frac{4}{3}G\right) \nu_0 \delta n_0(M) \epsilon_{kk}(M) - \\ - \frac{1}{2} \mathcal{G}(M) \left(\Delta K - \frac{2}{3}\Delta G\right) \epsilon_{kk}^2(M) - \mathcal{G}(M) \Delta G \epsilon_{ij}^2(M) \tag{51}$$

а)

$$F_j = -\left(K + \frac{4}{3}G\right) \nu_0 \delta n_0(M) \nabla_j \epsilon_{kk}(M) + \\ + \mathcal{G}(M) \left(\Delta K - \frac{2}{3}\Delta G\right) \epsilon_{kk}(M) \nabla_j \epsilon_{kk}(M) + \\ + 2\mathcal{G}(M) \Delta G \epsilon_{ik}(M) \nabla_j \epsilon_{ik}(M) \tag{51}$$

б)

Из этих формул видно, что сила, действующая на дырку, определяется пространственной неоднородностью внешнего деформационного поля. В [6] было показано, что в эластической зоне перед фронтом трещины устанавливается однородное напряженно-деформационное состояние. В таком поле сила, действующая на дырку, равна нулю. Следовательно, среда эластической зоны после установления в ней однородной равновесной вынужденной эластической деформации не воздействует на дырку. Дырка испытывает действие только со стороны окружающих ее дырок.

Определим теперь энергию и силу парного взаимодействия дырок. Это можно сделать, рассмотрев дырку в упругом поле другой дырки. Энергия взаимодействия первой дырки с полем второй и будет энергией взаимодействия дырок. Рассмотрим две дырки в точках  $M_1$  и  $M_2$ . Ограничим рассмотрение случаем симметричных дырок, тогда все формулы сильно упрощаются. Энергия взаимодействия инвариантна относительно выбора системы координат. Поэтому для упрощения промежуточных преобразований поместим начало координат в дырку

$M_2$ , а ось абсцисс направим вдоль прямой, соединяющей дырки от точки  $M_2$  к точке  $M_1$ . Две другие оси выбираем в плоскости, перпендикулярной этой оси. Расстояние между дырками обозначим, как  $R$ , тогда радиус вектор  $\vec{R}$  будет иметь координаты  $\vec{R} = (R, 0, 0)$  или  $R_i = R \delta_{1i}$ . Поле деформаций, созданное дыркой  $M_2$  в точке  $M_1$ , найдем из формулы (22а)

$$\epsilon_{ik}(M_1 / M_2) = \frac{1}{4\pi} \nu_0 \delta n_0(M_2) (\delta_{ik} - \delta_{1i} \delta_{1k}) \frac{1}{R^3} \tag{52}$$

Подставим это в формулу (51а) и после преобразований получим:

$$u_{\epsilon_3}(M_1, M_2) = -\frac{3\nu_0^2}{8\pi^2} \mathcal{G}(M_1) \Delta G(M_1) (\delta n_0(M_2))^2 \frac{1}{R^6} \tag{53}$$

Эта формула получена, исходя из того, что дырка  $M_1$  находится в поле дырки  $M_2$ . Но обе дырки равноправны, поэтому можно рассмотреть дырку  $M_2$  в поле дырки  $M_1$ . Тогда получим формулу, аналогичную вышеописанной, если только в ней переставить буквы  $M_1$  и  $M_2$ . В этих двух формулах дырки представлены несимметрично – одна из них выступает как источник поля, а вторая как локальная неоднородность. Симметричная формула получится как их полусумма:

$$u_{\epsilon_3}(M_1, M_2) = -\frac{3\nu_0^2}{16\pi^2} \left( \mathcal{G}(M_1) \Delta G(M_1) (\delta n_0(M_2))^2 + \right. \\ \left. + \mathcal{G}(M_2) \Delta G(M_2) (\delta n_0(M_1))^2 \right) \frac{1}{R^6} \tag{54}$$

Здесь обе дырки представлены равноправно. Видно, что энергия взаимодействия дырок в эластической зоне обратно пропорционально шестой степени расстояния между ними.

Силу, действующую на дырку  $M_1$  со стороны дырки  $M_2$ , найдем как:

$$\vec{F}_{M_1} = -grad_{M_1} u_{\epsilon_3} \tag{55}$$

или

$$F_{M_1} = -\frac{9\nu_0^2}{8\pi^2} \left( \mathcal{G}(M_1) \Delta G(M_1) (\delta n_0(M_2))^2 + \right. \\ \left. + \mathcal{G}(M_2) \Delta G(M_2) (\delta n_0(M_1))^2 \right) \frac{\vec{R}}{R^8} \tag{56}$$

Сила, действующая на дырку  $M_2$  со стороны дырки

$M_1$  равна

$$\vec{F}_{M_2} = -\vec{F}_{M_1} \quad (57)$$

Видно, что между дырками действует сила притяжения, которая тем больше, чем меньше расстояние между ними. Тепловое движение, придавая дыркам подвижность, может «помочь» силе притяжения сблизить дырки, в принципе, вплоть до их слияния.

Выше мы установили, что собственное упругое поле дырки простирается на расстояние, не превышающее двух диаметров дырки. Это означает, что дырки начинают взаимодействовать (притягиваться друг к другу), когда расстояние между ними  $R \leq 2(a_1 + a_2)$ , где  $a_1$  и  $a_2$  - диаметры дырок. На больших расстояниях их можно считать невзаимодействующими. Размер дырки определяется мощностью слабого узла несущего каркаса, на месте которого она образовалась, т. е. величиной  $\delta n_0$ . При расстояниях между дырками, меньших вышеуказанного, упругие поля дырок начинают перекрываться, и чем больше степень перекрытия, тем больше сила притяжения дырок.

Если дырки имеют разные размеры, то упругое поле более мощной дырки имеет больший радиус действия. Маленькая дырка может оказаться целиком в поле большой. В то время как упругое поле маленькой дырки «не достает» до большой. Поэтому большая дырка может захватить маленькую или инициировать ее возникновение и удерживать силой притяжения. Поэтому около большой дырки образуется скопление («атмосфера») из маленьких дырок.

Определим напряжения в пространстве между дырками. Рассмотрим систему из двух дырок и рассчитаем напряжения на линии их соединения. Каждая из дырок создает собственное поле напряжений, определяемое формулой (19). В выбранной системе координат тензор напряжений, создаваемых дыркой  $M_2$ , равен:

$$\sigma_{ik}^{M_2} = \frac{1}{2\pi} Gv_0 \delta n_0 (M_2) (\delta_{ik} - 3\delta_{li} \delta_{lk}) r^{-3} \quad (58)$$

Аналогично, тензор напряжений, создаваемых дыркой

$M_1$ , равен:

$$\sigma_{ik}^{M_1} = \frac{1}{2\pi} Gv_0 \delta n_0 (M_1) (\delta_{ik} - 3\delta_{li} \delta_{lk}) (R-r)^{-3} \quad (59)$$

В пространстве между дырками упругие напряжения, создаваемые ими, аддитивно складываются. Поэтому напряжения на линии, соединяющей дырки, в некоторой точке  $r$  этой линии равны

$$\sigma_{ik} = \frac{1}{2\pi} Gv_0 (\delta n_0 (M_1) (R-r)^{-3} + \delta n_0 (M_2) r^{-3}) (\delta_{ik} - 3\delta_{li} \delta_{lk}) \quad (60)$$

Распишем этот тензор покомпонентно:

$$\sigma_{11} = -\frac{1}{\pi} Gv_0 (\delta n_0 (M_1) (R-r)^{-3} + \delta n_0 (M_2) r^{-3}) a)$$

$$\sigma_{22} = \sigma_{33} = \frac{1}{2\pi} Gv_0 (\delta n_0 (M_1) (R-r)^{-3} + \delta n_0 (M_2) r^{-3})$$

б) (61)

$$\sigma_{12} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0 \quad в)$$

Кстати, тот факт, что на линии, соединяющей дырки, тензор напряжений оказался диагональным, свидетельствует о том, что он приведен к главным осям, и выбранные направления координатных осей являются главными направлениями тензора. Как видно из первой из этих формул, нормальные напряжения  $\sigma_{11}$ , действующие вдоль линии, соединяющей дырки, отрицательны, т. е. являются напряжениями сжатия. Это понятно, т. к. между дырками действует сила притяжения и поэтому среда эластической зоны между ними испытывает в этом направлении сжатие. В поперечных направлениях, наоборот, действуют растягивающие напряжения. При уменьшении расстояния  $R$  между дырками все компоненты напряжения возрастают. Наоборот, при увеличении  $R$  напряжения быстро убывают, и когда дырки перестают взаимодействовать, напряжения между ними равны нулю.

Анализ формул (61) показывает, что поперечные растягивающие напряжения  $\sigma_{22} = \sigma_{33}$  достигают наибольших значений на поверхности дырок, точнее на их экваторах и являются здесь касательными к поверхности дырок. Если дырки расположены на расстоянии, меньшем удвоенной суммы их диаметров, то их упругие поля перекрываются и, напряжение в пространстве между ними равно сумме парциальных напряжений. При этом, касательные напряжения на экваторах дырок возрастают, причем тем больше, чем ближе дырки друг к другу. Напряжения на линии, соединяющей дырки, также больше парциальных напряжений, но между дырками есть «ямка» напряжений. В разные стороны от «ямки» напряжения повышаются. Положение «ямки» сдвинуто в сторону меньшей дырки тем больше, чем больше разница между дырками. Если одна дырка сильно превосходит другую по размерам и мощности, то хотя парциальные напряжения убывают с расстоянием по одинаковому закону  $\approx r^{-3}$ , но из-за превосходства одной дырки ее напряжения на одном и том же расстоянии  $r$  больше, чем напряжения малой дырки. Это приводит к тому, что касательные к экватору напряжения  $\sigma_{22} = \sigma_{33}$  на поверхности маленькой дырки значительно возрастают, и тем больше, чем меньше расстояние между дырками и чем больше разнятся дырки. В частности, при достаточном сближении дырок, напряжение на поверхности малой дырки может превысить критическое (предел прочности на разрыв). Тогда возможно возникновение локального разрыва на поверхности малой дырки навстречу

большой дырке. У маленькой дырки возникает острый «клювик», который становится концентратором напряжения (локальным усилителем напряжения) и стимулирует продвижение клюва-надрыва дальше. Если этот микро-разрыв перейдет «ямку» напряжений, то попадет в область увеличивающихся поперечных растягивающих напряжений, которые стимулируют дальнейшее ускоряющееся продвижение микро-разрыва с превращением его в микротрещину; все это заканчивается быстрым «проскакиванием» зародившегося микро-разрыва в трещинку-канал, связывающий дырки. Происходит как бы пробой прослойки между дырками. Дырки почти в буквальном смысле оказываются «связанными одной веревочкой». Возможны и другие ситуации. Образовавшийся микро-разрыв не развивается в трещинку-канал, или останавливается на полпути, не достигая второй дырки. Возможно образование микро-разрыва между дырками с последующим развитием в канал или стабилизацией в виде чечевицеобразной субмикротрещины. Вся эта сложная картина регулируется соотношением между размерами и мощностью дырок и расстоянием между ними.

Таким образом, существует некоторое критическое сближение дырок, при котором между ними проскакивает трещинка-канал. Это критическое расстояние определяется соотношением размеров и мощностей дырок.

Выводы.

1. Элементарные акты разрушения, обусловленные актами разрыва и рекомбинации химических связей несущего молекулярного каркаса, создают в малой своей окрестности упругое поле, которое является возмущением на фоне макроскопического упругого поля напряженного материала.
2. Найдено поле смещений, деформаций и напряжений элементарного точечного дефекта.
3. Скопление точечных дефектов в слабом узле несущего молекулярного каркаса образует макроскопический дефект, названный дыркой.
4. Рассчитаны упругие поля дырок, их собственная упругая энергия, энергия взаимодействия дырок и сила их парного взаимодействия.
5. Показано, что каждая дырка окружена «атмосферой» более мелких дырок.

#### Список литературы

1. Димитриенко Ю.И., Соколов А.П. Исследование процессов разрушения композиционных материалов на базе метода асимптотической гомогенизации // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 1
2. Димитриенко Ю.И., Соколов А.П. Многомасштабное моделирование упругих композиционных материалов // Математическое моделирование. - 2012. - Т.24. - № 5. - С. 3-20.

3. Y. I. Dimitrienko and A. P. Sokolov Elastic properties of composite materials// *Mathematical Models and Computer Simulations*, 2010, Volume 2, Number 1, Pages 116-130.
4. Dimitrienko Yu.I. Thermal stresses and heat mass-transfer in ablating composite materials// *Int. Journal of Heat Mass Transfer.*- 1995.- Vol.38.- № 1. P. 139-146.
5. Dimitrienko Yu.I. Thermal Stresses in Ablative Composite Thin-Walled Structures under Intensive Heat Flows// *Int. Journal of Engineering Science.*- 1997.- Vol.35.- № 1. P. 15-31.
6. Валишин А.А., Степанова Т.С. Особенности квазихрупкого разрушения полимеров и композитов на их основе. // Вестник МГТУ им. Баумана. 2012, серия Естественные науки. Специальный выпуск №4. С.20-32.
7. Валишин А.А., Миронова Т.С. Кинетика зарождения локальных микродефектов при квазихрупком разрушении полимеров и композитов на их основе. // Инженерный журнал: наука и инновации. Электронное научно-техническое издание. 2013. Выпуск №9(21).
8. Looyehl M.R.E., Samanta A., Jihan S., McConnachie. Modeling of reinforced polymer composites subject to thermo-mechanical loading. // *International Journal for Numerical Methods in Engineering*. 2005, v.63, №6, p.898-925.
9. MeManns H.N., Springer G.S. High temperature thermomechanical behavior of carbon-phenolic composites: I Analysis, II Results // *J. Composite Materials*, 1992, v.26, p.206-255.
10. Baia Yu, Valleea Till, Keller Thomas. Modeling of thermal responses for FRP composites under elevated and high temperatures. // *Composites Science and Technology*, 2008, v.68, №1, p. 47-56.
11. Димитриенко Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: Физматлит, 2009, 624 с.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц И.М. Теория упругости. М.: Наука. -1978.-358 с.
13. Димитриенко Ю.И., Соколов А.П. Многомасштабное моделирование упругих композиционных материалов. // Математическое моделирование 2012, т.24, №0, с.000-111.
14. Димитриенко Ю.И., Кашкаров А.И. Расчет эффективных характеристик композитов с периодической структурой методом конечных элементов. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Естественные науки, 2002, №2, с.95-108.
15. Теодосиу Упругие модели дефектов в кристаллах. М.: Мир. 1985.-с.302.
16. Косевич А.М. Основы механики кристаллической решетки. М.: Наука. 1972.- с.203.

## Медицинские науки

### ХАРАКТЕРИСТИКА БРОНХО-ЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОЧИХ ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ С ОЦЕНКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ ИНДАКАТЕРОЛОМ

*Абраматец Елена Александровна*

*Кандидат мед.наук, ГБОУ ДПО «Иркутская государственная академия последипломного образования», г.Иркутск  
«Восточно-сибирский научный центр» СО РАМН, г.Ангарск*

#### *FEATURE BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY IN WORKING ELECTROLYSIS ALUMINIUM PRODUCTION AND EFFICIENCY OF TREATMENT INDACATEROL*

*Abramatec Elena, PhD, Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Institute of Occupation Health & Human Ecology ESSC HE SB RAMS, Angarsk*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Цель исследования: изучение клинико-функциональных особенностей у больных, с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита и оценка терапии индакатеролом на течение ХОБЛ на протяжении трех месяцев у работников алюминиевого производства. Условия труда на рабочих местах электролизника и анодчика соответствовали классу 3.2., литейщика - классу 3.1. У больных с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита наблюдалось среднетяжелое и тяжелое течение ХОБЛ и ХНБ. Полученные результаты показателей клинико-функционального статуса в процессе 3-месячного лечения индакатеролом показали существенную положительную клиническую динамику в виде уменьшения симптомов одышки и кашля; отсутствия необходимости использования короткодействующих  $\beta_2$ -агонистов; уменьшения частоты обострений; улучшению показателей ОФВ1 и ФЖЕЛ у обследованных с ХОБЛ разной степени выраженности.*

*Ключевые слова: производство алюминия; хроническая обструктивная болезнь легких; индакатерол*

#### **ABSTRACT**

*Objective: to study the clinical and functional characteristics of patients with an established diagnosis of toxic-dust bronchitis and evaluation of therapy for COPD, indacaterol on for three months in workers of aluminum production. Conditions in the workplace and elektroliznika anodchika matched class 3.2., Caster - Class 3.1. Patients with an established diagnosis of toxic-dust bronchitis established moderate to severe COPD and CNB. The results obtained are indicators of clinical and functional status during the 3 months of treatment with indacaterol showed significant positive clinical dynamics in the form of a reduction in symptoms of shortness of breath and cough; the absence of the need for short- $\beta_2$ -agonists; decrease in the frequency of exacerbations; performance improvement in FEV1 and FVC in individuals with COPD of varying severity.*

*Keywords: aluminum production; chronic obstructive pulmonary disease; indacaterol*

Болезни органов дыхания относятся к наиболее распространенным заболеваниям человека, они входят в число лидирующих по количеству дней нетрудоспособности, причинам инвалидности и смертности. Профессиональные заболевания органов дыхания занимают 3 место среди всех выявляемых нозологических форм [1, с.1-7].

Алюминиевая промышленность является одной из наиболее перспективных и быстроразвивающихся отраслей цветной металлургии. На алюминиевых заводах в воздухе рабочей зоны, особенно электролизных цехов, присутствует множество вредных производственных факторов (пыль глинозема, фтористые и другие токсические соединения, продукты перегонки каменноугольной смолы, ароматические и гетероциклические соединения и другие), превышающих предельно допустимые концентрации и оказывающих повреждающее действие на организм работающих с последующим развитием профессиональных заболеваний [3, с.7].

За период с 1978 по 2011гг. на Иркутском алюминиевом заводе зарегистрировано 137 пострадавших с

впервые выявленными профессиональными заболеваниями органов дыхания, из которых токсико-пылевой бронхит составил 87,1%, 6,8% - бронхиальная астма, 3,8% - рак легкого, 1,5% - пневмокониозы [2, с.18].

Бронхолитическая терапия является основой лечения хронической обструктивной болезни легких, в том числе и возникшая от воздействия производственных факторов. В 2012 году зарегистрирован новый длительно действующий  $\beta_2$ -агонист - индакатерол с 24-часовым бронхолитическим эффектом. Быстрое начало действия и продолжительность бронходилатационного эффекта препарата связывают со сродством молекулы к липидным структурам клетки, вблизи которых располагаются  $\beta_2$ -рецепторы. На сегодняшний день единичны работы по изучению эффективности применения индакатерола у работников алюминиевого производства, с установленным диагнозом ХОБЛ и продолжающих свою профессиональную деятельность [4, с.93;6, с.347].

**Цель исследования:** изучение клинично-функциональных особенностей у больных, с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита и оценка терапии индакатеролом на течение ХОБЛ на протяжении трех месяцев у работников алюминиевого производства.

**Методы.** Для изучения условий труда использовались данные санитарно-гигиенических характеристик больных и протоколов лабораторно-инструментальных замеров санитарно-промышленной лаборатории ОАО «СУАЛ» филиал «ИркАЗ-СУАЛ» за 2008-2011 года. Условия труда оценивались по показателям вредности и опасности в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса (Р 2.2.2006-05).

Проведен ретроспективный анализ 73 карт стационарного больного, с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита. Все пациенты с учетом клинично-функциональных исследований были разбиты на три группы: 1 группа – 19 пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) от воздействия химических веществ, обладающих токсическим действием; 2 группа – 12 пациентов с профессиональной неаллергической бронхиальной астмой (БА); 3 группа - 41 пациент с хроническим необструктивным бронхитом (ХНБ) от воздействия химических веществ, обладающих токсическим действием. Диагностика выше перечисленных нозологий, включая оценку степени тяжести, осуществлялась на основании критериев GOLD и GINA. Группы репрезентативны по возрасту (60,07±5,33 лет) и стажу (27,83±7,22 лет).

Для оценки эффективности индакатерола методом случайной выборки в исследование были включены 20 человек – мужчины, работники алюминиевого производства, с установленным диагнозом ХОБЛ в возрасте от 40 до 61 года (средний возраст 51,04±6,9 лет, М ±SD). Стаж работы на производстве составил 22,14±7,41 лет. Все пациенты имели индекс курения более 10 п/лет, в том числе и экскурильщики. Верификация диагноза ХОБЛ и оценка степени тяжести проводилась в соответствии с критериями GOLD.

Обследованные были распределены на 2 группы, с учетом степени тяжести ХОБЛ. В первую группу были отнесены 11 человек (легкая ХОБЛ). Вторая группа (среднетяжелая ХОБЛ) – 9 человек. В исследование не включались пациенты, имевшие острые заболевания и обострение/ декомпенсацию хронических заболеваний на момент анкетирования.

Всем обследованным была назначена бронхолитическая терапия индакатеролом (ONBREVZ BREEZHALER) в течение трех месяцев. Препарат представляет собой капсулы с порошком для ингаляций, которые применяли для ингаляций через рот с помощью специального устройства – Бризхалера. Ингаляцию препарата проводили ежедневно 1 раз в сутки, в одно и то же время, в суточной дозе 150 мкг.

Оценка показателей легочной функции проводилась до начала исследования, через 1, 2 и 3 месяца терапии индакатеролом. Анализировались следующие показатели: объем форсированного выдоха за первую секунду

(ОФВ1), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) и индекс ОФВ1/ФЖЕЛ.

Интенсивность респираторных симптомов оценивалась с использованием стандартизованных шкал: одышка по 4-бальной шкале MRS (Medical Research Council), до начала лечения и в конце терапии. Симптомы кашля и продукции мокроты (1 шкала) анализировались методом анкетирования с использованием вопросника COPD Assessment Test (CAT). С помощью данного вопросника рассчитывали и активность пациента (2 шкала), характеризующую степень ограниченности физической активности в результате наличия бронхо-легочной патологии; и воздействие (3 шкала), которое оценивает влияние психологических проблем в результате заболевания, а также суммарный балл, характеризующий общее воздействие болезни на статус здоровья пациента. Обследование пациентов соответствовало этическим стандартам в соответствии с Хельсинской декларацией всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ №266 от 19.06.2003 г. Все обследованные подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка результатов проведена при помощи ППП «Statistica 6.0» - Stat.Sof. - USA, создана в 1999г. При статистической обработке полученных результатов использовался непараметрический метод - сравнительный анализ выполнен с использованием критерия Вилкоксона для связанных выборок. Значимыми считались различия  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Согласно данным санитарно-гигиенических характеристик лиц, проходящим обследование на базе клиники ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН, средние среднесменные концентрации гидрофторида превышают ПДК (0,1 мг/м<sup>3</sup>): в 2,4 на рабочих местах анодчиков (0,24±0,05 мг/м<sup>3</sup>), в 1,8 раза на рабочих местах электролизников (0,18±0,01 мг/м<sup>3</sup>). Наибольшая средняя среднесменная концентрация фтористо-водородной кислоты в воздухе производственных помещений отмечается на рабочих местах электролизников, составляя 0,54±0,05 мг/м<sup>3</sup>, что больше ПДК (0,2 мг/м<sup>3</sup>) в 2,7 раза, литейщиков (0,43±0,05 мг/м<sup>3</sup>), превышая ПДК в 2,15 раза, анодчиков (0,39±0,04 мг/м<sup>3</sup>) – больше ПДК в 1,95 раза. Концентрации промышленной пыли составляет на рабочих местах анодчика и электролизника соответственно 4,34±0,3 мг/м<sup>3</sup> и 3,42±0,2 мг/м<sup>3</sup>, что не превышает ПДК; в литейно-прокатном отделении среднесменные концентрации пыли - 1,37±0,1 мг/м<sup>3</sup>. Концентрации в воздухе производственных помещений содержащих в своем составе ароматические углеводороды смолистых веществ составляют: на рабочих местах электролизников и анодчиков 0,23±0,03 мг/м<sup>3</sup>, превышая ПДК в 1,15 раза. Содержании окиси углерода в воздухе рабочей зоны на основных рабочих местах не превышает ПДК (20 мг/м<sup>3</sup>). При оценке условий труда рабочих основных и вспомогательных профессий на основе Р 2.2.2006-05 по показателю среднесменных концентраций

фтористых соединений, диоксида алюминия триоксида и смолистых веществ, с учётом эффекта суммации, установлено, что условия труда на рабочих местах электролизника и анодника соответствуют классу 3.2., литейщика - классу 3.1.

При изучении клинико-функциональных особенностей у больных с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита нами отмечено, что хронический необструктивный бронхит составил 56,1%; ХОБЛ – 26% и БА – 16,4% случаев. В группе с ХОБЛ среднетяжелое и тяжелое течение заболевания установлено в 73,6% случаев и достоверно чаще у лиц основной профессии 11 человек из 14, что составило 78,5%. Табакокурение является не менее важным фактором риска развития ХОБЛ. Факт курения выявлен у 9 человек, что составило 64,2%. Полученные результаты свидетельствуют о комбинированном воздействии табака и промышленных аэрозолей. В группе пациентов с неаллергической бронхиальной астмой среднетяжелое и тяжелое течение диагностировалось в 66,7% случаев. При оценке влияния табакокурения и принадлежности к группам основных и вспомогательных профессий достоверных различий не установлено. В группе пациентов с ХНБ у половины пациентов отмечено среднетяжелое и тяжелое течение заболевания и 16 человек из 20 (80%) были работниками основных профессий. Фактор табакокурения в данной группе также не имел достоверных различий от принадлежности к профессии.

Группа пациентов с ХОБЛ, набранная с целью оценки эффективности терапии индакатеролом, была разделена на 2 группы. Обе группы сопоставимы по возрасту, стажу работы в контакте с вредными производственными факторами и индексу курения. Перед началом исследования в группе обследованных жалобы на эпизоды кашля предъявляли 71,4%, жалобы на одышку разной степени выраженности предъявляли все работающие. 14 человек (66%) применяли короткодействующие  $\beta_2$ -агонистами и обострения заболевания более 2 раз в год отметили 19% обследованных. При сравнении лиц с легкой и средней степенью выраженности ХОБЛ установлено: одышка выражена одинаково и составила 2,4 балла. В то время как кашель более выражен в группе со средней степенью тяжести заболевания и составил 2,2 -2,8 баллов соответственно. Среднее значение ОФВ1 в группе с легкой степенью 80% и 63% от должных величин при средней степени выраженности заболевания. Анализируя данные анкетирования вопросника САТ выявлено, что пациенты разной степени тяжести ХОБЛ отметили ухудшение состояния здоровья, на исходном этапе исследования, прежде всего за счет клинических симптомов (одышки и кашля).

Оценка показателей клинико-функционального статуса в процессе 3-месячного лечения индакатеролом показала существенную положительную динамику. Через месяц от лечения все работающие отметили значительное уменьшение кашля с  $2,5 \pm 0,8$  до  $1,9 \pm 1,1$  баллов ( $p < 0,01$ ). Наибольший клинический эффект отмечен через 3 месяца терапии в виде уменьшения одышки с  $2,42 \pm 0,67$  до  $0,95 \pm 0,66$  баллов ( $p < 0,0001$ ) и отсутствия необходимости использования короткодействующих  $\beta_2$ -агонистов,

которыми продолжал пользоваться 1 человек (4,7%). Частота обострений за период наблюдения уменьшилась в 4 раза. Необходимо отметить, что при приеме индакатерола не было отмечено нежелательных явлений, связанных со стимуляцией  $\beta_2$ -рецепторов. По данным ЭКГ-мониторирования обследованных на всем протяжении терапии индакатеролом, удлинения интервала QT выявлено не было.

При исследовании функции внешнего дыхания выявлено статистически достоверный прирост ОФВ1 и ФЖЕЛ уже с первого месяца терапии и сохраняющийся на протяжении всего курса лечения. Так, в группе с легким течением ХОБЛ, прирост ОФВ1 составил через 1 месяц от начала терапии на 6%, через 2 месяца на 8% и через три месяца на 9%. Соответственно отмечен прирост ФЖЕЛ в этой же группе на 6-10 и 11% через 1,2 и 3 месяца терапии индакатеролом. Во второй группе (пациенты со среднетяжелой ХОБЛ) прирост ОФВ1 отмечен через 2 месяца терапии и составил 6,6% и 8% через 3 месяца лечения. Установлено статистически достоверное увеличение ФЖЕЛ во второй группе, начиная с первого месяца лечения, и прирост составил 8,8-10,6-5,4% соответственно.

При анализе данных анкетирования вопросника САТ статистически значимых изменений суммарного балла по группам получено не было. Однако, при разделении вопросов по шкалам, выявлено, что обследованные обеих групп отметили улучшение по шкале клинических симптомов (кашель и одышка). Так, среднее количество баллов в первой группе уменьшилось с 2 до 1,6 ( $p = 0,001$ ), а во второй группе с 2,5 до 2,1 ( $p < 0,001$ ). Тогда как, количество баллов по шкалам ограничения физической активности и воздействия психологических проблем на статус здоровья статистически достоверных различий не выявило в обеих группах.

**Выводы.** При оценке условий труда рабочих основных и вспомогательных профессий на основе Р 2.2.2006-05 по показателю среднесменных концентраций фтористых соединений, диоксида алюминия триоксида и смолистых веществ, с учётом эффекта суммации, установлено, что условия труда на рабочих местах электролизника и анодника соответствовали классу 3.2., литейщика - классу 3.1. При изучении клинико-функциональных особенностей у больных с установленным диагнозом токсико-пылевого бронхита установлено среднетяжелое и тяжелое течение ХОБЛ и ХНБ. Полученные данные клинико-функционального статуса в процессе 3-месячного лечения индакатеролом показала существенную положительную клиническую динамику в виде уменьшения симптомов одышки и кашля; отсутствия необходимости использования короткодействующих  $\beta_2$ -агонистов; уменьшение частоты обострений. Кроме того, терапия индакатеролом в суточной дозе 150 мкг привела к статистически значимому улучшению показателей ОФВ1 и ФЖЕЛ у обследованных с ХОБЛ разной степени выраженности.

#### Литература

1. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В. и др. Современные аспекты сохранения и укрепления здо-

- ровья работников, занятых на предприятиях по производству алюминия // Мед.труда и пром.экология. – 2012. - № 11. - С.1-7.
2. Калинина О.Л., Абраматец Е.А. Особенности течения бронхо-легочной патологии у рабочих электролизного производства алюминия // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. - №5 (87), часть 2. - С.18-22.
  3. Медицина труда при электролитическом получении алюминия / под ред. Рослого О.Ф. – Екатеринбург. - 2011. – 160 с.
  4. Чучалин А.Г, Беневленский А.С., Черняк Б.А. и др. Качество жизни больных обструктивной болезнью легких в России: результаты многоцентрового исследования «ИКАР-ХОБЛ» // Пульмонология. – 2005. - № 5 . С.93-102.
  5. Шляпников Д.М., Власова Е.М., Понамарева Т.А. Заболевания органов дыхания у работников металлургического производства // Мед.труда и пром.экология. - - 2012. - №12. - С.16-19.
  6. Agusti A.G.N., Noguera A., Sauleda J. et al. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease // Eur.Respir.J. – 2003. V. 21. – P. 347-360.

## ПРОФИЛАКТИКА СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРАКТИКЕ УЧАСТКОВОГО ТЕРАПЕВТА

*Агаларова Луиза Саидахмедовна*

*доктор мед. наук, доцент, Дагестанской государственной медицинской академии, г. Махачкала*

*Кареева Айназ Фаруховна*

*кандидат мед. наук, доцент, Дагестанской государственной медицинской академии, г. Махачкала*

*Адигозалов Фарид Байрамович*

*интерн кафедры терапии №1 Первого Московского медицинского университета им. И.М. Сеченова*

### *PREVENTION OF SOCIALLY SIGNIFICANT DISEASES IN THE PRACTICE OF PRIMARY CARE PHYSICIAN*

*Agalarova Louise Saidahmedova, Dr. med. Sciences, associate Professor, Dagestan state medical Academy, Makhachkala*  
*Garayeva Ainaz Furuhovde, the candidate honey. Sciences, associate Professor, Dagestan state medical Academy, Makhachkala*

*Adigozalov Farid Bajramovic, Intern at the Department of therapy No. 1 The first Moscow medical University. I.M. Sechenov*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Основным направлением стратегии профилактических программ является проведение профилактических мероприятий путем межсекторального сотрудничества, рациональная организация труда, соответствующее питание, предупреждение и коррекция психологического стресса, повышение физической активности, борьба с алкоголизмом, курением и наркоманией, раннее выявление хронических заболеваний и их своевременное и адекватное лечение. При этом подчеркивается, что усилий одного здравоохранения явно недостаточно, чтобы решить эти проблемы; необходимо привлечение различных государственных и общественных организаций, СМИ и широких слоев населения к осуществлению этих программ.*

*Ключевые слова: профилактика, участковые терапевты, здоровый образ жизни, население.*

#### **ABSTRACT**

*The main strategy of prevention programs is by carrying out preventive measures through intersectoral cooperation, rational organization of work, adequate nutrition, prevention and correction of psychological stress, increased physical activity, alcohol, Smoking and drug abuse, early detection of chronic diseases and their timely and adequate treatment. It is stressed that the efforts of one health is clearly not enough to solve these problems; you need the assistance of various state and public organizations, media and the General population to the implementation of these programs.*

*Key words: prevention, community therapists, healthy lifestyle, population.*

Социально-значимые заболевания, зачастую вызванные нездоровым образом жизни или неблагоприятными условиями труда и быта, являются основной проблемой современного здравоохранения. Промышленная деятельность человека привела к глобальному загрязнению окружающей природной среды, что обуславливает высокий уровень заболеваемости, снижение средней продолжительности жизни, повышение смертности населения. Напряженность социально-экономических условий жизни со своей стороны влечет за собой значительное ухудшение показателей здоровья.

Традиционная «лечебная» медицина ориентирована на диагностику и медикаментозное лечение, превентивные мероприятия ограничиваются профилактическими осмотрами и носят эпизодический характер.

Проблема профилактики заболеваний имеет общегосударственную значимость в связи с высоким ростом заболеваемости, инвалидности и смертности, а также отходом от профилактической работы по их снижению.

Рост первичной инвалидности и смертности в трудоспособном возрасте от социально-значимых болезней,

а также отсутствие тенденций снижения социально-обусловленных заболеваний говорят о социальной значимости проблемы. Актуальность разработки комплекса конкретных мероприятий по предупреждению болезней определяется практически отсутствием в течение последнего десятилетия отечественных разработок в области первичной и вторичной профилактики.

**Целью** настоящего исследования является научное обоснование организационно-методического обеспечения первичной профилактики заболеваний на территориальном уровне.

#### **Материал и методы исследования**

Были выбраны единицы наблюдения, рассчитан необходимый объем наблюдений, разработан и размножен необходимый инструментарий в достаточном количестве, отобраны необходимые источники информации. За единицу наблюдения были выбраны: врач поликлиники; Центр медицинской профилактики.

Методом выборочного статистического исследования была произведена выкопировка из статистических отчетных и учетных форм, используемых для внутреннего пользования.

Был проведен анализ информации путем оценки, сравнения, сопоставления полученных величин, характеризующих объекты исследования. Сбор и оценка полученной информации осуществлялись с помощью следующих методических приемов: анкетирования, выкопировки данных из медицинской документации.

Важнейшим элементом профилактического направления является стратегическое планирование на основе оценки состояния здоровья населения, потребности в профилактических мероприятиях и особенностей здравоохранения территории, которая их осуществляет.

Наиболее важными элементами при оценке потребности являются: информационные сведения о состоянии здоровья населения; потребность различных контингентов и определенных слоев общества в профилактической помощи; учет экологических факторов и других элементов, оказывающих влияние на здоровье; характеристика территориальной системы здравоохранения; индивидуальные характеристики, такие как образ жизни, включающий большой набор элементов (условия труда, отдыха и быта, материальное состояние, вредные привычки и др.); уровень оказания медицинской помощи населению; обеспечение действенности государственной политики в области здравоохранения.

Результаты исследования. Анализ структуры санитарно-просветительной деятельности профилактических отделений (кабинетов) ЛПУ выявил закономерности, характерные для региона в целом. Так, беседы занимают – 75,3%, лекции - 2,3%, выпуск санбюллетеней - 1,2%, публикации в прессе - 0,9%, передачи по радио и телевидению - 0,5%.

Большое место в работе центра медицинской помощи занимают оказание организационно-методической и консультативной помощи по вопросам гигиенического обучения и воспитания, профилактике заболеваний отделением и кабинетам медицинской профилак-

тике, кабинетам здорового ребенка, профильным учреждениям и медицинскому персоналу ЛПУ по курируемым проблемам.

Анализ и оценка содержания, объема и структуры организационно-методической работы показывает, что она состоит из разделов: обучение кадров (врачей и средних медицинских работников) службы медицинской профилактики, лечебных и санитарно-профилактических учреждений, а также работников других ведомств по вопросам сохранения и укрепления здоровья, профилактики заболеваний, формирования здорового образа жизни; гигиеническое воспитание и образование.

Анализ сравнительной деятельности учреждений и отделений (кабинетов) медицинской профилактики показывает, что основным направлением в структуре их работы является реализация программ по гигиеническому обучению и воспитанию различных групп населения. Объем этой работы занимает большой удельный вес как в деятельности ЛПУ (78,2%), так и в ЦМП (65,4%).

В целях совершенствования работы по профилактике заболеваний, гигиеническому обучению и воспитанию населения и пропаганде ЗОЖ планируется на базе ЦМП: организация и проведение постоянно действующих курсов для преподавателей; проведение занятий с врачами-организаторами здравоохранения, терапевтами, педиатрами.

Необходимо отметить также, что знания и опыт, накопленные организаторами здравоохранения, врачами, средними медицинскими работниками в сфере коммуникаций не используются при разработке информационной стратегии различных мотивационных факторов, формирующих поведение различных социальных групп населения.

Таким образом, сформированная организационно-функциональная модель первичной профилактики по совершенствованию деятельности органов и учреждений здравоохранения в области гигиенического обучения и воспитания населения позволяет:

- программы укрепления здоровья, предусматривающие развитие и индивидуальных умений и навыков здорового образа жизни и профилактике заболеваний;
- усилить профилактическую деятельность служб здравоохранения, обеспечить подготовку медицинских работников по вопросам укрепления здоровья и формирования здорового образа жизни;
- разработать и внедрить образовательные программы для различных групп населения;
- расширить координационную деятельность различных государственных органов и учреждений, общественных организаций, направленных на формирование здорового образа жизни;
- сформировать информационный банк методов и форм по пропаганде ЗОЖ и тематические блоки по пропаганде профилактики заболеваний с учетом контингентов и профиля специалиста;
- выделить приоритетные программы в каждой санитарно-гигиенической зоне;

- разработать оптимальную модель организации первичной профилактики, принципы этапности с определением объемов профилактических мероприятий на каждом этапе.

Практическое внедрение организационно-функциональной модели первичной профилактики выявили ряд трудностей, связанных с новизной и определенной не проработанностью законодательной базы и вопросов плано-нормативного характера, необходимостью научного обоснования, планирования и рационального использования финансовых средств.

Основным направлением стратегии профилактических программ является проведение профилактических мероприятий путем межсекторального сотрудничества, рациональная организация труда, соответствующее питание, предупреждение и коррекция психологического стресса, повышение физической активности, борьба с алкоголизмом, курением и наркоманией, ранее выявление хронических заболеваний и их своевременное и адекватное лечение. При этом подчеркивается, что усилий одного здравоохранения явно недостаточно, чтобы решить эти проблемы; необходимо привлечение различных государственных и общественных организаций, СМИ и широких слоев населения к осуществлению этих программ.

УДК 614:616-056.8

## ОБРАЗ ЖИЗНИ И СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННОМ ПЕРИОДЕ

**Боева Алла Васильевна**

кандидат мед. наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» Сибирского отделения Российской академии медицинских наук, г. Ангарск

**Зимица Лилия Александровна**

врач судебно-медицинский эксперт, аспирант, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Иркутское областное бюро судебно-медицинской экспертизы, Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный медицинский университет», Иркутск

### LIFESTYLE AND SOCIAL DISEASES POPULATION IRKUTSK REGION IN THE MODERN PERIOD

Boyeva Alla, Candidate of science, senior researcher of FSBI «ESSC HE» SB RAMS, Angarsk, Russian Federation  
Zimina Liliya, forensic medical expert, graduate student of Irkutsk Regional Bureau of Forensic Medical Expertise, Irkutsk State Medical University

#### АННОТАЦИЯ

Изучены динамические особенности заболеваемости за период 2000-2012 гг. (по показателям распространенности социально значимой патологии), отражающей образ жизни населения Иркутской области. По данным анкетирования выявлена высокая распространенность факторов, характеризующих здоровьеразрушительный образ жизни населения (среди мужчин курят почти 70%, регулярно употребляют алкоголь 94,2%). Дебют употребления алкогольных напитков составляет в среднем 13,4 лет. При достижении возраста 19 лет число лиц, употребляющих алкогольные напитки, достигает 70%, число курящих юношей – почти 50%.

#### ABSTRACT

The dynamic features of incidence for the period 2000-2012 years (in terms of the prevalence of socially significant disease), reflecting the lifestyle of the population of Irkutsk region. According to the survey revealed a high prevalence of factors that characterize healthdestructive lifestyle of the population (of men smoke nearly 70% regularly consume alcohol 94.2%). Debut consumption of alcoholic beverages is an average of 13.4 years. Upon reaching the age of 19 years, the number of people who use alcohol, up to 70%, the number of smoking youths - almost 50%.

**Ключевые слова:** курение; употребление алкоголя; социально значимые заболевания.

**Key words:** smoking; alcohol consumption; socially significant diseases.

В Концепции демографической политики на период до 2025 г. констатируется, что одной из основных причин низкой продолжительности жизни населения и стабильно высокого уровня смертности граждан трудоспособного возраста в Российской Федерации является здоровьеразрушительное (саморазрушительное) поведение (курение, употребление алкоголя, других психоактивных веществ, рискованное половое поведение). Все это оказывает непосредственное влияние на формирование

отклонений в состоянии здоровья и приводит к потере человеческих и трудовых ресурсов.

О существующей проблеме высокого уровня распространенности факторов, характеризующих здоровьеразрушительное поведение мужчин и женщин трудоспособного возраста и сопряженных с ним заболеваний (алкоголизм, наркомания, болезни передаваемые половым путем) среди населения Иркутской области свидетельствуют данные проведенных нами исследований. Результаты анкетирования показали, что регулярно употребляют

алкоголь 94,2% мужчин (средний возраст  $28,8 \pm 3,6$  лет) и 88,4% женщин (средний возраст  $28,7 \pm 2,7$  лет), при этом кратность употребления алкогольных напитков в течение недели, за счет употребления пива и крепких спиртных напитков у мужчин выше, чем у женщин почти в 3 раза. Приобщение к употреблению алкогольных напитков происходит в подростковом возрасте, средний возраст дебюта –  $13,4 \pm 0,8$  лет, к 19 годам регулярно употребляют алкоголь 68,8% юношей и 78,3% девушек. Формирование табакокурения также происходит в молодом возрасте, число курильщиков в студенческом контингенте (средний возраст  $19,4 \pm 1,8$ ) составляет 48% среди юношей и 27,6% среди девушек, среди опрошенных мужчин курят почти 70%, женщин – 35%. Эти показатели сопоставимы с уровнем табакокурения среди населения в западных странах, который характеризуется специалистами как высокий [3]. По мнению ученых к увеличению табакокурения среди населения России, особенно среди женщин, привели социально-экономические преобразования конца 20-го века, до середины 1990-х гг. доля курящих женщин в стране была не более 5-15% [6].

Анализ данных официальной статистики показал, что динамика заболеваемости алкоголизмом и алкогольными психозами населения Иркутской области (по показателю численности лиц, стоящих на учете в лечебно-профилактических организациях на 100000 населения) в период 2000-2006 гг. характеризовалась стойкой тенденцией к росту, показатель увеличился с 1373,4 до 1512,9 случаев на 100000 населения. В последующие годы (2007-2012 гг.) отмечалось незначительное снижение показателей, однако число лиц, больных алкоголизмом, оставалось внушительным (1395,4 случаев на 100000 тысяч населения). В 2000-2012 гг. осредненные значения показателей заболеваемости алкоголизмом и алкогольными психозами в Иркутской области находились практически на одном уровне с показателями по РФ и СФО, но средне-многолетние годовые темпы изменения показателей в РФ и СФО были отрицательными и составляли -1,5 и -1,8% соответственно, а в Иркутской области наблюдалось ухудшение ситуации, о чем свидетельствует положительный средне-многолетний темп изменения показателей (0,23%).

В начале 2000-х гг. в Иркутской области произошел существенный рост (в 1,3 раза) уровня заболеваемости наркоманией (по показателю численности лиц, стоящих на учете в лечебно-профилактических организациях на 100000 населения) с  $403,3^{\circ}/_{0000}$  до  $539,0^{\circ}/_{0000}$ , в 2003-2009 гг. наблюдалась стабилизация показателей на высоком уровне ( $501,8-539,2$  случаев на 100000 тысяч населения), а в 2009-2012 гг. уровень заболеваемости плавно снизился до величины 417,7 случаев на 100000 населения. Несмотря на наметившуюся благоприятную динамику, говорить о стойком снижении уровня заболеваемости наркоманией пока преждевременно, особенно, если учесть, что число лиц, стоящих на диспансерном учете с диагнозом наркомания в Иркутской области, превышало в течение всего периода наблюдения (2000-2012 гг.) аналогичные показатели по РФ в среднем в 2,2 раза, по СФО в 1,3 раза,

хотя средне-многолетний темп изменения показателей отражал тенденцию снижения заболеваемости (-0,56%).

Настоящим бедствием с начала 1990-х гг. для Иркутской области стали алкоголизация и наркотизация подростков. В 2011 г. число подростков (15-17 лет), больных наркоманией и стоящих на диспансерном учете, составляло  $75,7^{\circ}/_{0000}$ , тогда как в 1990 г. даже общий показатель распространенности наркозависимых лиц был в 7,6 раза ниже ( $9,9^{\circ}/_{0000}$ ) [2]. Неуклонное «омоложение» контингента лиц, страдающих наркоманией, и снижение среднего возраста начала приобщения к токсическим и наркотическим веществам происходит повсеместно, а реальная численность наркозависимых лиц, по мнению экспертов, превышает официальные данные в 7-10 раз [4].

С приемом алкоголя сопряжено рискованное поведение населения и потеря человеческих ресурсов, обусловленная высоким уровнем суицидальной активности населения, смертельных механических травм, полученных в состоянии алкогольного опьянения. Специальные, углубленные исследования, проведенные нами показали, что в Иркутской области доля лиц молодого возраста умерших в результате острого отравления алкоголем в последние годы составляет почти 20%, при этом реальные «скрытые» потери населения, сопряженные с приемом алкоголя, намного выше. Так как алкоголизация населения влияет не только на формирование потерь от острых отравлений алкоголем и внешних причин, но и от соматической патологии, на фоне употребления алкоголя. Например, среди лиц трудоспособного возраста, имеющих заболевания сердечно-сосудистой системы, более 50% на момент наступления смерти находились в состоянии алкогольного опьянения [1].

Употребление алкоголя и другие зависимости (табакокурение, наркомания) сочетаются с другими формами рискованного поведения, например, незащищенная сексуальная активность, приводящая к заражению болезнями, передаваемыми половым путем. Чрезвычайно высокий уровень заболеваемости болезнями, передаваемыми половым путем, особенно в молодежной среде, был в Иркутской области во второй половине 90-х гг. [5]. В настоящее время даже на фоне стойкой положительной тенденции к снижению уровня заболеваемости сифилисом (в 2,7 раза) и гонореей (в 1,8 раза) среди населения в целом, ситуацию нельзя считать благополучной, так как средне-многолетний уровень заболеваемости сифилисом в Иркутской области выше в 1,7 раза чем в РФ и в 1,2 раза чем в СФО, гонореей в 2,2 и 1,5 раза соответственно.

Таким образом, проблема роста социально обусловленной патологии, которая приобрела особую остроту в начале 90-х гг. прошлого века, и в настоящее время имеет не только медицинское, но и большое социальное значение. Стабильно высокие уровни заболеваемости алкоголизмом и наркоманией, некоторыми болезнями, передаваемыми половым путем в огромной степени обусловлены здоровьеразрушительным поведением лиц трудоспособного возраста, проявляющимся в массовом характере табакокурения и употребления алкоголя, сформировавшимся в период радикальных социально-экономических преобразований (1990-е гг.).

Статья подготовлена в рамках проекта № 14-46-04056 p\_сибирь\_a, выполняемого при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

#### Литература:

1. Боева А.В., Зими́на Л.А., Семёнов А.В. Характеристика смертности населения г. Иркутска от внешних причин и некоторых заболеваний на фоне приема этилового алкоголя // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – №3(91). ч.1. – С. 140-143.
2. Лещенко Я.А. Кризис в общественном здоровье и социально-демографическом развитии: главные проявления, причины, условия преодоления – 2-е изд., перераб. и доп. – Иркутск: РИО ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 263 с.
3. Максимова, Т.М. Социальный градиент в формировании здоровья населения / Т.М. Максимова. – М.: Пер Сэ, 2005. – 239 с.
4. Мониторинг подрастающего поколения: тенденции и особенности развития / Н.М. Римашевская, Е.В. Бреева, А.А. Шабунова [и др.] // Народонаселение. – 2007. – № 1(35). – С. 4-12.
5. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества: монография / Я.А. Лещенко, А.В. Боева, Е.В. Гольцова [и др.] / отв. ред. Я.А. Лещенко, науч. ред. О.А. Кардамонов. – Иркутск: Изд-во Оттиск, 2013. – 514с.
6. Сбережение народа / под ред. Н.М. Римашевской. – М.: Наука, 2007. – 326 с.

## ТЕРМОМЕТР НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: МНОГОГРАННОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

**Богданова Татьяна Михайловна**

Кандидат медицинских наук, доцент, Саратовский государственный медицинский университет им.В.И.Разумовского Минздрава РФ

**Паршина Екатерина Анатольевна**

Заведующая кардиологическим отделением МУЗ «Городская клиническая больница №2 им. В.И.Разумовского» г.Саратов

**Демин Александр Сергеевич**

Студент, Саратовский государственный медицинский университет им.В.И.Разумовского Минздрава РФ

#### A NEW THERMOMETER: MANY USE IN PROPHYLACTIC MEDICINE

Bogdanova Tatyana, Candidate of Science, assistant professor of Saratov Medicine State University

Parshina Ekaterina, Hospital №2 of Saratov

Demin Alexander, Student of Saratov Medicine State University

#### АННОТАЦИЯ

В современной медицине большое место занимают высокотехнологичные методы исследования показателей функционального состояния организма человека. Одним из методов является мониторинг кожной температуры тела. Мониторинг температуры рекомендован при многих заболеваниях внутренних органов и систем, педиатрии, анестезиологии, хирургии, инфекционных болезнях, онкологии, ожогах и отморожениях. В настоящее время разработан быстродействующий термометр с беспроводным каналом передачи данных, который может использоваться для мониторинга кожной температуры тела человека.

#### ABSTRACT

In modern medicine, an increasingly prominent place occupied by high-tech methods of research of the functional condition of the human body. One such method is the monitoring of skin temperature. Temperature monitoring is recommended in many diseases of the internal organs and systems, pediatrics, anesthesiology, surgery, infectious diseases, oncology, burns and frostbite. Currently, a fast thermometer wireless data transmission channel which can be used to monitor the skin temperature of the human body.

Ключевые слова: термометрия; диагностика; температурные кривые; мониторинг термометрии

Key words: thermometry, diagnostics, temperature curves, monitoring thermometry

Термометрия (от греч. thermē теплота, metreō мерить, измерять) – совокупность методов и способов измерения температуры. Использовать термометры начали еще в глубокой древности. В 1800 г. в медицинских журналах появились объявления о продаже клинических термометров. Не утрачена актуальность термометрии и в настоящее время: она является важнейшим методом в

диагностике заболеваний и состояния пациента, тактике ведения больного.

Температура тела представляет собой баланс между теплопродукцией и теплопотерей. Человеческий организм сам регулирует свою центральную температуру, то есть температуру центральной нервной системы, внутренних органов и крупных сосудов (с отклонением 0,1°C). [1, 14]

В гипоталамусе находится центр терморегуляции организма, который функционирует как биологический термостат. Он настроен на поддержание температуры тела между 36,8 °С и 37,2 °С. Этот температурный промежуток называется пороговым, отклонения от которого ведут к различным физиологическим изменениям, направленным на восстановление нормальной температуры тела человека.

Таким образом, центральная температура в человеческом организме четко регулируется гипоталамусом, однако вклад его составляет лишь примерно 50%, а второй половиной являются периферические ткани [12]. В норме температура поверхности человеческого тела распределяется симметрично (в пределах 0,24 °С)[3]. Наличие значительной разницы в температуре на симметричных областях тела указывает на патологические изменения. Правильность постановки диагноза напрямую зависит от точности и области измерения, условий проведения термометрии, надежности прибора.

В настоящее время не установлено, какая степень точности измерения температуры необходима в клинической деятельности. Допустимой считают суммарную погрешность измерения не более 0,5 °С (это минимально значимое изменение температуры, которое может приводить к осложнениям).

В современной термометрии существуют доступные и обеспечивающие более точную оценку «центральной» температуры места ее измерения, наиболее часто используемые в клинической практике: в прямой кишке (ректальная), в полости рта, в подмышечных впадинах (аксиллярная), в области височной артерии и наружном слуховом проходе (тимпаническая) и др. [2,10].

При лихорадочном состоянии необходимо контролировать степень и скорость повышения температуры тела, скорость ее снижения для оказания своевременной помощи пациенту. Это доказывает необходимость быстрого, точного, безопасного и надежного метода измерения температуры тела [7].

На настоящий момент существует множество приборов для измерения температуры тела, имеющих как положительные и отрицательные стороны. Однако, ни один из методов термометрии «не признан идеальным». Термометрия требует индивидуального подхода, учитывая особенности пациента.

Ранняя диагностика заболеваний инфекционной и неинфекционной природы имеет большое значение для своевременной и адекватной терапии пациентов, а также для эффективности профилактических мероприятий. Трудности ранней диагностики при любой нозологии на начальном этапе заболевания обусловлены ограниченным и недостаточным объемом данных, как клинических проявлений заболевания, так и результатов лабораторно-инструментальных методов обследования. В связи с этим большую роль в распознавании болезни имеет клиническое мышление врача, а именно умение точно и в полном объеме собрать анамнез, оценить имеющиеся результаты клинических проявлений и первичных данных лабораторных и инструментальных исследований. В итоге это позволит сформулировать предварительный диагноз, назначить необходимое обследование, в ранние сроки начать лечение больного, предвидеть возможный исход заболевания.

Предвидение вероятного исхода заболевания, на основании данных анамнеза, жалоб, инструментальных и биохимических обследований называется прогнозом. Различают прогноз благоприятный, сомнительный, неблагоприятный. Прогноз зависит от возраста пациента, его социального положения, сопутствующей патологии, уровня оказания помощи в целом и др.

Кроме того, для прогноза имеет значение: продолжительность заболевания (чем продолжительнее заболевание, тем более неблагоприятный прогноз), профессиональная деятельность, наличие или отсутствие привычных интоксикаций, от сроков и правильности постановки диагноза, лечения и другие факторы риска.

Значение прогноза в клинике внутренних болезней – это профилактика заболеваний и своевременное лечение. Знание этиологии заболевания, факторов риска играют огромную роль в построении профилактических мероприятий.

Таким образом ведутся профилактические мероприятия в момент эпидемий инфекционных заболеваний. Основой профилактики являются своевременная диагностика, выявление путей распространения и предотвращения эпидемий [6,13].

Так проводятся санитарно-профилактические меры в виде мониторинга термометрии в период сезонной вспышки ОРВИ, гриппа и др. заболеваний, для определения сроков вакцинации и введения карантинных мероприятий.

В профилактической медицине особенно важен прогноз состояния здоровья пациента при воздействии на него сверхсильных нагрузок и прогноз вероятности возникновения заболевания, а в повседневной лечебной практике важное место занимает прогноз течения и исхода болезни.

Прогноз состояния здоровья людей особенно необходим в тех случаях, когда организм пациента подвергается необычной нагрузке. Т.е. предполагается пребывание человека в экологически неблагоприятной среде или воздействие на него экстремальных нагрузок, вызывающих напряжение процессов адаптации и нарушение процессов жизнедеятельности организма (например, воздействие высокой или низкой температуры окружающей среды, ионизирующего излучения, и т.д.) [8,9]. Такой прогноз необходим для регионов, в которых население подвергается экологическим катастрофам; актуален для спортивной, авиационной, космической, военной медицины. Этот вид прогноза основан на сопоставлении параметров патогенного фактора и допустимым уровнем его воздействия. Если же этот уровень воздействия высок, то сохранение здоровья человека обеспечивается алгоритмом специальных мер профилактики. Прогнозируются предполагаемые отклонения функций органов и систем, способность выполнения профессиональной деятельности в возникших патогенных условиях, эффективность превентивных мероприятий. Как правило, этот прогноз выстраивается на основе обследования, включающего функционально-диагностические тесты с оценкой физиологических реакций и функций систем организма, психической деятельности и физической работоспособности во внезапно изменившихся условиях. Одним из параметров человеческого организма, который необходимо мониторить при неблагоприятных условиях является температура [4,11].

В настоящее время разработан быстродействующий термометр с беспроводным каналом передачи данных, который может использоваться в медицинских системах мониторинга параметров человеческого организма. Отличительной особенностью этой системы является обеспечение длительного непрерывного автоматизированного контроля температурных параметров, а также использование единого централизованного сервера консолидации данных по множеству обследованных индивидуумов. Кроме того, термометр в автоматическом режиме контролирует и сигнализирует о превышении допустимых пороговых уровней температуры тела [5].

Таким образом, в современных условиях использование быстродействующего термометра позволяет применять его не только в клинической медицине, но и с целью превентивных мер в период эпидемий инфекционных заболеваний для своевременной вакцинации и проведения карантинных мероприятий, а также в сложных климатических условиях, на предприятиях с вредными воздействиями на организм (высокие и низкие температуры и др.) для прогнозирования состояния здоровья обследуемого и возможного исхода возникших патологических состояний и заболеваний.

#### Литература:

1. Адо А.Д., Свердлов Ю.С. // Патологическая физиология. – М.: Триада-Х. – 2000.
2. Анисимова Н.В. Термометрия как метод функциональной диагностики // Известия ПГПУ. Естественные науки. №5(9) 2007г.
3. Бачериков А.Н., Кузьминов В.Н., Ткаченко Т.В. Современные представления о системе терморегуляции // Вестник психиатрии и психофармакотерапии. – 2006. – №1. – С.178-182.
4. Богданова Т.М., Бакуткин В.В., Спиринов В.Ф. и др. Возможности дистанционного мониторинга температуры тела в клинической практике / Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Новости передовой науки – 2013». Болгария. – 2013. – с.88-91
5. Богданова Т. М., Бакуткин В.В., Большаков А.А. и др. Мониторинг кожной температуры тела человека и его применение в клинической практике // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10 – с. 242-246.
6. Верткин А.Л., Таточенко В.К. Лихорадочный синдром у детей и взрослых: алгоритм диагностики и тактика ведения на догоспитальном этапе // Неотложная терапия. – 2002. – №1. – С.32-36.
7. Долгова, И.А. Особенности измерения температуры тела человека / И.А. Долгова // Вычислительные системы и технологии обработки информации : межвуз. сб. науч. тр. Вып. 6(30). - Информационно-издательский центр ПТУ, 2006. - С. 86-96.
8. Кощеев, В.С., Кузнец Е.И. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур // М.: Медицина, 1986. 256 с.
9. Пастухов, Ю.Ф. Адаптация к холоду и условиям Субарктики: проблемы термофизиологии Текст. / Ю.Ф. Пастухов, А.Л. Максимов, В.В. Хаскин // Бюл. СВНЦ ДВО РАН, 2003. Т. 1. - 373 с.
10. Рык П.В., Царькова С.А., Ваисов Ф.Д. Медицинская термометрия: методы и способы регистрации температуры тела. Учебное пособие. // Екатеринбург 2010 г. с. 12-15
11. Daniel I., Sessler M.D. Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation // Anesthesiology. – 2008. – №109. – P.318–338.
12. Hensel H. Thermoreception and Temperature Regulation. London, Academic Press, 1981
13. Nakamura K, Morrison SF. A thermosensory pathway that controls body temperature // Nat Neurosci. – 2008. – №11. – P.62–71.
14. Poulos D.A. Central processing of cutaneous temperature information // Fed Proc. – 1981. – № 40. – P.2825–2829.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ИСХОДОВ БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИИ У ДЕТЕЙ С МИКРОАСПИРАЦИЕЙ ЖЕЛУДОЧНОГО СОДЕРЖИМОГО

**Брыксина Евгения Юрьевна**

Кандидат медицинских наук, врач-неонатолог, Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н.Бурденко, Воронеж

### FEATURES OF THE CURRENT AND OUTCOMES OF BRONCHOPULMONARY DYSPLASIA AT CHILDREN WITH MICROASPIRATION OF GASTRIC CONTENTS

*Bryksina Evgenia Yurevna, Candidate of medical sciences, neonatologist, The Voronezh state medical academy of N.N.Burdenko, Voronezh*

#### АННОТАЦИЯ

С целью оценки возрастной динамики течения и характера исходов бронхолегочной дисплазии (БЛД) на фоне микроаспирации желудочного содержимого проведено обследование 373 детей, находящихся на искусственной вентиляции легких в неонатальном периоде с определением частоты развития БЛД. Установлено, что у детей с микроаспирацией отмечено более тяжелое течение БЛД с менее благоприятными исходами, частота развития которых статистически значимо превышала соответствующие показатели в группе сравнения.

## SUMMARY

For the purpose of an assessment of age dynamics of a current and character of outcomes of a bronchopulmonary displazia (BLD) against microaspiration of gastric contents examination of 373 children who were exposed to artificial pulmonary ventilation in the neonatal period with determination of frequency of development of BLD is conducted. It is established that at children with microaspiration heavier current of BLD with less favorable outcomes is noted, development which frequency statistically significantly exceeded the corresponding indicators in group of comparison.

Ключевые слова: микроаспирация, пепсин, бронхолегочная дисплазия.

Keywords: microaspiration, pepsin, bronchopulmonary displazia.

Полиэтиологичность БЛД, хроническое течение с высокой частотой формирования в исходе такой бронхолегочной патологии как бронхиальная астма, хронический бронхит с соединительнотканым ремоделированием ткани легких, делают актуальным детальное изучение этиопатогенетической структуры БЛД с оценкой степени влияния коморбидных состояний на этиопатогенез и патоморфоз данного заболевания [1, 2]. Микроаспирация желудочного содержимого на фоне патологической гастроэзофагеальной регургитации и несостоятельности антиаспирационных механизмов приводит к кислотно-пептическому и детергентному повреждению паренхимы легких с инициацией и пролонгацией процессов воспаления, что увеличивает продолжительность респираторной терапии и ухудшает прогноз [3].

Цель исследования – оценить возрастную динамику течения и характер исходов БЛД у детей с микроаспирацией желудочного содержимого.

Материалы и методы. В исследование включено 373 ребенка, находящегося на искусственной вентиляции легких в неонатальном периоде. Все дети в зависимости

от наличия или отсутствия микроаспирации желудочного содержимого были подразделены на 2 группы, сопоставимые по сроку гестации и массе тела на момент рождения. Основную группу исследования составили пациенты с положительной реакцией на пепсин в трахеобронхиальном аспирате (ТБА), в группу сравнения вошли дети, у которых пепсин в ТБА обнаружен не был. Выделение пепсина осуществлялось методом гель-фильтрации на сефадексах, а активность пепсина определяли по Ансону и Мирскому в модификации М.П. Черникова по величине экстинкции [4]. Диагноз БЛД устанавливался на основании стандартных клинических и рентгенологических критериев. Тяжесть течения БЛД определялась на основании анамнестических, клинических и рентгенологических критериев [5]. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы «Statistica 6» (USA, 2001).

Течение БЛД имело регрессирующий характер во всех группах с более выраженным угасанием патологического процесса и статистически значимым преобладанием количества случаев клинического выздоровления в группе сравнения (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные особенности характера течения БЛД

	БЛД на фоне микроаспирации (n=115)			БЛД без микроаспирации (n=29)		
	0-1 год	1-2 года	2-3 года	0-1 год	1-2 года	2-3 года
Количество обострений, (M+n)	5,1±1,9	4,0±2,1	2,9±1,3	3,9±1,1	2,7±1,3	1,2±0,4
Количество госпитализаций, (M+n)	4,8±1,1	3,1±1,4	2,9±1,3	2,9±1,3	1,8±0,7	1,2±0,4
Легкое течение БЛД, %	11,6	25,0	35,9	21,7	27,8	29,9
Среднетяжелое течение БЛД, %	25,0	13,4	5,4	8,3	2,1	-
Тяжелое течение БЛД, %	5,1	3,3	0,4	-	-	-

Изучение характера тяжести течения БЛД в аспекте взаимосвязи с наличием или отсутствием ЦМВ и ВПГ, а

также их сочетанием, выявило достоверно ( $p < 0,05$ ), большее количество случаев тяжелого течения БЛД при сочетании ЦМВ и ВПГ (табл. 2).

Таблица 2

Распределение тяжести течения БЛД в зависимости от наличия или отсутствия ЦМВ и ВПГ у детей

Степень тяжести БЛД	ЦМВ (абс.)	ВПГ (абс.)	
		0	1
Легкая	0	10	12
Среднетяжелая		19	14
Тяжелая		1	3
Легкая	1	14	17
Среднетяжелая		29	15
Тяжелая		1	9

Катамнестическое наблюдение на протяжении первых 3 лет жизни установило, что в группе детей с микроаспирацией желудочного содержимого такие исходы БЛД как бронхиальная астма, повторные эпизоды обструктивного бронхита, хронический бронхит, локальный пневмофиброз имели место в 27,8%, 31,3%, 13,9%, 48,7% случаев соответственно, клиническое выздоровление отмечено у 0,9% пациентов. В группе сравнения распределение исходов БЛД было обратным и у основного количе-

ства пациентов (55,2%) к концу 3 года жизни было отмечено клиническое выздоровление; бронхиальная астма, повторные эпизоды обструктивного бронхита, локальный пневмофиброз встречались в достоверно ( $p < 0,005$ ) меньшем проценте случаев: 17,2%, 24,1%, 10,3%, ни один из пациентов не имел хронического бронхита.

Изучение особенностей исходов БЛД в зависимости от характера наиболее часто выделяемой микрофлоры выявило нарастание частоты выявления ЦМВ, ВПГ, а также их сочетания у детей, развивших БА (табл. 3).

Таблица 3

Взаимосвязь исходов БЛД и характера выделенной микрофлоры

Микроорганизм	Рецидивирующий бронхит (n=43)		Бронхиальная астма (n=51)	
	Абс.	%	Абс.	%
Klebsiella pneumonia	26	60,5	33	64,7
Candida albicans	32	74,4	35	68,6
ЦМВ	9	20,9	14	27,5
ВПГ	11	25,6	18	35,3
ЦМВ+ВПГ	15	34,9	25	49,0

Оценка коморбидной патологии выявила статистически значимое ( $p < 0,001$ ) преобладание в первые месяцы жизни гипертензионно-гидроцефального синдрома (37,0%), ВЖК (57,6%), ПВЛ (6,5%) и натальной травмы ШОП (47,5%), а также задержки физического (59,2%), психомоторного развития (57,0%) и количества случаев детского церебрального паралича (17,0%) к концу первого года жизни у детей с микроаспирацией.

Можно предположить наличие патогенетической взаимосвязи между выраженностью неврологической патологии, сопровождающейся вегетативной дисрегуляцией функциональной активности желудочно-кишечного тракта, угнетением защитных реакций верхних и нижних дыхательных путей и степенью микроаспирации.

В ходе настоящего исследования было установлено, что количество случаев ретинопатии у детей страдающих БЛД на фоне микроаспирации желудочного содержимого достоверно ( $p < 0,05$ ) превышало соответствующие показатели у пациентов с БЛД в группе сравнения с преобладанием ретинопатии II (45,9%) и наличием случаев ретинопатии III (15,6%). Ретинопатия I в основных группах исследования встречалась у 20,0% детей, страдающих БЛД. Группа сравнения характеризовалась статистически

значимым преобладанием ретинопатии I (31,3%) и отсутствием случаев ретинопатии III, ретинопатия II имела место у 15,6% детей, страдающих БЛД.

Отдельно был проведен сравнительный анализ характера исходов у детей, имевших микроаспирацию желудочного содержимого и без нее, но не страдающих БЛД. Полученные данные согласовались с результатами, характеризующими исходы БЛД у детей данных двух категорий, т.е. пациенты с микроаспирацией на протяжении первых трех лет жизни имели более частые бронхолегочные заболевания, сопровождающиеся бронхообструктивным синдромом, в частности пневмонии у детей, имевших микроаспирацию в неонатальном периоде, протекали с явлениями бронхообструкции. Количество случаев обструктивных бронхитов, бронхиальной астмы к трем годам жизни достоверно ( $p < 0,005$ ) преобладало у детей с микроаспирацией, так частота бронхиальной астмы у данной категории пациентов в 2,5 раза превышала соответствующий показатель в группе детей без микроаспирации, а частота повторных эпизодов обструктивного бронхита - в 1,6 раза. Следует отметить, что у детей без БЛД случаев хронического бронхита к 3 годам жизни зафиксировано не было (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительный анализ исходов у детей без БЛД

Исход	Дети с микроаспирацией (n=161) Абс. (%)	Дети без микроаспирации (n=68) Абс. (%)
Повторные эпизоды обструктивного бронхита	41(25,5)	11(16,2)
Бронхиальная астма	24(14,9)	4(5,9)
Клиническое выздоровление	96(59,6)	52(76,5)

**Литература**

1. Овсянников Д.Ю. Бронхолегочная дисплазия у детей первых трех лет жизни: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2010. – С.3
2. Bancalary E., Claire N., Sosenko I. Bronchopulmonary dysplasia: changes in patogenesis, epidemiology and definition. Seminars in neonatology. – 2003. №8. – С. 63.
3. Брыксина Е.Ю. Диагностика гастроэзофагеального рефлюкса у детей, находящихся на искусственной вентиляции легких в неонатальном периоде. / Е.Ю. Брыксина, В.С. Брыксин // Вестник Тамбовского Университета. Сер. Естественные и технические науки. – Тамбов, 2013. – Т.18. – Вып.5. – Часть 3. – С. 2882.
4. Почивалов А.В., Брыксина Е.Ю., Брыксин В.С., Василенко Д.Ю. Способ рогнозирования тяжести течения бронхолегочной патологии на фоне гастроэзофагеального рефлюкса у детей, находящихся на искусственной вентиляции легких. Патент на изобретение №2480753 по заявке №2012112393/15 от 02.04.2012, приоритет от 02.04.2012, МПК G 01 N 33/483. – С.5.
5. Классификация клинических форм бронхолегочных заболеваний у детей. М.: Российское респираторное общество, 2009. - С. 18.

## РЕАЛИЗАЦИЯ И ЗАЩИТА ПРАВА НА ЛИЧНУЮ ИНФОРМАЦИЮ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

**Власова Марина Васильевна**

кандидат соц. наук, доцент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского, г. Саратов

**Долгова Елена Михайловна**

кандидат мед. наук, доцент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского, г. Саратов

**Еругина Марина Васильевна**

доктор мед. наук, доцент, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского, г. Саратов

### IMPLEMENTATION AND PROTECTION OF THE RIGHT TO PERSONAL INFORMATION OF STUDENTS OF MEDICAL UNIVERSITY

*Vlasova Marina, candidate of science, assistant professor, Saratov state medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov*

*Dolgova Elena, candidate of science, assistant professor, Saratov state medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov*

*Erugina Marina, doctor of science, assistant professor, Saratov state medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov*

#### АННОТАЦИЯ

В работе проводился анализ знаний студентов медицинского вуза о соблюдение законодательства о праве на личную/семейную/врачебную тайну. В анкетирование участвовало 180 студентов 3 и 5 курсов. Было опрошено 90 студентов 3 курса, которые изучали предмет правоведение и 90 студентов 5 курса, которые не проходили этот предмет. Студенты 3 и 5 курса иногда разглашают личную (54,9% и 49,3%) и семейную тайны (57,7% и 26,8%) без согласия другого человека, но никогда не разглашают врачебную тайну (100%).

Большинство студентов СГМУ (69%) сталкивались с разглашением информации, составляющей их личную/семейную/врачебную тайны. По благим намерениям большинство студентов 3 и 5 курса (38% и 49,4%) готовы разгласить личную тайну друга, употребляющего наркотики, а так же, потенциально не готовы держать всю личную информацию в тайне и делятся ей либо в поисках поддержки, либо для решения собственных проблем.

#### ABSTRACT

In the work the analysis of the students' knowledge of medical school on the observance of the legislation on the right to personal/family/medical mystery was carried out. The participants of the survey were 180 students of 3d and 5th courses. There were interviewed 90 students of the 3rd year who have studied the subject of jurisprudence and 90 students of 5th year who have not studied this subject. Students of 3d and 5th courses sometimes disclose personal (54,9% and 49,3%) and family secrets (57,7% and 26,8%) without the consent of another person, but never disclose medical confidentiality (100%).

Most students of SSMU (69%) faced the disclosing of their personal/family/patient confidentiality. of the majority of students of 3d and 5th the courses (38% and 49,4%) are willing to disclose the privacy of a friend who use drugs to his/her parents on the good intentions, as well as, potentially they are not ready to keep all personal information confidential and share it either asking for support or trying to solve their own problems.

**Ключевые слова:** право; неприкосновенность; личная, семейная и врачебная тайна.

**Keywords:** law; privacy; personal, family and medical secrecy.

Проблема прав и свобод личности, ее взаимоотношений с обществом и государством является одной из сложнейших в теории и практике человеческого общежития.

В самом общем виде ее содержанием являются, с одной стороны, права и их гарантии, предоставляемые обществом человеку, а с другой — его обязанности.

Что касается такой группы прав и свобод, как неприкосновенность частной жизни, личная и семейная тайна, то здесь обязанность государства состоит не только в реальном обеспечении осуществления этих прав, но и в невмешательстве в ту сферу частной жизни человека, которая лежит вне рамок его ответственности перед госу-

дарством и перед другими членами общества. В необходимых случаях своими действиями государство обеспечивает защиту личных прав и свобод человека от неправомерных посягательств каких-либо органов, должностных лиц и отдельных людей.

Каждое государство самостоятельно определяет границы неприкосновенности частной жизни, устанавливает правовое обеспечение реализации и конституционно-правовой защиты данного субъективного права, но в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права отношение к правам и свободам человека уже не является исключительным внутренним делом отдельного государства. Международным сообществом разработаны документы, получившие признание в качестве основополагающих, ключевых начал в контексте обеспечения прав и свобод человека и гражданина, в том числе права на неприкосновенность частной жизни. В настоящее время имеются следующие международные документы в рассматриваемой области: Всеобщая декларация прав человека, Международный пакт о гражданских и политических правах, Международный пакт об экономических, социальных и культурных правах, Конвенция СНГ о правах и основных свободах человека, Европейская конвенция о защите прав человека и основных свобод, Хартия Европейского Союза об основных правах.

Права и свободы человека являются непосредственно действующими и определяют смысл, содержание и применение законов, деятельность законодательной и исполнительной власти, органов местного самоуправления и обеспечиваются правосудием (ст. 17). Все это в полной мере относится и к праву на неприкосновенность частной жизни и смежным правам, закрепленным в ст. ст. 23, 24, 25 Конституции Российской Федерации.

Конкретизация и толкование конституционной нормы, закрепляющей международно-признанное право человека на неприкосновенность частной жизни, осуществляются в отраслевом законодательстве. Различные отрасли российского права, включая конституционное, гражданское, трудовое, семейное, административное, уголовное, уголовно-процессуальное, содержат нормы, регулирующие различные аспекты этой нормы.

Но одного признания за человеком неотъемлемого и неотчуждаемого права на неприкосновенность частной жизни недостаточно для его обеспечения. Государство не вправе не только произвольно вмешиваться в частную жизнь граждан, но обязано защищать ее, то есть обеспечивать ее неприкосновенность от преступных посягательств путем раскрытия правонарушений, осуждения виновных, возмещения вреда, причиненного преступлением.

Формирование института государственной охраны личной жизни, как конституционной нормы в советском законодательстве Российской Федерации, началось в середине 30-х годов XX века. В статье 128 Конституции СССР 1936 года возвела охрану тайны переписки в ранг конституционной нормы. Статья 56 Конституции 1977 года Конституции расширила перечень конституционных прав граждан, включив в него, прежде всего, охрану личной

жизни, а также тайну не только переписки, но и телефонных переговоров и телеграфных сообщений.

В Конституции РФ предусмотрена определенная система гарантий права на личную информацию. Прежде всего, часть 1 статьи 24 устанавливает: «Сбор, хранение, использование и распространение информации о частной жизни лица без его согласия не допускается». Данная норма предусматривает четыре вида действий: информацию без согласия лица запрещено собирать, хранить, использовать и распространять. Таким образом, в течение 20 века закон все больше ужесточает требования к обороту и защите личной информации.

**Цель работы:** 1) проанализировать, знают ли студенты Саратовского государственного медицинского университета (СГМУ) о праве на личную/семейную/врачебную тайну и соблюдают ли студенты законодательство, обеспечивающее и защищающее данное право; 2) выявить возможные причины несоблюдения.

**Задачи исследования:** 1) анализ изменения законодательства о защите личной/семейной/врачебной тайны в течение 20 века; 2) анкетирование студентов 3 и 5 курсов СГМУ; 3) обработка и анализ данных, полученных в результате анкетирования; 4) формулировка выводов и рекомендаций.

**Материалы и методы.** В рамках выбора метода сбора информации мы использовали анкетирование. Проведен анализ результатов анкетирования 180 студентов 3 и 5 курсов. Было опрошено 90 студентов 3 курса, которые изучали предмет правоведение и 90 студентов 5 курса, которые не проходили правоведение. В результате анкетирования выявлено, что все студенты 3 курса (100%) знают о праве на информацию, о праве на личную, семейную и врачебную тайны. Информированность студентов 5 курса о праве на информацию составляет 64,8%, о праве на личную тайну - 83,1%, на семейную - 86%, на врачебную тайну - 97,2%, что связано с получением данной информации в рамках ранее изучаемых предметов, таких как медицинская этика, психология, а также из средств массовой информации.

**Результаты:** Студенты 3 и 5 курсов иногда разглашают личную (54,9% и 49,3%) и семейную тайны (57,7% и 26,8%) без согласия другого человека, но никогда не разглашают врачебную тайну (100%). Однако, в ходе полуформализованного интервью, сопутствующего анкетированию, выявлено, что студенты медицинского вуза в рамках учебного процесса передают фотографии историй болезни через интернет ресурсы, где данная информация все равно остается незащищенной.

Большинство студентов 3 и 5 курсов медицинского университета готовы разгласить личную тайну друга, употребляющего наркотики, преимущественно его родственникам (38% и 49,4%), так как ищут помощи у взрослых близких людей. Таким образом, происходит сознательное нарушение законодательства, но по благим мотивам.

Большинство студентов СГМУ (69%) сталкивались с разглашением информации, составляющей их личную/семейную/врачебную тайны.

При оглашении преподавателем результатов контрольной работы многие студенты 3 курса (47,7%) переживают по поводу разглашения результатов, но молчат, так как не хотят вступать в конфликт, а многие пятикурсники (92,9%) относятся безразлично, так как эта ситуация становится привычной за годы учебы.

**Обсуждение:** Важнейшие права пациента - право на информацию и право врачебную тайну. Под врачебной тайной понимается информация о факте обращения за медицинской помощью, состоянии здоровья гражданина, диагнозе его заболевания и иные сведения, полученные при его обследовании и лечении (ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в РФ"). Это является тайной вне зависимости от формы обращения человека к медикам и его результатов. Эти права должны соблюдать и обеспечивать врачи и остальной медицинский персонал.

Студенты 5 курса по сравнению со студентами 3 курса более ответственно относятся к разглашению личной, семейной и врачебной тайны, так как стали более серьезно осознавать правовые последствия разглашения, в связи с чем, студенты СГМУ (11,2%) самостоятельно обращались в правоохранительные органы для защиты собственных прав. Однако студентов медицинского университета никогда не привлекали к ответственности за разглашение информации, составляющей личную/ семейную/ врачебную тайну через правоохранительные органы, что связано с большой информированностью о законодательстве онадлежащем обороте и защите информации.

**Выводы:** Несмотря на то, что в течение XX века законодательство все более ужесточает требования к обороту и защите персональной информации, студенты медицинского вуза потенциально не готовы держать всю личную информацию в тайне и делятся ей либо в поисках поддержки, либо для решения собственных проблем. Большинство студентов СГМУ готовы разгласить личную тайну друга, употребляющего наркотики, сознательно нарушая законодательство, но по благим мотивам. Никто

из студентов не разглашает врачебную тайну пациентов, однако при передаче фотографий историй болезни через интернет ресурсы эта информация все равно остается незащищенной. По мере обучения в университете студенты стали более безразлично относиться к нарушению законодательства в плане разглашения их личной информации со стороны преподавателей.

#### **Предложения:**

1. Необходимо разработать нормативные акты о защите информации, составляющей врачебную тайну, при передаче ее через электронные средства связи для использования в учебном процессе;
2. Важным аспектом для защиты личной информации студентов является создание компьютерной программы по индивидуальному получению учащимися результатов самостоятельной работы.

#### **Список литературы:**

1. Конституционный статус личности в СССР. - Под ред. В.В. Витрука. — М., Юридическая литература, 1980.
2. Петрухин И. Л. Личная жизнь - пределы вмешательства. — М: Юридическая литература. 1989.
3. Общая теория прав человека. Под. ред. Е.А. Лукашевой - М., НОРМА, 1996.
4. Митцукова Г. А. Право на неприкосновенность частной жизни и механизм его обеспечения. // Российский юридический журнал. 2003. № 2.
5. Митцукова Г. А. Законодательные основы ограничений права на неприкосновенность частной жизни в деятельности органов внутренних дел // Журнал «Правоохранительные органы. Теория и практика» УрЮИ МВД РФ. 2004. № 2.
6. Митцукова Г. А. Легитимные ограничения и пределы допустимого вмешательства правоохранительных органов в сферу частной жизни человека. // Российский юридический журнал. 2004. № 4.

УДК 796.8, ББК 75.712

## **ДЫХАНИЕ КАК ФАКТОР ПРОФИЛАКТИКИ СИНДРОМА ГАСТРОЭЗОФАГЕАЛЬНОГО РЕФЛЮКСА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТОЛЧКА В ГИРЕВОМ СПОРТЕ**

**Хомяков Геннадий Константинович**

*Кандидат медицинских наук, доцент, Государственный университет путей сообщения, г. Иркутск*

**Коробченко Андрей Иванович**

*Кандидат юридических наук, доцент, Государственный университет путей сообщения, г. Иркутск*

**Утяшева Ирина Мунировна**

*ассистент, Государственный университет путей сообщения, г. Иркутск*

**Цуккер Леонид Гариевич**

*Преподаватель физической культуры, Государственный университет путей сообщения, г. Иркутск*

**BREATHING AS A FACTOR IN THE PREVENTION OF GASTROESOPHAGEAL REFLUX SYNDROME WHEN THE JERK IN WEIGHTLIFTING.**

*Khomyakov Gennady K., PhD, Associate Professor, State University of Railways, Irkutsk.*

*Korobchenko Andrey, PhD, Associate Professor, State University of Railways, Irkutsk.*

*Utyasheva Irina, Assistant State University of Railways, Irkutsk*

*Zuccher Leonid, Teacher of Physical Education State University of Railway, Irkutsk*

**Аннотация**

*Методика дыхания при выполнении классического движения «толчок» в гиревом спорте играет большую роль в профилактике синдрома гастроэзофагеального рефлюкса. Отражена роль дефекта техники выполнения упражнения на состояние желудочно-кишечного тракта. Впервые предложен алгоритм тренировочного процесса гиревиков. Впервые предлагается поэтапное развитие физических качеств в месячном цикле тренировки на основе педагогических принципов и пути профилактики возникновения синдрома гастроэзофагеального рефлюкса.*

**Abstract**

*Breathing technique when performing classical motion "push" in kettlebell sport plays an important role in the prevention of gastroesophageal reflux syndrome. Reflects the role of exercise equipment defect on the state of the gastrointestinal tract. First proposed algorithm training process weightlifters. First proposed phased development of physical qualities in a monthly cycle of training based on pedagogical principles and ways of preventing the occurrence of gastroesophageal reflux syndrome.*

*Ключевые слова: спортивная тренировка, гиревой спорт, синдром гастроэзофагеального рефлюкса.*

*Keywords: sports training, weight-lifting, gastroesophageal reflux syndrome.*

Дыхание гиревика играет значительную роль в достижении спортивных результатов. Регламентирующим фактором в достижении желаемого результата может быть функциональное состояние лёгочной и сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта. Их развитию и координации в движении «толчок» уделяется особое внимание. На акт дыхания мышцами затрачивается энергия и производится работа. Она выражается как функция давления и объема.

В соответствии с законом Пуазейля ( $P = \frac{8\eta l \dot{V}}{\pi r^4}$ )

объемная скорость потока прямо зависит от четвертой степени радиуса. Уменьшение радиуса трубки наполовину снижает скорость потока в 16 раз. Следовательно, для обеспечения кислородом организма потребуются в 16 раз больше затратить мускульной работы дыхательных мышц. Дыхание должно возрасти в 16 раз. Таким образом, необходимо направить тренировочный процесс на увеличение просвета (диаметр) сосудистых и бронхиальных ветвей соответствующих органов объёмной тренировкой. Интенсивная мышечная работа сопровождается переходом ламинарного потока в турбулентный поток. При этом происходит разрушение форменных элементов крови (эритроцитов, тромбоцитов). Условием обеспечения оптимальной оксигенации организма является диафрагмальное дыхание. Важнейшей мышцей вдоха является диафрагма - куполообразная скелетная мышца, обеспечивающая 2/3 дыхания.

Через миофасциальные связи гипертонус и гипотонус диафрагмы может вызвать формирование функциональной слабости, дискоординацию брюшного (диафрагмального) дыхания. Равномерно развитый мышечный корсет способствует физиологическому дыханию. Как всякая **скелетная** мускулатура, дыхательные мышцы характеризуются следующими отношениями: длина - напряжение, сила - частота и сила-скорость. Кроме того, поскольку диафрагма имеет куполообразную форму, необходимо особо рассмотреть отношение между давлением и радиусом кривизны в соответствии с законом Лапласа.

Закон Лапласа ( $P = 2t/r^2$ , ) описывает отношение между давлением, напряжением и радиусом кривизны.

По мере уплощения диафрагмы радиус ее кривизны увеличивается, и генерируемое давление понижается. Это явление, вместе с укорочением мышцы, обуславливает снижение силы диафрагмы.

Следовательно, развитию мышц брюшного пресса отводится особая роль для акта дыхания: чем сильнее мышцы брюшного пресса, тем меньше радиус купола диафрагмы уменьшается. Следовательно, дыхание становится более эффективным.

По мере уплощения диафрагма увеличивает свой радиус ( $r_2 > r_1$ ). При равном напряжении (Т) давление, развиваемое уплощенной мышцей,

меньше, чем то, которое создается мышцей с нормальной кривизной ( $P_2 < P_1$ ).

Оптимальным для человека является диафрагмальное дыхание. При необходимости увеличения вентиляции, например, при физической нагрузке, активизируются наружные межреберные, лестничные и грудноключично-сосцевидные мышцы. Ограничение движения диафрагмы ведет к включению грудного дыхания за счет дополнительных дыхательных мышц, которые не предназначены для постоянной дыхательной работы, что приводит к их перегрузке. Они быстро утомляются. Дыхание становится не эффективным

Дисфункция мышечного корсета нарушает акт дыхания. Влияние мышечно-фасциальной системы вызывает рефлекторное нарушение дыхания. Грудное дыхание включающее дополнительные мышцы, нарушает крово-, лимфоток.

Одним из этиологическим факторов синдрома гастроэзофагеального рефлюкса (ГЭР) является функциональное состояние диафрагмы, которое сопровождается снижением функциональной активности нижнепищеводного сфинктера, приводящее к патологическому рефлюксу желудочного или дуоденального содержимого в пищевод. Это сопровождается чрезмерно продолжительным контактом химуса со слизистой пищевода, приводящим к её воспалению. К предрасполагающим факторам также относятся: повышение внутрибрюшного давления; ухудшение опорожнения желудка и снижение его эвакуаторной способности; грыжа пищеводного отверстия диафрагмы (врождённая и приобретённая); снижение резистентности слизистой оболочки пищевода, её регенераторных возможностей; болезнь Баррета (врождённое укорочение пищевода); замедление пищеводного клиренса, вызванное нарушением двигательной активности пищевода.

Одновременно резко нарастает число не связанных с глотанием расслаблений пищеводного сфинктера.

На высоте вдоха в нормальных условиях происходит «пережатие» нижнего отрезка пищевода между ножками диафрагмы. «Пережатие» верхнего отдела желудка ножками диафрагмы нарушает эвакуацию из пищевода кислого содержимого. Благодаря сокращению пищевода поддерживается естественное очищение пищевода от кислого содержимого, и в норме показатель внутрипищеводной кислотности не превышает 4. Естественные механизмы, благодаря которым осуществляется очищение, следующие: двигательная активность пищевода; слюноотделение; содержащиеся в слюне бикарбонаты нейтрализуют кислое содержимое. Нарушения со стороны этих звеньев способствует снижению «очищению» пищевода от попавшего в него кислого или щелочного содержимого. Увеличение этого временного интервала приводит к задержке в пищеводе регургитата, чаще всего кислого, богатого пепсином и способного переваривать живые ткани. Забросу желудочного содержимого в пищевод способствует повышенное внутрижелудочное давление, обусловленное чаще всего задержкой эвакуации из желудка, вызванной причинами органического (пилородуоденальный стеноз) или функционального характера (гастропарез). Дуоденально-гастральный рефлюкс обусловлен тракцией кардиального отдела желудка в грудную полость продольными спастическими сокращениями пищевода. Все эти факторы агрессивного воздействия на слизистую оболочку пищевода приводят к недостаточности механизмов резистентности, к которым относятся защитный слизистый барьер, выработка слюны, местный бикарбонатный барьер, усиленная регенерация и достаточное кровоснабжение.

Значительную роль в этиопатогенезе ГЭР играет функциональное состояние диафрагмы.

Тренировочная работа с гирями в строгой последовательности: развитие выносливости, силы, скоростной силы, силовой выносливости, подкреплённая правильным дыханием, обеспечивает безопасность для здоровья спортсмена [3 стр.76]. При этом месячный тренировочный процесс разбивается на микроциклы по 7 дней.

Изменения в Правилах соревнований (2005) привели к улучшению техники упражнений у спортсменов-гиревиков. Это - качество фиксации гирь вверху за счёт увеличения паузы в статической позе спортсмена с **гириями**. В связи с этим изменились и условия **дыхания** спортсмена.

У многих начинающих **гиревиков** и даже у некоторых мастеров спорта наблюдается натуживание во время фиксации гирь вверху. Натуживание - задержка дыхания с напряжением **дыхательных мышц**, осложняет обучение рациональной технике упражнений **гиревого спорта**, а также препятствует совершенствованию физических качеств. Наблюдения показывают, что после натуживания [1 стр.109] требуется выполнить 6-8 дыхательных циклов в исходном положении перед очередным выталкиванием, чтобы быть готовым к следующему подъёму гирь.

Спортсмены высокой квалификации в И.П. совершают 1-3 дыхательных циклов. В цикле выполнения самого упражнения количество дыхательных циклов колеблется от 1,5 (выдох - вдох - выдох) до 3,5 (4 выдоха и 3 вдоха) в зависимости от вариантов дыхания.

**Варианты дыхания** можно разделить на четыре группы [2 стр. 379]. Такое деление является условным, так как вариантов на самом деле гораздо больше.

Первый вариант: полуприсед - выдох, движение до фиксации - вдох, фиксация - задержка дыхания на вдохе (натуживание), опускание гирь и амортизация - шумный резкий выдох (1,5 дыхательных цикла).

Второй вариант: полуприсед - выдох, движение до фиксации - вдох, фиксация - выдох, опускание гирь - вдох, амортизация - выдох (2,5 дыхательных циклов).

Третий вариант: полуприсед - выдох, выталкивание - вдох, полуподсед - выдох, вставание из полуподседа - вдох, фиксация - выдох, опускание - вдох, амортизация - выдох (3,5 дыхательных циклов).

Четвёртый вариант: полуприсед - выдох, выталкивание - вдох, движение до фиксации - выдох, во время фиксации - вдох-выдох (диафрагмальное дыхание), опускание - вдох, амортизация - выдох (3,5 дыхательных циклов).

В И.П., локти находят прочную опору на гребнях подвздошных костей (или на ремне), то дыхание облегчается. При этом становится возможным как грудное, так и **диафрагмальное дыхание**. Но оптимальным является **диафрагмальное дыхание**. В фазе полуприседа брюшная полость и грудь подвергаются сдавливанию, гиревик совершает естественный выдох. В фазе выталкивания гирь вверх грудная клетка и живот освобождаются от давления силы тяжести, спортсмен выполняет вдох. При задержке дыхания на вдохе во время фиксации гирь вверху, гири не прекращают свое движение в горизонтальной плоскости. Во время фиксации гирь вверху положение рук спортсмену необходимо использовать диафрагмальное дыхание, преодолевая трудности по координации дыхания и расслабления мышц живота, не участвующих в удерживании гирь вверху. Совершенствование координации преимущественно диафрагмального и грудного дыхания, является критерием правильности техники выполнения соревновательных упражнений.

Таким образом, из вышесказанного следует:

1. **Диафрагмальное дыхание** в исходном положении перед очередным выталкиванием двух гирь и в положении фиксации гирь вверху присуще спортсменам высокой квалификации.

2. Наиболее оптимально **дыхание в упражнении «толчок»** для спортсменов-гиревиков. III и IV варианты, которые **обеспечивают** увеличение аэробной доли физической работы при выполнении упражнений гиревого спорта.

Список литературы

1. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208с.
2. Хомяков Г.К., Балагуров С.В., Утяшева И.М. Роль дыхания при выполнении толчка в гиревом спорте. Вестник Иркутского Государственного Технического Университета №10 «012 с.379-386
3. Хомяков Г.К. Управление тренировочным процессом в гиревом спорте.- Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008.-180с.

**ПРОБЛЕМЫ МОТИВАЦИИ ТРУДА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ****Юрий Васильевич Келарь***кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим отделением, НУЗ ОКБ г. Минеральные Воды***Жанна Игоревна Келарь***кандидат медицинских наук, заведующий кардиологическим отделением НУЗ ОКБ г. Минеральные Воды***PROBLEMS IN MOTIVATION MEDICAL WORKERS***Yuri Kelar, Candidate of Science, Head of Surgical Department, PIH RCH Mineral Waters**Zhanna Kelar, Candidate of Science, Head of the Cardiology Department, PIH RCH Mineral Waters***АННОТАЦИЯ**

*В данной работе рассмотрены проблем, связанных с мотивацией работников медицинских учреждений, их психологические особенности и ожидания.*

**ABSTRACT**

*In this paper some problems associated with the motivation of health workers, their psychological characteristics and expectations.*

*Ключевые слова: мотивация, медицинские работники, удовлетворенность трудом, самореализация;*

*Keywords: motivation, health workers, job satisfaction, self-realization.*

В России существует много проблем, связанных с мотивационной политикой: проблема взаимоотношений с руководством, неудовлетворительность размером заработной платы, условиями быта и труда в целом на предприятии. Главным препятствием на пути решения этих вопросов – нежелание управленческого персонала задумываться об условиях жизни и труда людей, непосредственно создающих прибыль. В рыночных условиях следует уделить особое внимание нематериальному стимулированию, создавая гибкую систему льгот для работников.

Мотивация работников занимает одно из центральных мест в управлении персоналом, так как обуславливает их поведение. Ориентация работников на достижение целей организации по существу является главной задачей руководства персоналом, а обеспечить ее реализацию можно только используя мотивацию. Вследствие изменения содержания труда в современных условиях, широкой автоматизации и информатизации производства, в результате повышения уровня образования и социальных ожиданий сотрудников значение мотивации в управлении персоналом возрастает, усложняется содержание этого рода управленческой деятельности [5, стр. 110].

На нынешнем этапе развития экономики для эффективной деятельности организации требуются ответственные и инициативные работники, высокоорганизованные и стремящиеся к трудовой самореализации личности. Обеспечить эти качества работника только с помощью традиционных форм материального стимулирования и строгого внешнего контроля, заработной платы и наказаний невозможно. Сотрудники, которые осознают смысл своей деятельности и стремятся к достижению целей организации, могут обеспечить получение, как собственных высоких результатов, так и общего успеха компании. Формирование таких работников путем воздействия на мотивы трудового поведения – задача мотивационного менеджмента.

Систематическое изучение мотивации с психологической точки зрения не позволяет определить точно, что же побуждает человека к труду. Однако исследования поведения человека в труде дают некоторые общие объяснения мотивации и позволяют создать прагматические модели сотрудника на рабочем месте.

Другой важной психологической особенностью, влияющей на достижения успехов и самооценку человека, являются требования, предъявляемые им к самому себе. Тот, кто предъявляет к себе повышенные требования, в большей мере старается добиться успеха, чем тот, чьи требования к себе невысоки [6, стр.91]

Н.И. Вишняков, Е.Д. Дедков, Н.М. Федорова [1, стр.12], рассматривая проблему мотивации трудовой деятельности работников здравоохранения, отмечают высокий уровень нервно-психических расстройств среди студентов (превышающий таковой среди населения), а также ведущее место таких нарушений в структуре их заболеваемости. По данным исследователей, одна из причин эмоциональной напряженности студентов медицинских вузов и училищ – потеря ими смысла учебы и вследствие этого снижение удовлетворенности своим учебным трудом [2, стр.10]

Проведенные исследования также показывают, что около 30% студентов-медиков не собираются после окончания вуза работать по специальности; 37% врачей со стажем работы до 5 лет хотели бы сменить профессию; 46% опрошенных медсестер не видят для себя перспектив в выполняемой ими профессиональной деятельности, поскольку она не обеспечивает достойный уровень жизни.

Сегодня признано, что примерно 60-80% всех заболеваний обусловлены психическими причинами или, по крайней мере, опосредованы ими и все же рассматриваются в контексте переживаний, интрапсихических и психосоциальных конфликтов. В пациенте начинают видеть не только носителя симптомов и историй болезни; все более актуальными являются вопросы: кто болен, «какая личность болеет, а не только какой болезнью болеет личность» [6, стр.91].

Каждый человек по-своему понимает успех, но сама возможность его достижения в профессии способствует переживанию человеком социального благополучия, удовлетворенности своей профессиональной деятельностью и, вследствие этого, душевного благополучия и тем самым оказывает положительное влияние на его здоровье.

Индивидуальные особенности восприятия социальной ситуации, в которой находится медработник, зависят от психического склада его личности. Одной и той же профессиональной ситуацией один будет удовлетворен, а другой раздосадован, поскольку каждый из них может иметь свои собственные, отличные от другого профессиональные ожидания и представления о профессиональном успехе. Одно и то же событие способно у одного человека вызвать сильный стресс, а другого совсем не затронуть. В первом случае психическое состояние человека должно вызывать опасения, а во втором случае наблюдается психосоматическое равновесие [3, стр.22].

Если медработник находится в состоянии благополучия, равновесия, то он проецирует эти же ощущения на окружающий мир, в том числе на коллег и пациентов. На фоне общей удовлетворенности своей жизнью (в частности, профессиональной) отдельные невзгоды будут менее болезненны. Но если его мысли наполнены сомнениями и страхами, неудовлетворенностью и агрессией, то все это также проецируется на внешний мир и окружающих, оказывая на них отрицательное влияние.

Если человек в процессе трудовой деятельности имеет возможность удовлетворять значимые для себя потребности (физиологические, психологические и социальные), то он испытывает удовлетворенность от работы, если нет - чувствует подавленность, тревогу.

Медработник испытывает общую удовлетворенность от своей работы, если в ее процессе обеспечивается его потребность в профессиональных достижениях, карьере, признании, самосовершенствовании, если он видит результаты своего труда, и прежде всего выздоровление больных. Неудовлетворенность работой зависит в основном от внешних факторов: низкая заработная плата, нарушения техники безопасности на рабочем месте, плохие условия труда, сложности в отношениях с руководством, коллегами, подчиненными, пациентами. Интересно, что устранение факторов неудовлетворенности работой не обязательно приводит к увеличению удовлетворенности ею. Конечно, много зависит и от индивидуальных особенностей сотрудника, от его ожиданий, приоритетов. Для одних, например, более значим для удовлетворенности работой размер оплаты труда, для других - ненормированный рабочий день и т.д. [7, стр.13]

Одним из постоянных стремлений людей является желание получать справедливую оценку своих действий. Если медработник считает, что к нему подходят так же, как и к другим, без дискриминации, оценивают его действия с тех же позиций, что и действия других, то он ощущает справедливость отношения к себе и чувствует себя удовлетворенным. Такое сравнение, хотя и использует объективную информацию (например, величину заработной платы), осуществляется человеком на основе его личного восприятия своих действий и действия людей, с которыми он проводит сравнение.

Если же он считает, что вознагражден недостаточно, у него возникает чувство неудовлетворенности. Люди ориентируются на комплексную оценку вознаграждения. В этой комплексной оценке оплата труда играет важную, но далеко не единственную роль. Считая несправедливой и неравной оценку своего труда, медик теряет мотивацию к активным, созидательным действиям с точки зрения целей медицинского учреждения. В этом случае у него возможны следующие реакции:

- снижение интенсивности и качества труда («За такую оплату я не намерен выкладываться»);
- попытка увеличить свое вознаграждение (коррупционная составляющая).

Для России у медработников характерно совмещение работы сразу в нескольких организациях или на нескольких рабочих местах, что ведет к перегрузкам сотрудника, снижению качества его труда;

- переоценка своих возможностей (депрессия, чувство безысходности, комплекс неполноценности и пр.);
- увеличение социальной активности, которая зачастую порождает в организации межличностные конфликты;
- смена для себя объекта сравнения («Другим уважаемым людям сейчас приходится еще труднее»);
- переход в другое подразделение, другую организацию (в нашей стране нередок переход лучших медработников из государственных лечебных учреждений в коммерческие), отъезд на работу за рубеж, смена профессии.

Если врач или другой медик принимает участие в различной внутриорганизационной деятельности, участвует в принятии решений по поводу выполняемой им работы (привлекается к постановке целей, которые ему предстоит достигать, определению задач, которые ему предстоит решать), имеет право контроля за качеством и количеством осуществляемого им труда и соответственно несет ответственность за конечный результат, может вносить предложения по улучшению организации своей работы, то он получает от этого удовлетворение, работает более качественно и производительно [4, стр.102].

Труд медика в российских условиях все больше мотивируется за счет внутренних факторов, многие внешние факторы, за исключением социальной значимости его профессиональной деятельности, работают недостаточно. По сути, происходит эксплуатация таких личностных свойств медиков, как ответственность, чувство долга, верность врачебной клятве, любовь к своей работе, стране, внешняя же стимуляция со стороны государства недостаточна. Если у старшего поколения работников здравоохранения эта внутренняя мотивация сформирована и достаточно устойчива, то для молодого поколения нужна внешняя поддержка решимости заниматься трудной профессией медика, и эта поддержка должна сопровождаться справедливой материальной оценкой его труда (если все цены в стране подтягиваются к мировым, то и оценка труда медика должна также становиться такой).

Одной из концепций, которую можно применить в анализе мотивации медицинских работников, является

исходящая из ограниченной рациональности человека концепция авторства Д. Марча и Г. Симона. В этой модели выделяется два типа мотивации работника. Это мотивации, связанные с принадлежностью к данной организации, а также мотивации, связанные с работой в данной организации. Согласно авторам этой концепции, мотивация — это функция характера альтернатив действий, выбираемых работником, их последствий, а также индивидуальных целей, позволяющих оценить эти альтернативы.

Удовольствие от работы является существенным элементом широко понимаемого удовольствия, а также положительного социального самочувствия человека. Удовольствие от работы связано с реализуемыми работником личными целями, а они должны быть умело встроены в цели организации. Следовательно, человек получает удовольствие от работы в том случае, если из всех его ожиданий и целей будет исполнена хотя бы часть.

Медработник испытывает общую удовлетворенность от своей работы, если в ее процессе обеспечивается его потребность в профессиональных достижениях, карьере, признании, самосовершенствовании, если он видит результаты своего труда, и прежде всего выздоровление больных. Неудовлетворенность работой зависит в основном от внешних факторов: низкая заработная плата, нарушения техники безопасности на рабочем месте, плохие условия труда, сложности в отношениях с руководством, коллегами, подчиненными, пациентами.

Учеными доказано, что самым мощным мотивирующим средством трудового поведения человека

является интерес к работе. Чем больше знаний имеет человек, чем выше его квалификация, тем больше он будет стремиться к интересной работе. Удовлетворение будет приносить содержание работы ее процесс, а не только плата за труд. В интересной работе человек самоактуализирует способности, реализуют свой психологический потенциал.

Литература:

1. Асеев В.Г. Значимость и временна стратегия поведения // Психол. журн. - 1981. - Т.2. - № 6
2. Вишняков Н.И., Дедков Е.Д., Федорова Н.М. результаты анкетирования студентов медицинского вуза по вопросам последипломного образования и последующего трудоустройства. // Здоровоохранение РФ. - 2009. - №4. - С. 36 - 38.
3. Носков О.Г., Ясько Б.А. О кризисах профессионально-личностного развития врача. // ВМУ.- Серия 14. Психология. - 2008. - №2. - С. 21 - 30.
4. Прошкин Б.Г. Совокупность средств оперативной мотивации персонала / Б.Г.Прошкин // Управление персоналом. - 2009. - №15. - С.102.
5. Пугачев В.П. Руководство персоналом организации / В.П.Пугачев. - М.: Аспект Пресс, 2011. - С.184.
6. Сурков С. Социально-психологические модели при анализе трудовой мотивации работников. // Вопросы экономики. - 2008. - № 8. - С. 90 - 101
7. Творогова Н. Как стать довольным своей профессией. // Медицинский вестник.- 2001. - №5. - С. 13

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПСИХИАТРИИ

**Коцюбинский Александр Петрович**

*доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения биопсихосоциальной реабилитации психически больных ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева», Санкт-Петербург*

*Alexander Kotsubinskiy, MD, PhD, Head of department of biopsychosocial rehabilitation of patients with psychiatric disorders St. Petersburg Psychoneurological Research Institute n.a. V.M. Bekhterev, Saint-Petersburg*

### АННОТАЦИЯ

*Рассматривается представление о биопсихосоциальной концепции психических расстройств. Указывается, что она базируется на системной адаптационной и уязвимость-диатез-стрессовой моделях психических заболеваний. Такому пониманию патогенеза развития болезни в наибольшей степени соответствует холистический (целостный) подход. Это предполагает постановку не только биологического, но также психологического, социального и функционального диагнозов.*

*Ключевые слова: биопсихосоциальная концепция; адаптационная и уязвимость-диатез-стрессовая модели; холистический подход; биологический, психологический, социальный и функциональный диагнозы.*

### ABSTRACT

*The idea of the biopsychosocial concept of mental disorders is considered. The concept is based on systematic, adaptational and vulnerability-diathesis-stress models of mental illnesses. Such understanding of the pathogenesis of the disease is most relevant to the holistic approach. It involves defining not only biological, but also psychological, social and functional diagnoses.*

*Keywords: biopsychosocial concept, adaptational and vulnerability-diathesis-stress models, holistic approach, biological, psychological, social and functional diagnoses.*

Близость клинических картин невротических и невротоподобных, психопатических и психопатоподобных расстройств [2], отчасти связана с биологически сходными при них патогенетическими механизмами нарушений мозговой деятельности, что является одним из оснований для пересмотра содержания термина «эндогенность» как характеристики исключительно внутренних причин формирования психической патологии, никак не связанных с экзогенными влияниями.

Схожесть патогенетических механизмов предполагается и между непсихотическими и психотическими проявлениями развившегося эндогенного (аутохтонного) расстройства. Известно, что все психические заболевания располагаются в широком спектре проявлений, т. е. имеют как максимальную (психотическую), так и минимальную (непсихотическую) свою выраженность, что полностью соответствует адаптационно-компенсаторной модели развития психических расстройств [5]. Согласно ее положениям, наличие продуктивной симптоматики в большей степени связано с превалированием компенсаторных процессов, а негативной — адаптационных. В ситуации ослабления приспособительной активности индивидуума происходит «движение» заболевания в сторону «утяжеления» клинической выраженности как позитивных, так и негативных симптомокомплексов. Таким образом, непсихотические расстройства в инициуме нередко оказываются лишь этапом течения «больших» психозов, обнаруживая некоторые общие патогенетические механизмы, обуславливающие прогрессирующее развитие заболевания «по вертикали» (непсихотические аллохтонные расстройства — непсихотические аутохтонные расстройства — психотические аутохтонные расстройства).

Можно предположить наличие сходных (общих адаптационно-компенсаторных) закономерностей и при рассмотрении многообразия психопатологической симптоматики одного уровня — по «горизонтали». Именно этим можно объяснить отсутствие жестких границ не только между отдельными элементами шизотипических и пограничных расстройств личности [13], но и «перекрестность» некоторых характеристик шизофренического и аффективного спектров при «спектрально смешанных» аутохтонных психопатологических состояниях (наличие на непсихотическом уровне аффективно насыщенных шизотипических расстройств, а на психотическом — шизоаффективных психозов). Не случайно ведущий британский эксперт по проблеме шизофрении Т. Сгю [19] считает, что шизофренические синдромы составляют с аффективными единый спектр расстройств, распространяющийся на непсихотические проявления заболеваний, что отчасти подтверждается и последними генетическими исследованиями [21].

Перечисленные обстоятельства все чаще привлекают внимание психиатров к давней концепции единого психоза, правомерность существования которой доказывается многими генетическими исследованиями об общем для всех аутохтонных психозов генетически детерминированном психическом диатезе [«генетическом диатезе» по 22].

Основоположниками концепции «единого психоза» являются немецкие психиатры Е. А. Zeller, Н. Neumann и W. Griesenger, которые в конце XIX века сформулировали гипотезу, согласно которой все многообразные психические расстройства необходимо рассматривать как **единый процесс болезни** [4,14].

W. Griesinger [20] руководствовался представлениями Т. Сиденгама (Sydenham T.), рассматривавшего симптомы как меняющиеся со временем внешние проявления единого заболевания, разнообразие которых обусловлено особенностями конституции организма. Он сформулировал основные принципы концепции «единого психоза»:

1) все психические расстройства имеют единую морфологическую основу — головной мозг, что позволяет рассматривать их в едином континууме;

2) психические нарушения начинаются с эмоциональных расстройств (мания, меланхолия), которые впоследствии трансформируются в когнитивные (психотические: бред, галлюцинации и деменция).

«Как теперь стало очевидно, — считает С. Ю. Циркин [16], — основание для признания диагностического единства еще более существенно, нежели воспроизведение одинаковых или чередующихся симптомокомплексов: речь идет об идентичных механизмах формирования психической патологии».

Предполагается, что первичная мозговая дисфункция, которая не находит *непосредственного* отражения или находит его в очень малой степени, провоцирует последующую защитную реакцию мозга на нее в форме активации его деятельности, что проявляется в виде усиливающейся тревоги, которая в дальнейшем становится «осевым системообразующим психопатологическим феноменом» [14].

В этом же направлении можно рассматривать и принятую в настоящее время большинством исследователей **биопсихосоциальную концепцию** психических заболеваний. Базовым ее положением является обязательное участие в возникновении и развитии психопатологии трех глобальных факторов (в разных соотношениях): биологического, психологического и социального. Соответственно большое значение придается изучению психосоциальных факторов, актуализирующих биологическую предрасположенность к психическому заболеванию.

Биопсихосоциальная концепция психических заболеваний основана на следующих моделях их этиопатогенеза: «уязвимость-диатез-стресс-заболевание» и «адаптационно-компенсаторная» [5].

Основным постулатом модели «уязвимость-диатез-стресс-заболевание» является динамическая взаимосвязь определяющих ее параметров в возникновении и развитии психического расстройства.

Основным постулатом «адаптационно-компенсаторной модели» является признание ведущей роли адаптационно-компенсаторных механизмов как в формировании психопатологических феноменов, так и в восстановлении психически больных. Именно адаптационно-компенсаторные возможности больного определяют ха-

раक्टर его функционирования в целом и способность совладать со стрессами, встречающимися на жизненном пути индивида, в том числе и с таким мощным стрессом, каким является психическое заболевание.

Адаптационная модель позволяет анализировать механизмы развития болезни как совокупность защитных реакций в ответ на действие болезнетворного фактора. И именно «адаптационный контекст» служит «интегративным фактором» психопатологии [14].

Очевидно, что вышеперечисленные этиопатогенетические модели, определяющие биопсихосоциальную концепцию болезни, не только не являются антагонистическими, но, взаимно дополняя одна другую, в совокупности создают единое представление о полиэтиологическом механизме развития психического заболевания и возможностях противостояния ему.

В основе психического расстройства, исходя из биопсихосоциальных постулатов, лежит состояние психической дезадаптации, возникающее под влиянием стрессорных факторов и вынуждающее центральную нервную систему (на адаптивные возможности которой влияет уязвимость) «защищаться», пытаясь восстановить нарушенный гомеостаз. Для снижения уровня тревоги и напряжения, возникших как проявления психической дезадаптации, организм использует патогенные компенсаторные реакции в виде психопатологических расстройств, мало дифференцированных по отношению к этиологическому фактору [9]. Это служит началом «цепной реакции», которая, в случае недостаточности адаптационно-компенсаторных биологических и психологических ресурсов индивидуума (проявлений психического диатеза), приводит к формированию той или иной психопатологии. Таким образом, симптомы психических расстройств являются своеобразными проявлениями механизмов адаптации к нарушению функций головного мозга.

С большой дозой условности можно сказать, что биопсихосоциальная концепция центрирована на целостном рассмотрении условий развития психических расстройств, при этом диатез-стрессовая модель — преимущественно на процессе возникновения заболевания и его течения, а адаптационная модель — на механизмах формирования его синдромологии, определяющих жизнь индивидуума с психическими расстройствами.

В связи с развитием идей о биопсихосоциальной сущности психических болезней в последние годы возникла необходимость в таком многоосевом диагностическом подходе, который бы, в отличие от имеющихся мультиаксиальных разработок, базировался на определенных теоретических представлениях и одновременно отвечал современным потребностям службы психического здоровья. Такой научной и практической потребности в наибольшей степени соответствует холистический (целостный) подход [6, 18].

Греческое слово «холон» (от др.-греч. ὅλος) переводится как «цельность» или «целостность». В узком смысле под «холизмом» понимают «философию целостности», разработанную южноафриканским философом Я. Сметсом, который ввел этот термин в 1926 году [15]. Холизм в

широком смысле — позиция в философии и науке по проблеме соотношения части и целого, исходящая из качественного своеобразия и приоритета целого по отношению к его составляющим [8].

В психологии под холизмом понимается любой подход, где акцент делается на целостной личности, а не на ее составных частях [10]. При понимании различных заболеваний последователи холистического подхода считают, что нельзя изолированно исследовать расстройство одного органа или системы; современный холистический подход основан на представлении, что не только все органы человеческого тела, но и физические, ментальные, эмоциональные и духовные аспекты в человеке неразрывны и взаимосвязаны.

Холистический подход в области психического здоровья дает возможность более широкого, многогранного и целостного понимания природы человека, ориентируя врача не только на учет, но и на анализ взаимодействия физических, психических и социальных факторов, влияющих на функциональное состояние пациента, и предполагает постановку **биологического, психологического, социального и функционального** диагнозов.

Холистический подход вынуждает психиатра, при всей относительности диагностических оценок, стремиться как можно полнее выявить все особенности анамнеза и текущего состояния пациента, проанализировать динамику заболевания, учесть данные грамотного и всестороннего психологического и соматического обследования и характеристики социального окружения больного, чтобы сформулировать целостное представление о состоянии здоровья данного человека в настоящее время и определить стратегию и тактику программы его лечения и реабилитации.

При холистическом подходе достигается системное понимание сущности психических расстройств, при котором соотношения биологического, психологического и социального «предстают более полными и многогранными, как реципрокные, взаимодействующие и взаимодействующие развитию психического заболевания» [12]. Использование целостного анализа обеспечивает стереоскопическое видение ситуации и позволяет преодолеть старую дихотомию «биологическое или психосоциальное», а также антиномию «первопричины» и четко обозначить природу заболевания с однозначным отношением его к тому или иному классу психических расстройств. Можно сказать, что он является своего рода антитезой линейным (несистемным) моделям понимания психических расстройств, приводящим подчас специалистов одной из помогающих профессий (врачи-психиатры, психотерапевты, психологи, социальные работники и т.д.) к попыткам необоснованного расширения сферы своей профессиональной активности в вопросах, требующих специализированной компетенции других членов терапевтической бригады.

Это важно подчеркнуть еще и потому, что при формулировании индивидуальной терапевтической программы требуется учитывать не только клинические, но и психологические особенности пациента, а также важные

характеристики его социума, поскольку только совокупность saniрующих факторов — усилий самого пациента, правильного поведения его семьи и квалифицированной помощи специалистов службы психического здоровья и социальных институтов — составляет максимальный потенциал восстановления пациента.

Такое положение в известной степени соотносится с замечанием В. С. Ястребова с соавт. [18] о том, что «в качестве необходимого условия оказания психосоциальной помощи лицам с психическими расстройствами все больше утверждается холистический подход, который предполагает проведение комплексных мер, дифференцированных на разных уровнях воздействия — индивидуальном, семейном, институциональном или общества в целом».

Исходя из сказанного, программа лечения и реабилитации должна быть разработана для «каждого больного в каждом конкретном случае» [1] и базироваться на анализе индивидуальной структуры системы психической адаптации с выявлением ее проблемных областей («терапевтических мишеней») и базовых саногенных механизмов, в совокупности составляющих **биопсихосоциальный потенциал адаптации индивидуума**.

Это помогает сформулировать необходимую **персонализированную реабилитационную программу пациента**, составными компонентами которой являются **фармакотерапия, психотерапия и социотерапия**.

Удельный вес каждого из компонентов, составляющих реабилитационную программу конкретного больного, зависит от особенностей проявлений заболевания и этапа его течения, определяющих комплекс проводимых восстановительных мероприятий.

«Современное состояние клинической медицины, — отмечает Н. Г. Незнанов [7], — показывает, что игнорирование индивидуальных характеристик больного существенно ухудшает терапевтический процесс и исход заболевания». Истоки представлений о таком подходе можно обнаружить в формулировании Г. А. Захарьиным [3] необходимости использования при терапевтических мероприятиях двойственного диагноза — *diagnosis morbi et diagnosis aegroti*, т. е. диагноза болезни и диагноза больного, реализация чего, собственно говоря, становится особенно актуальной в настоящее время, так как ориентирует врачей на необходимость разграничения области компетенции каждого из членов терапевтической бригады [17]. Последнее обстоятельство актуализирует проблему организации работы различных специалистов в области психического здоровья с пациентом и его семьей, а именно — интеграции и одновременно целевой координации их усилий.

В целом холистический подход, являясь надежным индикатором эффективности терапевтических вмешательств, позволяет разработать методику выбора индивидуализированно соответствующих конкретному больному психофармакологических препаратов, видов психотерапевтических интервенций и социотерапевтических мероприятий, а также адекватного соотношения удельных весов различных форм специализированной

медицинской помощи в зависимости от этапов течения психических расстройств.

Сказанное диктуется многообразием патогенетических факторов, участвующих в формировании картины заболевания, в том числе, тесной связью процессов синдрообразования с личностными особенностями пациентов и психосоциальными факторами, что непосредственно отражается на внутренней картине заболевания и делает необходимым включение различных видов психотерапии в программы реабилитации. При этом необходимо помнить, что психотерапия при аутохтонных расстройствах, в том числе при непсихотических проявлениях заболевания имеет своей целью не «окончательное» излечение пациента, а приобретение им нового опыта существования с психической болезнью как проблемой, не поддающейся полному устранению и доступной только ограниченному сознательному регулированию. Таким образом, речь идет об адаптации прежнего когнитивного, эмоционального и поведенческого опыта пациента к его функционированию в условиях периодической или постоянной психической дезинтегрированности.

Такой комплекс лечебно-восстановительных мероприятий, осуществляемый по отношению к этим больным, подчиняется задачам прогресса их личностной независимости и социального функционирования, что приносит надежду не только самим пациентам, но и членам их семей [11].

Таким образом, современные тенденции развития психиатрии, направленные на расширение круга специалистов службы психического здоровья и углубление взаимопонимания между ними, смещение акцентов лечения во внебольничные учреждения, создание интегративных персонологических подходов к терапии, гибко адаптированных к индивидуальным нуждам больного и этапам заболевания, повышение уровня знаний населения в вопросах психопрофилактики и психогигиены дают обоснованную надежду на достойное противостояние тенденции роста психопатологии среди населения.

#### Литература

1. Александровский Ю. А. Пограничные психические расстройства. — М. : ГОЭТАР-Медиа, 2007. — 720 с.
2. Александровский Ю. А. Краткий психиатрический словарь. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : РЛС-2008. — 128 с.
3. Захарьин Г. А. Клинические лекции и избранные статьи. — М. : Печатня А. И. Снегиревой, 1910. — 557 с.
4. Каннабих Ю. В. История психиатрии. — М. : АСТ ; Харвест, 2002. — 560 с.
5. Коцюбинский А. П., Скорик А. И., Аксенова И. О. с соавт.. Шизофрения: уязвимость — диатез — стресс — заболевание. — СПб. : Гиппократ+, 2004. — 336 с.
6. Незнанов Н. Г., Акименко М. А., Коцюбинский А. П. Значение школы В. М. Бехтерева в формировании

- биопсихосоциальной концепции нервно-психических расстройств // Сиб. вестник психиатр. и наркол. — 2013. — № 1 (76). — С. 77—81.
7. Незнанов Н. Г. Персонализированная медицина и семантика персонализированного диагноза // Трансляционная медицина — инновационный путь развития современной психиатрии : тезисы конф. 19—21 сентября 2013, Самара / под ред. проф. Н. Г. Незнанова, проф. В. Н. Краснова. — Самара. — 2013. — С. 3.
  8. Никифоров А. Л. Холизм // Новая философская энциклопедия : в 4 т.; т. 4. — М., 2001. — [Электронный ресурс]. — URL: <http://iph.ras.ru/elib/3310.html><http://iph.ras.ru/elib/3310.html> (дата обращения: 21.04.2014).
  9. Нуллер Ю. Л., Пегашова А. Е., Козловский В. Л. Антиципация в семьях психически больных // Соц. и клинич. психиатрия. — 1998. — № 2. — С. 5 — 11.
  10. Психологическая энциклопедия / под ред. Р. Корсини, А. Ауэрбаха. — 2-е изд. — СПб. : Питер, 2006. — 1096 с.
  11. Ретюнский К. Ю. Особенности фармакокинетики палиперидона и его пролонгированной инъекционной формы палиперидона пальмиата // Современная терапия психических расстройств. — 2012. — № 2. — С. 25— 32.
  12. Семичов С. Б. Системный подход и социально-биологическая проблема в психиатрии // Проблемы системного подхода в психиатрии. — Рига, 1977. — С. 39—43.
  13. Смулевич А. Б. Психопатология личности и коморбидных расстройств : учебное пособие. — М. : МЕДпресс-информ, 2009. — 208 с.
  14. Тен В. И. Концепция «единого психоза» Неймана-Шризингера : адаптационная парадигма в психиатрии // Вестник КРСУ (киргизско-российского славянского университета). — 2008. — Т.8, № 4. — С. 151—154.
  15. Философский энциклопедический словарь. — М. : Советская энциклопедия, 1983. — 836 с.
  16. Циркин С. Ю. Аналитическая психопатология. — М. : Бином, 2012. — 288 с.
  17. Черников А. В. Системная семейная терапия : интегративная модель диагностики. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Класс, 2010. — 208 с.
  18. Ястребов В. С., Митихин В. Г., Солохина Т. А. [и др.]. Системно-ориентированная модель психосоциальной реабилитации // Журн. неврол. и психиатр. им. С. С. Корсакова. — 2008. — № 6. — С. 4—10.
  19. Crow T. J. How and why genetic linkage has not solved the problem of psychosis: review and hypothesis // Amer. Journ. Psychiat. — 2007. — Vol. 164. — P. 13—21.
  20. Griesinger W. Die Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten : für Ärzte und Studierede. — 4 Aufl. — Braunschweig, 1876. — 538 S.
  21. Purcell S. M., Wray N. R., Stone J. L. [et al.]. Common polygenic variation contributes to risk of schizophrenia and bipolar disorder // Nature. — 2009. — Vol. 460, No. 8. — P. 748—752.
  22. Wildenauer D. B., Schwab S. G., Maier W. [et al.]. Do schizophrenia and affective disorder share susceptibility genes? // Schizophr. Res. — 1999. — Vol. 39. — P. 107—111.

## СВЯЗЬ УСЛОВИЙ ТРУДА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАБОТНИКОВ ПЕРМСКОГО ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО В ФОРМИРОВАНИИ БОЛЕЗНЕЙ, СВЯЗАННЫХ С РАБОТОЙ

**Наталья Николаевна Малютина**

*доктор медицинских наук, профессор, главный профпатолог Пермского края, Заслуженный врач РФ, ГБОУ ВПО «ПГМА Минздрава России» г. Пермь заведующая кафедрой факультетской терапии №2 и профпатологии,*

**Светлана Владимировна Лузина**

*аспирант кафедры факультетской терапии №2 и профпатологии ГБОУ ВПО «ПГМА Минздрава России» г. Пермь*

*RELATION BETWEEN WORKING CONDITIONS AND SICKNESS RATE OF PERM LOCOMOTIVE DEPOT WORKERS IN FORMING DISEASES, WHICH ARE ASSOCIATED WITH WORK*

*Malyutina Natalya Nikolaevna, MD, professor, Chief pathologist of Perm Krai, Honoured Doctor of the Russian Federation Head of the Department of Therapy and Occupational Pathology №2, SEE HPE Perm State Medical Academy, Perm, Russia  
Luzina Svetlana Vladimirovna, graduate student of the Department of Therapy and Occupational Pathology №2  
SEE HPE Perm State Medical Academy, Perm, Russia*

### АННОТАЦИЯ

*Проанализированы данные заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников локомотивных бригад с учетом влияния производственно-обусловленных факторов. Регулярное воздействие факторов производственной среды, имеющих отклонения от гигиенических норм, приводят к перенапряжению адаптационных механизмов, способствуя возникновению патологических процессов в организме и повышению уровня общей заболеваемости работников локомотивных бригад.*

## ABSTRACT

Analyzed data on sickness rate with temporary disability of locomotive workers' crews, noting the effect of production-related factors. Regular exposure of production environment factors, which have the deviations from the hygienic standards, leads to the overwork of adaptation mechanisms. It also contributes to the emergence of pathological processes in the body and it increases the overall level of the sickness rate among locomotive workers' crews.

Ключевые слова: производственно-обусловленные факторы; работники локомотивных бригад; гипертоническая болезнь; коморбидность; кислотозависимые заболевания.

Keywords: production-related factors; workers of the locomotive brigades; hypertension disease; comorbidity; acid disorders.

К одной из самых многочисленных групп железнодорожных профессий относятся машинисты и помощники машинистов, работа которых связана с обеспечением безопасности движения поездов. Данная категория работников подвергается ряду воздействий различных физических факторов. По данным санитарно-гигиенических характеристик условий труда работников локомотивных бригад, уровень шума в кабинах отдельных тепловозов достигает 118-120 дБ, при предельно допустимом - 110 дБ [6, с. 5]. Неблагоприятным фактором также является вибрация, в литературе описывают превышения параметров предельно допустимых уровней (ПДУ) вибрации в 2-2,5 раза [4, с. 336-348].

Немаловажны для функциональной деятельности основных анализаторных систем машиниста так называемые обстановочные факторы. В первую очередь, это воздействие атмосферных влияний, опосредуемых через величину атмосферного давления; наличие вредных примесей и углекислоты в воздухе, воздействие встречных потоков и перепады температур, а также гравитационные влияния [1, с. 44-51]. Установлено, что при снижении парциального давления кислорода в кабине локомотива у работника наблюдаются снижение трудоспособности, головные боли, головокружение, отмечается неадекватная субъективная оценка своего состояния и действий, вызывающие трудности в управлении объектом, сужение поля зрения и снижение функции ясного видения.

Летом в кабинах машинистов при отсутствии должной вентиляции температура достигает +40-48<sup>0</sup>С при резком снижении относительной влажности и низкой подвижности воздуха. Зимой же температура воздуха на машинах СМ-2 при наружной температуре -20<sup>0</sup>С составляет лишь +4,2<sup>0</sup>С, со значительными перепадами до 11<sup>0</sup>С и отрицательными температурами на уровне пола. Комплекс вредных неблагоприятных факторов способствует снижению умственной и функциональной трудоспособности, скорости переработки информации, повышению порога возбудимости органов зрения и слуха.

Деятельность машинистов и его помощника осуществляется в условиях замкнутого пространства кабины электровоза или локомотива. Работа в основном характеризуется вынужденным положением (сидя или стоя) с ограниченной подвижностью и необходимостью постоянного статистического напряжения. В таких условиях данная категория работников подвергается постоянному воздействию различных факторов производственной среды.

Вся деятельность машиниста может быть разделена на умственную работу, связанную с переработкой информации, и на физическую работу по управлению движением локомотива. Машинист получает непрерывную информацию наблюдения за неподвижными объектами,

находящимися вне кабины локомотива (светофоры, семафоры, переезды), а также за движущимися объектами (пешеходы, транспорт, находящиеся непосредственно у железнодорожного полотна). Все это очень важно для обеспечения безопасности движения.

Другой вид информации для машиниста – сигналы о работе локомотива, которые он получает путем наблюдения за показателями приборов. Поэтому вся деятельность по управлению локомотивом требует прежде всего постоянного напряжения внимания, зрения и слуха. Общая сумма раздражителей, действующих на машиниста во время одной поездки около 7000, из которых 800-900 являются производственно-важными [3, с. 38-43].

Деятельность машиниста протекает на фоне постоянного и значительного нервно-эмоционального напряжения, обусловленного сознанием огромной ответственности за жизнь пассажиров и материальные ценности, за возможности наезда на людей и проезда запрещающих сигналов, за обеспечение движения в соответствии с графиком. Он должен находиться в постоянной готовности в любой момент отреагировать на внезапно появляющиеся сигналы.

Отрицательным фактором в работе машиниста является монотонность. Большинство раздражителей, действующих на машиниста, носит выраженный монотонный характер (ритмические покачивания, шум, однообразие повторяющегося вида ландшафта, малоподвижность), что способствует наступлению преждевременного утомления [2, с. 17-22].

Кроме того, существует ряд факторов, присущих именно поездной работе (плохая видимость в тумане и в темное время суток, при слепящем действии огней или солнечных бликов), которые резко снижают состояние основных профессионально значимых зрительных функций машиниста, таких как острота зрения, сумеречное и цветное зрение, устойчивость к ослеплению.

Необходимо учитывать посменную работу, регулярные ночные дежурства, способствующие десинхронизации и дисфункции системы гомеостаза.

Длительное и многократное воздействие факторов производственной среды, имеющих отклонения от гигиенических норм, как в отдельности, так и в сочетании друг с другом, приводят к перенапряжению адаптационных механизмов, их срыву, способствуют возникновению патологических процессов в организме, снижению качества жизни и повышению уровня общей заболеваемости с временной нетрудоспособностью.

В нашем исследовании проведен анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ) у работников локомотивных бригад Пермского отделения Свердловской железной дороги ОАО «РЖД» в основных

группах общесоматической патологии по данным амбулаторных карт (2775) за период 2012-2013гг., что представлено на рис. 1.

Уровень временной утраты нетрудоспособности составил в 2012г – 92,1 случаев, а в 2013г. – 91,3 случаев на 100 работающих, при среднем показателе за весь период – 91,7.

Как следует из рис.1 болезни органов дыхания у работников локомотивных бригад стоят на первом месте в структуре временной нетрудоспособности и являлись причиной отстранения от рейсов. И это не случайно, поскольку постоянное воздействие комплекса неблагоприятных производственных факторов и чрезмерные физические и нервно-эмоциональное напряжение на фоне интенсификации труда способствуют снижению барьерного иммунитета, частым ОРВИ и последующему формированию хронических заболеваний бронхолегочной системы.

Несмотря на то, что болезни системы кровообращения и органов пищеварения по частоте своей не столь значительны, тем не менее, стоит отметить, что в повседневной клинической практике при тщательном клинико-инструментальном исследовании нередко выявляется сочетанная патология. В частности, наличие артериальной гипертензии (АГ) и язвенной болезни (ЯБ) желудка или двенадцатиперстной кишки (ДПК), не считающимися болезнями, связанными с работой. Заболеваемость работников подвижного состава тяговой части (ТЧ) 17 за 2013 г. с учетом сопутствующей патологии представлена на рис. 2.

Всего на диспансерном учете состоит 1147 человек, у 179 установлен диагноз гипертоническая болезнь, у 120 патология верхних отделов желудочно-кишечного тракта (кислотозависимые заболевания (КЗЗ)). При этом 110 работников имеют сочетание двух и более заболеваний. Наиболее часто встречается сочетание патологии желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы (46%).

В настоящее время проблема коморбидного течения заболеваний остаётся важной как для науки, так и для практического здравоохранения. Безусловно, взаимодей-

ствие между функциональной патологией желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системой представляет несомненный интерес. Патология верхнего отдела желудочно-кишечного тракта может приводить к функциональным расстройствам сердечно-сосудистой системы, возникающим опосредованно через дисфункцию вегетативной нервной системы [5, с. 11-16]. С патогенетической точки зрения обнаружен важный механизм взаимного отягощения, при котором системные циркуляторные нарушения, свойственные АГ, формируют и усугубляют воспалительно-деструктивные процессы слизистой оболочки гастродуоденальной зоны [7, с. 192].

С позиции врача-терапевта общность патогенетических механизмов и этиологических факторов позволяет предположить, что их сочетанное влияние не случайно, а обусловлено срывом адаптационных механизмов, усугубляя при этом развитие основного патологического процесса.

Изучение и анализ вопросов коморбидности в сочетании с производственно- обусловленными факторами является важной задачей современной медицинской науки и практики.

Таким образом, условия труда работников железнодорожного транспорта, связанные с движением поездов включают в себя работу в замкнутом пространстве (кабина электровоза), в вынужденном положении (сидя или стоя) с ограниченной подвижностью и необходимостью постоянного статического напряжения. В развитии общесоматических заболеваний важную роль играют не только общепринятые патогенетически обусловленные факторы риска, но и профессиональные факторы – шум, превышающий предельно допустимые нормы; вибрации, параметры которой выше норм в 2-2,5 раза; электромагнитные поля; неблагоприятные метеорологические факторы; сезонные перепады температур и относительной влажности воздуха в кабине; однообразие и монотонность действий машиниста. Формирование сочетанной патологии сердечно-сосудистой и пищеварительной систем у работников железнодорожного транспорта дает основания утверждать о профессиональной обусловленности и требует более углубленного изучения.



Рисунок 1. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности у работников локомотивных бригад Пермского отделения Свердловской железной дороги ОАО «РЖД».

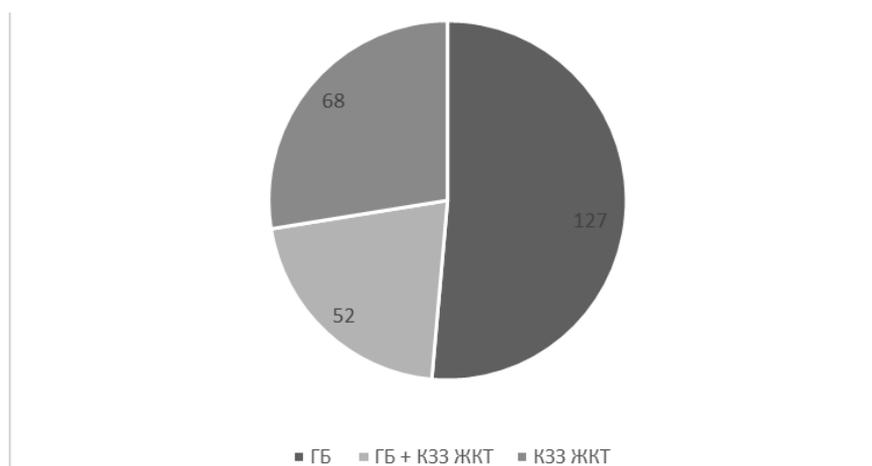


Рисунок 2. Коморбидность заболеваемости гипертонической болезни и кислотозависимых заболеваний желудочно-кишечного тракта работников локомотивных бригад Пермского отделения Свердловской железной дороги ОАО «РЖД».

#### Литература:

1. Бичкаев Я.И., Горохова Л.М., Мартынова Н.А. Влияние производственных факторов на развитие основных заболеваний у различных профессиональных групп железнодорожников // Экология человека. – 2008. - № 1.
2. Капцов В.А., Панкова В.Б., Суворов С.В. Профессиональная и производственно-зависимая заболеваемость железнодорожников // Гигиена и санитария. - 1996. - № 6.
3. Капцов В.А. Основные факторы профессионального риска у работников железнодорожного транспорта // Гигиена и санитария. – 2001. - №1.
4. Клочкова Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте// М.: «Маршрут».- 2004.
5. Лазебник Л. Б, Михеева О. М., Комиссаренко И. А., Алдошина М. А. Особенности сочетанного течения артериальной гипертонии и язвенной болезни у пожилых больных.// Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2004.-№ 6.
6. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Минздрав России, Москва.
7. Цфасман А.З. Профессия и гипертония //М: «Эксмо».- 2012.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

**Рашитов Ленар Зулфарович**

*Д.м.н., доцент, Казанский государственный медицинский университет, г.Казань*

**Мавлютова Гузель Хурматовна**

*Аспирант, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань*

### RESEARCH METHODS EXPOSED TO LOW DOSES OF IONIZING RADIATIONS

*Rashitov Lenar Zulfarovich, MD, assistant professor, Kazan State Medical University, Kazan*

*Mavlyutova Guzel Khurmatovna, PhD student, Kazan State Medical University, Kazan*

#### Аннотация

Малые дозы облучения ввиду накопления воздействия в организме с интервалом времени часто приводят к возникновению раковых и иных заболеваний. Специфичными для действия радиации цитогенетическими нарушениями остаются стабильные и нестабильные аберрации хромосомного типа. Метод микроядерного теста для индикации пострадиационных эффектов у человека по своей чувствительности уступает методу хромосомных аберраций. Разнообразие и выбор метода исследования имеет важное значение для профилактики и предупреждения отдаленных негативных последствий на организм человека малых доз радиации.

#### Abstract

Low doses of radiation exposure due to accumulation in the body with an interval of time often lead to cancer and other diseases. Specific to the effects of radiation cytogenetic disorders remain stable and unstable chromosomal aberrations. Micronucleus test method for indicating radiation effects in humans in their sensitivity inferior method of chromosomal aberrations. Variety and choice of research is important for prevention and control of remote negative effects on the human body small doses of radiation.

**Ключевые слова:** методы; малые дозы; ионизирующая радиация.

**Key words:** metods; low doses; ionizing radiation.

Долгое время главным эффектом радиации считалось не изменение генетического материала, не нарушение иммунитета и не возникновение злокачественных заболеваний, а покраснение кожи после облучения, то есть радиационный ожог, вызываемый мощными дозами. Многие специалисты в области радиологии утверждают допустимость малых доз излучения против специалистов, которые изучают опасность влияния любой дополнительной радиации к естественному радиационному фону.

Еще в 1950 г. выдающийся шведский радиобиолог Р.М. Зиверт пришел к заключению, что для действия радиации на живые организмы нет порогового уровня, ниже которого не обнаруживается поражения у каждого облученного организма (так называемый детерминированный (определенный) эффект). При облучении в меньших дозах эффект будет стохастическим (случайным), т. е. определенные изменения среди группы облученных обязательно возникнут, но у кого именно - заранее неизвестно.

Облучение в малых дозах вызывает повреждение лишь небольшой доли клеток. Некоторые из таких повреждений обратимы. Поврежденные и погибшие клетки всегда распределены случайным образом в пространстве и во времени. Небольшое количество таких функционально недействующих клеток не имеет значения в большинстве зрелых тканей, хотя представляют потенциальную основу для новообразований. [4, с.10]

В эмбриональных клетках даже одиночный клеточный дефект может усиливаться, приводя к нарушениям развития, тератогенезу и мутагенезу. Для выявления таких эффектов необходимы статистические и эпидемиологические методы исследования.

Из года в год изменяются представления о безопасной максимальной эквивалентной дозе для персонала, работающего с радиоактивными веществами [1, с.9]:

- 1925 год – 1560 мЗв/год;
- 1934 год – 300 мЗв/год;
- 1954 год – 150 мЗв/год;
- 1958 год – 50 мЗв/год;
- 1990 год – 20 мЗв/год.

Таким образом, с момента начала официального регулирования (1925 г.), эта доза уменьшилась в 78 раз.

Для выявления и исследования малых доз ионизирующего излучения нужно дать гигиеническую оценку условий труда, проводить углубленный медицинский осмотр работников. Статистическими методами рассчитывать долю опасности малых доз ионизирующего излучения.

При оценке эффектов биологического действия радиации в малых дозах возможна регистрация цитогенетических и гематологических повреждений: частоты хромосомных перестроек, числа лимфоцитов с микроядрами, а также частоты клеток-носителей соматических мутаций в периферической крови. [2 с. 323-325]

Первичные повреждения генома в клетках-мишенях являются биоиндикатором мутагенного воздействия радиации. Специфичными для действия радиации цитогенетическими нарушениями остаются стабильные и нестабильные абберации хромосомного типа, оценка частоты

которых используется также для ориентировочной дозиметрии радиационного воздействия. [5, с.161]

Внешние дозовые нагрузки на человека, в том числе на его отдельные органы и ткани, определяются методами прямого измерения радиоактивного излучения индивидуальными дозиметрами различных типов, которые могут быть размещены на тех или иных участках тела, а затем эти показания могут быть экстраполированы на другие его участки с учетом геометрии измерения и поправочных коэффициентов, полученных с учетом моделей-фантомов (стандартная модель человека, изготовленная из пластических материалов, соответствующих биологической плотности той или иной ткани).

Определение дозовых нагрузок на человека ведется по какой-либо выбранной модели путей облучения человека. Существует сравнительно большой набор моделей, учитывающий механизм поступления радионуклидов и множество других факторов. Имеются специальные рекомендации Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ) по методам построения и использованию моделей радиационного воздействия на человека и их роли в оценке доз облучения (Публикация 29 МКРЗ, 1980; Публикация 40, 43 МКРЗ, 1987 и др.).

Существует и широко используется метод микроядерного теста для индикации пострадиационных эффектов у человека. Этот метод выполняется быстрее и проще по сравнению с предыдущим, хотя по своей чувствительности он уступает методу хромосомных аббераций. Связь между дозой облучения и количеством микроядер в лимфоцитах периферической крови прямая и определяется при анализе микроядер в одноядерных клетках. [3]

Также применяют метод удваивающей дозы, т.е. дозы, вызывающей такое же количество мутаций, которое происходит в естественных условиях. Теоретически линейно-беспороговая гипотеза радиационных повреждений наиболее обоснована для цитогенетических нарушений, т.е. появления хромосомных аббераций и точковых мутаций в соматических и половых клетках человека. Расчеты генетического риска с позиции этой гипотезы были проведены Научным комитетом по действию атомной радиации при ООН (НКДАР). Эти расчеты для человека основывались на данных, полученных при облучении мышей в дозах 1–6 Зв после введения ряда поправочных коэффициентов для экстраполяции от мышей на человека (размер генома мыши и человека, различное время созревания половых клеток и периода репродуктивной жизни, разное количество потомства, различная радиочувствительность и др.).

Разнообразие и выбор метода исследования имеет важное значение для профилактики и предупреждения отдаленных негативных последствий на организм человека малых доз радиации. С каждым годом все увеличивается количество персонала, подвергающихся облучению малыми дозами излучения. Это и атомная энергетика, медицина, фармацевтика, пищевая промышленность, строительство, транспорт, оборона и многое другое. Поэтому тяжесть радиационных повреждений должна вовремя диагностироваться и прогнозироваться их исход, что является важным при выборе методов терапии.

## Список литературы:

1. Краткая историческая сводка по нормативным пределам годовых доз в США. «Энергетика и безопасность», № 15, с. 9.
2. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующее излучение): Учебник. Москва: Физматлит, 2004, 448 с.
3. Пушкарев Сергей Анатольевич. Роль репарации поврежденных ДНК и апоптоза в формировании адаптивного ответа у лиц, подвергшихся хроническому радиационному воздействию. Автореферат. Научная библиотека диссертаций и авторефератов.
4. Яблоков А.В. Миф о безопасности малых доз радиации. – Москва: Издательский центр «Проект-Ф», 2002.
5. www.medline.ru том 9, молекулярная биология. Пикалова Л.В. Применение цитогенетических методов исследования хромосом в радиологии.

## РЕЦИДИВЫ РАКА ВУЛЬВЫ, ИХ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Василий Александрович Пушкарёв**

доктор медицинских наук, заведующий отделением оперативной гинекологии  
Республиканского клинического онкологического диспансера, г. Уфа

**Ильдус Маратович Мазитов**

врач-онколог отделения оперативной гинекологии Республиканского клинического онкологического диспансера,  
аспирант кафедры хирургии и онкологии с курсами, ИПО БГМУ, г. Уфа

**Шамиль Масгутович Хуснутдинов**

кандидат медицинских наук, заведующий патоморфологическим отделением Республиканского клинического онкологического диспансера, доцент кафедры хирургии и онкологии с курсами, ИПО БГМУ, г. Уфа

**Николай Ильич Никитин**

доцент кафедры акушерства и гинекологии, ИПО БГМУ, г. Уфа

## RECURRENCES OF THE VULVA AND THEIR PROGNOSTIC FACTORS

Vasily Alexandrovich Pushkarev, Doctor of Science Head of department of operative gynecology National Clinical Cancer dispensera, Ufa

Ildous Maratovich Mazitov, oncologist department operational gynecology Republican Clinical Cancer dispensera, graduate student of the Department of Surgery and Oncology Course IPO BSMU, Ufa

Shamil Masgutovich Khusnutdinov, PhD, Head of the department of Pathology, National Clinical Cancer dispensera, Associate Professor Department of Surgery and Oncology, with courses IPO BSMU, Ufa

Nikolai Ilyich Nikitin, Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology IPO BSMU, Ufa

## АННОТАЦИЯ

Представлены результаты хирургического и комбинированного лечения 97 больных раком вульвы I-III стадий, сроки выявления у них рецидивов заболевания, их зависимость от стадии болезни, возраста пациенток, глубины инвазии опухоли, морфологической структуры.

Ключевые слова: рак вульвы, рецидивы, факторы их прогноза.

## ABSTRACT

The results of surgical and combined treatment of 97 patients with vulvar cancer stage I-III, the timing of detection of their disease recurrence, their dependence on the stage of the disease, age of patients, tumor invasion depth, the morphological structure.

Keywords: cancer of the vulva, recurrent factors of the forecast.

## Актуальность

Рак вульвы (РВ) в основном выявляется у пожилых женщин, находящихся в менопаузе, чаще всего, в возрасте 60-80 лет. Несмотря на тот факт, что данная локализация доступна для визуального осмотра, малосимптомное течение болезни в ранней стадии, отсутствие хорошо налаженных профосмотров, особенно неорганизованного населения, приводит к поздней обращаемости боль-

ных к врачу. В связи с этим более 50 % пациенток поступают в лечебные учреждения с III-IV стадиями злокачественного процесса, когда эффективность проводимого лечения снижена, а наличие сопутствующей патологии часто делает вообще невозможным выполнение радикального лечения [1,2,3,4,5,6].

В силу особенностей анатоми-топографического строения наружных половых органов с чрезвычайно раз-

витой сетью лимфатических сосудов рак данной локализации является заболеванием весьма агрессивным, т.к. обладает выраженной склонностью к быстрому росту, раннему метастазированию и рецидивированию. По данным литературы, общая 5-летняя выживаемость у больных РВ не превышает 50 %. Не меньшую трудность представляет собой лечение рецидивов РВ, которые возникают в течение первых 5 лет - от 30 % до 60 % случаев. Основными причинами летальных исходов являются несвоевременная диагностика и нерадикальность проведенного лечения. Больные чаще всего погибают от рецидивов и метастазов [2,3,6].

Рецидив означает повторное появление признаков болезни после периода ремиссии. Возникновение рецидива всегда связано с неадекватным или нерадикальным хирургическим лечением или лучевой терапией. В действительности причин возникновения рецидива может быть значительно больше, механизмы их развития сложнее и до конца не установлены. Чаще выделяют совокупность факторов при каждой нозологической форме заболевания, дающую возможность с определенной степенью вероятности прогнозировать риск возврата болезни [3,4,7,8].

Рецидивы РВ по сравнению с первичной опухолью отличаются повышенной степенью злокачественности и устойчивостью к терапевтическому воздействию, часто приводят к значительным анатомо-топографическим нарушениям в области возникновения. Все это делает крайне тяжелым их успешное лечение. Рецидивирование зависит от глубины инвазии опухоли - чем больше инвазия опухоли, тем короче безрецидивный период. Такая зависимость четко прослеживается у больных РВ в группах с одинаковой стадией заболевания. Из общего числа рецидивных больных при РВ более чем в 70 % случаев рецидивы выявляются в первые три года наблюдения. Поэтому этот срок надо считать наиболее «опасным» периодом для их возникновения, что требует необходимости частого динамического диспансерного наблюдения за больными с применением инструментально-лабораторных методов исследования для более раннего выявления рецидива опухоли с последующим незамедлительным лечением [6,7].

Прогноз при рецидиве РВ зависит от его локализации и сроков возникновения. Так, лечение эффективно только при изолированном рецидиве в области вульвы без поражения лимфатических узлов. Стойкое излечение при рецидивах в области вульвы наблюдается в 40–80 % случаев. При диагностировании локального рецидива через 2 года и более после проведения первичной операции комбинация лучевой терапии и оперативного лечения дает 5-летнюю выживаемость более 50 %. Причинами возникновения рецидива являются: нерадикальная резекция опухоли (ближе 1 см от края опухоли — у 50 % больных), глубокая инвазия опухоли; большой размер опухоли [3,7,8].

Тактика лечения при рецидиве РВ индивидуальна: если возможно, то выполняется радикальная резекция, в остальных случаях — комбинированное или комплексное лечение. У больных с метастазами в паховые лимфатические узлы, особенно множественными, двусторонними, с прорастанием в окружающие ткани, велика вероятность возврата заболевания с поражением подвздошных или тазовых лимфатических узлов и внутренних органов. Прогноз для пациенток с регионарным или системным возвратом заболевания неблагоприятный. Метастазы в лимфатические узлы часто не позволяют выполнить радикальную операцию; лучевая терапия при больших рецидивах малоэффективна, действенные схемы химиотерапии на сегодняшний день отсутствуют.

#### **Цель исследования**

Целью исследования явилось изучение клинической характеристики, морфологических особенностей и частоты рецидивирования у больных РВ (по материалам Республиканского клинического онкологического диспансера г. Уфы).

#### **Материалы и методы**

В основу работы представлены данные клинических наблюдений 20 больных с рецидивами РВ, проходивших лечение в отделении гинекологии с 2009 по 2013 гг.

Из 97 пациенток I-III стадиями заболевания, получивших хирургическое или комбинированное лечение в РКОД г. Уфы с 2009 по 2013 гг., на начало 2014 года умерло от рецидива заболевания 20 (20,6%).

По возрасту больные распределились следующим образом:

от 41 года до 50 лет было 2(10,0%) пациентки, от 51 года до 60 лет - 2(10,0%), от 61 года до 70 лет - 6(30,0%), от 71 года до 80 лет – 9(4,5%), более 80 лет – 1(5,0%). Анализ распространенности заболевания внутри каждой возрастной группы показал, что в возрасте до 50 лет у 12 (12,4%) пациенток диагностирована I стадия заболевания, у 2 (2,1%)-II, в то время как у больных старше 50 лет I стадия выявлена у 25(25,8%) пациенток, II – у 36(37,1%), III – у 22 (22,7%).

Результаты продолжительности жизни умерших больных после лечения распределились следующим образом: от 6 месяцев до 1 года прожили 11(55,0%) женщин, от 1 года до 2 лет – 7(35,0%), от 2 лет до 3 лет – 1(5,0%), более 3 лет – 1(5,0%).

Наибольший удельный вес среди умерших представляла группа с III стадией заболевания – 16(80,0%); возрастные группы 61-70 лет и 71-80 лет - по 30,0% и 45,0% соответственно. Меньше больных было в возрастной группе от 41 года до 60 лет – 20,0%. Анализ распространенности заболевания внутри каждой возрастной группы показал, что до 60 лет у 2(10,0%) пациенток диагностирована I стадия заболевания, у 2(10,0%) – II, в то время как у больных старше 60 лет III стадия – у 16(80,0%). Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Распределение больных с рецидивами РВ по возрасту и стадиям заболевания

Стадия заболевания	Возраст (лет)					Всего	
	41-50	51-60	61-70	71-80	81 и старше	абс.	%
I	2	-	0	-	-	2	10,0
II	-	2	0	-	-	2	10,0
III	-	-	6	9	1	16	80,0
всего	2	2	6	9	1	20	100,0

В таблице 2 представлены данные о распределении умерших в зависимости от длительности анамнеза и стадии заболевания. Из полученных показателей видно,

что чаще всего больные умирали с длительностью анамнеза более 6 месяцев - 16(80,0%).

Таблица 2

## Распределение умерших больных с рецидивами РВ от длительности анамнеза и стадии заболевания

Стадия	До 1-3 мес.	3-6 мес.	Более 6 мес.	Всего
I	2	0	0	2
II	0	2	0	2
III	0	0	16	16
Всего	2-10,0%	2-10,0%	16-80,0%	20-100,0%

Зависимость продолжительности жизни больных с рецидивами РВ после хирургического лечения от стадии заболевания

Таблица 3

Стадия	от 6 мес. до 1 года	от 1 года до 2 лет	от 2 лет до 3 лет	более 3 лет	Всего
I	0	0	1	1	2
II	0	1	1	0	2
III	8	7	1	0	16
Всего	8-40,0%	8-40,0%	3-15,0%	1-5,0%	20-100,0%

Среди умерших больных РВ с I-II стадиями прожили после хирургического и комбинированного лечения от 1 года до 2 лет – 1 пациентка(5,0%), от 2 до 3 лет – 2(10,0%), более 3 лет - 1(5,0%); с III стадией заболевания из 16(80,0%) пациенток прожили от 6 месяцев до 1 года - 8(40,0%), от 1 года до 2 лет - 7(35,0%), от 2 лет до 3 лет -1(5,0%).

Таблица 4

## Зависимость морфологической структуры опухоли и стадии заболевания в группе умерших пациенток

Стадия	Морфологическая структура		
	плоскоклеточный ороговевающий рак (высокодифференцированный)	плоскоклеточный неороговевающий рак (умереннодифференцированный)	плоскоклеточный неороговевающий рак (низкодифференцированный)
I (n=2)	1	1	0
II (n=2)	1	1	0
III (n=16)	5	6	5
Всего	7	8	5

По морфологической структуре опухолей в зависимости от стадии заболевания умершие пациентки распределились следующим образом: плоскоклеточный ороговевающий рак (высокодифференцированный) наблюдался у 7 больных (35,0%), плоскоклеточный неороговевающий рак (умереннодифференцированный) – у 8(40,0%),

плоскоклеточный неороговевающий рак (низкодифференцированный) - у 5(25,0%) (табл.4) .

Зависимость вида хирургического лечения и рецидивов заболевания представлена в таблице 5.

Таблица 5

## Зависимость рецидива РВ от вида хирургического лечения

Виды хирургического лечения	рецидивы
вульвэктомия	3
вульвэктомия с пахово-бедренной лимфаденэктомией	16
гемивульвэктомия	1
всего	20

В зависимости от произведенного хирургического лечения, рецидивы распределились следующим образом: при вульвэктомии – у 7(15,0%) пациенток, вульвэктомия с пахово-бедренной лимфаденэктомией - у 16(80,0%), гемивульвэктомия – у 1(5,0%).

При I стадии заболевания у 1 пациентки была произведена операция гемивульвэктомия, у 1 – вульвэктомия, при II стадии заболевания - у 2 больных вульвэктомия. При III стадии заболевания у 16 пациенток произведена вульвэктомия с пахово-бедренной лимфаденэктомией.

В анамнезе отмечены сопутствующие экстрагенитальные заболевания, а именно сердечно-сосудистой системы: гипертоническая болезнь – у 14 (70,0%) больных, атеросклероз – у 8 (40,0%), варикозное расширение вен нижних конечностей – у 5(25,0%); органов дыхания: пневмония – у 3 (15,0%); детские инфекции ( корь, скарлатина) – у 9 (45,0%); органов пищеварения: хронический холецистит – у 6 (30,0%), хронический гастрит – у 4 (20,0%). Часто встречались такие заболевания как ожирение – у 5 (25,0%) пациенток, сахарный диабет – у 6(30,0%), анемия – у 4(20,0%).

Наиболее частыми гинекологическими заболеваниями в анамнезе были кольпит, вульвит – у 9 (45,0%) пациенток, эрозия шейки матки, цервицит – у 7(35,0%), лейкоплакия и крауроз вульвы – у 12(60,0%).

Из перенесенных ранее операций аппендэктомия была у 2 (10,0%) пациенток, 114тонзиллэктомия – у 1

(5,0%), ампутация матки с придатками по поводу фибромиомы матки – у 2 (10,0%), внематочная беременность - у 1(5,0%), удаление кисты яичника – у 1 (5,0%), кесарево сечение – у 1 (5,0%).

**Выводы**

Таким образом, возникновение рецидива РВ находится в прямой зависимости от распространенности процесса. Из 97 пролеченных больных РВ I-III стадий умерли от рецидива в течение 3-х лет 20 (20,6%) пациенток, т.е. трехлетняя выживаемость составила 79,4%.

При анализе сроков возникновения рецидивов у больных РВ отмечено, что при увеличении глубины инвазии опухоли прослеживается укорочение их средних сроков. Так, у 2 больных с I стадией заболевания средний срок возникновения рецидива составил 36 месяцев при глубине инвазии 1-2 мм. При II стадии заболевания средний срок возникновения рецидива составил 24 месяца с глубиной инвазии опухоли 1-2 мм. При III стадии РВ средний срок возникновения рецидива составил 15 месяцев при глубине инвазии более 5 мм.

В основном рецидивы заболевания возникли у больных с III стадией заболевания (80,0%), в возрасте старше 61 года – 80,0%. На основании описанных данных важным прогностическим фактором у больных РВ является степень распространенности злокачественного процесса, глубина инвазии опухоли (чем больше глубина инвазии, тем короче срок возникновения рецидива заболевания).



Рис. 1. Рак вульвы ст.3. Рецидив (В 2012 г. Вульвэктомия, ДЛТ.)  
Гистологически: плоскоклеточный рак.



Рис. 2. Рак вульвы ст. 2 (Лазерная терапия 2012 г. по поводу лейкоплакии вульвы).  
Гистологически: плоскоклеточный рак.

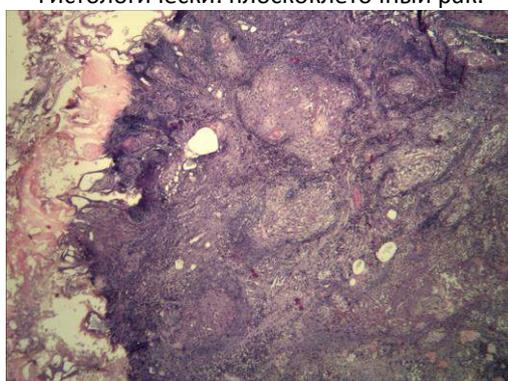


Рис. 3. Увеличение в 40 раз. Комплексы высокодифференцированного плоскоклеточного рака с роговыми «жемчужинами».

Гистологически: плоскоклеточный рак.



Рис.4. Увеличение в 400 раз. Роговая жемчужина.

Гистологически: плоскоклеточный рак.

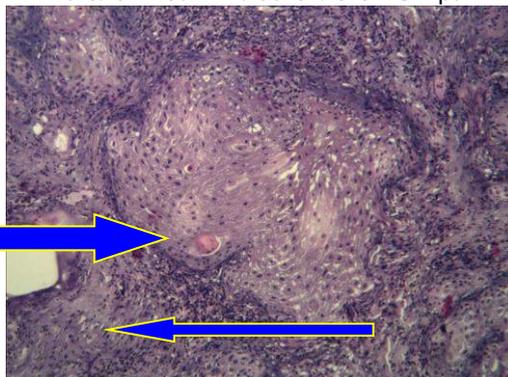


Рис.5. Увеличение в 100 раз. Стрелкой указаны группы клеток плоскоклеточного рака и роговые жемчужины.  
Гистологически: плоскоклеточный рак.

**Список литературы:**

1. Ашрафян Л. А., Харченко Н. В., Киселев В. И. и др. Рак вульвы: этиопатогенетическая концепция.-М.: Молодая гвардия, 2006.-С.138- 149.
2. Вишневская Е. Е. Рак вульвы (по материалам РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова) // Онкологический журнал. - 2008.-Т.2. - №3 (7). - С.38-42.
3. Жаров А. В. Хирургическое лечение больных раком вульвы // Практическая онкология. - 2006. - Т. 7. - № 4. - С. 205-215.
4. Пушкарев В. А., Мазитов И. М., Хуснутдинов Ш. М. Клинические проявления и факторы риска у больных раком вульвы // Креативная онкология и хирургия. - 2012. - № 2. <http://eoncosurg.com/>
5. Урманчеева А. Ф. Эпидемиология рака вульвы. Факторы риска и прогноза // Практическая онкология. - 2006. - Т.7, № 4. - С.189-196.
6. Турчак А. В. Причины возникновения рецидивов рака вульвы и перспективы их лечения // Онкология. - 2009. - Т.11, №2. - С.158-158-160.
7. Франк Г.А. Рецидив злокачественной опухоли: понятие, сущность, терминология. Рос. онкол. журнал 2006; 3: 2-7.
8. Boyce J, Fruchter RG, Kasammbilides E, et al. Prognostic factors in carcinoma of the vulva . Gynecol. Oncol. 1985; 20: 364-77.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕРЕНТНОЙ ТЕРАПИИ НА ДИНАМИКУ ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ИММУННЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ПРИ КОНВЕРСИОННОМ РАССТРОЙСТВЕ

**Подсеваткин Вячеслав Григорьевич**

*главный врач ГАУЗ РМ «Республиканская психиатрическая больница», доктор мед. наук, профессор Мордовский Государственный Университет, г. Саранск*

**Кiryukhina Светлана Владимировна**

*зам. главного врача по медицинской части ГАУЗ РМ "РПБ", доктор мед. наук, профессор Мордовский Государственный Университет, г. Саранск*

**Говш Елена Владимировна**

*заведующая лабораторией клинической иммунологии ГАУЗ РМ "РПБ", Мордовский Государственный Университет г. Саранск*

**Подсеваткина Светлана Вячеславовна**

*заведующая отделением реанимации ГАУЗ РМ "РПБ", кандидат мед. наук, доцент, Мордовский Государственный Университет, г. Саранск*

### STUDY OF DYNAMICS EFFERENT THERAPY OF CIRCULATING IMMUNE COMPLEXES OF VARIOUS MOLECULAR WEIGHTS IF CONVERSION DISORDER

*Podsevatkin Vyacheslav, head physician of GAUS RM "Republican Psychiatric Hospital", dr. medical sciences, professor Mordovia State University, Saransk*

*Kiryukhina Svetlana, deputy head of the medical unit of GAUS RM "Republican Psychiatric Hospital", dr. medical sciences, professor Mordovia State University, Saransk*

*Govsh Elena, head of the laboratory of clinical immunology of GAUS RM "Republican Psychiatric Hospital", Mordovia State University, Saransk*

*Podsevatkina Svetlana, head of the department of intensive care of GAUS RM "Republican Psychiatric Hospital", candidate medical sciences, associate professor, Mordovia State University, Saransk*

#### АННОТАЦИЯ

*Цель. Изучить влияния мембранного плазмафереза на уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в комплексном лечении пациентов с конверсионным расстройством. Метод. Содержание ЦИК в крови определяли методом осаждения на полиэтиленгликоле. Результат. Диазепам в виде монотерапии способствует увеличению содержания ЦИК средней и мелкой фракций, в сочетании с мексидолом, тимогеном и гипербарической оксигенацией предотвращает повышение уровня ЦИК разной молекулярной массы, а в комбинации с мембранным плазмаферезом - снижает ЦИК разных фракций. Вывод. Использование эфферентной терапии позволяет ее рекомендовать в сочетании с метаболической терапией для лечения конверсионного расстройства.*

#### ABSTRACT

*Purpose. Study the effects of membrane plasmapheresis on the level of circulating immune complexes (CIC) in the complex treatment of patients with conversion disorder. Method. CIC content in the blood was determined by deposition on polyethylene glycol. Result. Monotherapy of diazepam increases the content of the CIC medium and fine fractions, combined with meksidol, timogen and hyperbaric oxygen therapy prevents the increase of the level of the CIC of different molecular weight, and in combination with membrane plasmapheresis - reduces the CIC different factions. Output. Use of efferent therapy allows her to recommend in conjunction with metabolic therapy for the treatment of conversion disorder.*

*Ключевые слова: мембранный плазмаферез; конверсионное расстройство*

*Key words: membrane plasmapheresis; conversion disorder*

**Введение.** За последние годы эфферентная терапия нашла широкое применение в различных отраслях медицины, в том числе и в психиатрии.

Реактивные состояния, возникающие после тяжелых стрессов, сопровождаются резким расстройством метаболизма с освобождением разного рода биологически активных веществ, экзо или эндотоксинов, способствующих закреплению пока еще функциональных расстройств психики [1,с.153]. Помимо этих неспецифических нарушений гомеостаза, приводящих к психическим расстройствам, имеются свидетельства участия аутоиммунных механизмов в генезе и собственно психических заболеваний. Об этом говорит обнаружение аутоантител к мозговой ткани, к глутаматмембрансвязывающему белку, повышенного уровня ЦИК и IgM, снижение желперно-супрессорного соотношения у этих больных [1,с.153].

В работах проведенных нами ранее показано нарушение иммунного гомеостаза при различных психических расстройствах невротического уровня, а также показано оптимизирующее влияние метаболической терапии: мексидола, тимогена, гипербарической оксигенации при ее совместном применении с анксиолитиками бензодиазепинового ряда на состояние некоторых показателей клеточного и гуморального иммунитета, функциональную активность кислородзависимых систем нейтрофилов [2,с.49;3,с.40;4,с.70;5,с.75;6,с.75].

В связи с этим, целью нашего исследования явилось изучение влияния мембранного плазмафереза на уровень циркулирующих иммунных комплексов в сочетании с анксиолитиком, антиоксидантом, иммунокорректором и гипербарической оксигенацией при лечении конверсионного расстройства.

**Материал и методы.** В исследовании участвовали пациенты, страдающие истерическим конверсионным расстройством, рубрика по МКБ 10 - F44.0-44.7, «диссоциативное (конверсионное) расстройство». Все они находились на лечении в Мордовской республиканской психиатрической больнице и дали информированное согласие на исследование.

Критерием включения пациентов в исследование являлось наличие конверсионного расстройства, обусловленного значимой для больного психогенией. Критериями исключения – наличие соматических заболеваний.

В выборку вошли 60 больных (3 мужчин и 57 женщин) в возрасте от 21 года до 44 лет (средний 33,1±2,3 года), поделенных на 3 группы. В 1-й группе изучалась динамика ЦИК под воздействием диазепама в виде моно+терапии: с первого дня пребывания в стационаре назначался диазепам по 2 мл внутримышечно 2 раза в день в течение 20 дней. Во 2-й группе – диазепама в сочетании с метаболической терапией: наряду с диазепамом ежедневно, один раз в день в течение 20 дней, с первого дня лечения назначали мексидол по 200 мг (4 мл 5% раствора) внутривенно капельно на 200 мл физиологического раствора натрия хлорида в течение 10 дней, с последующим переходом на таблетированную форму по 125 мг 2 раза в сутки до 20 дней, тимоген 0,01% по 1 мл внутримышечно ежедневно в течение 5 дней, сеансы гипербарической оксигенации (общим курсом 15 сеансов) в барокамерах типа БЛКС-301 и 303 МК при длительности изопреции 40 мин, избыточном давлении 1,6 атмосферы. В 3-й группе – комбинации диазепама с метаболической терапией и одним сеансом мембранного плазмафереза, выполненным на 2-3 сутки после поступления.

Исследование уровня циркулирующих иммунных комплексов разной молекулярной массы в сыворотке крови проводили осаждением на полиэтиленгликоле [7,с.156]. Перечисленные исследования проводили при поступлении в стационар, а также на 10-й и 20-й дни лечения. Контрольную группу составили 45 здоровых доноров.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью стандартного пакета программ Statistics 6.0.

**Результаты и обсуждение.** У пациентов, страдающих конверсионным расстройством, при поступлении в стационар наблюдался дисбаланс иммунных реакций в виде повышения циркулирующих иммунных комплексов мелкой фракции до 69,9±5,9 у.е. (табл. 1).

Лечение диазепамом в виде монотерапии способствовало отрицательной динамики иммунных расстройств, вызванных заболеванием: на 10-й день терапии отмечалось повышение уровня циркулирующих иммунных комплексов мелкой и средней молекулярной массы, на 20-й день - увеличивалось количество ЦИК всех фракций (табл. 1).

**Таблица 1**

**Показатели циркулирующих иммунных комплексов у здоровых лиц и пациентов с конверсионным расстройством в разные периоды лечения диазепамом**

№	Показатель	Здоровые	Пациенты до лечения	10-й день терапии	20-й день терапии
1	Крупные ЦИК, у.е.	2,2±0,35	3,0±0,54	3,1±0,48*	3,9±0,31*#
2	Средние ЦИК, у.е.	6,4±1,2	6,0±0,9	17,4±2,7*#	19,9±2,5*#
3	Мелкие ЦИК, у.е.	56,9±6,1	69,9±5,9 *	91,7±10,7*#	93,5±10,9*#

*Примечание.* \* - достоверные различия с группой здоровых на уровне  $p < 0,05$ , # - по отношению к периоду до лечения при  $p < 0,05$ .

Комплексная терапия с использованием диазепама, мексидола, тимогена и гипербарической оксигенации, воздействуя на основные звенья стресс-реакции: чрезмерную активацию антиоксидантных систем, тканевую гипоксию, дисбаланс иммунных реакций, предотвращала

повышение уровня крупных и мелких циркулирующих иммунных комплексов, способствовала менее значительному росту уровня иммунных комплексов средней молекулярной массы (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели циркулирующих иммунных комплексов у здоровых лиц и пациентов с конверсионным расстройством в разные периоды лечения диазепамом в сочетании с метаболической терапией**

№	Показатель	Здоровые	Пациенты до лечения	10-й день терапии	20-й день терапии
1	Крупные ЦИК, у.е.	2,2±0,35	3,0±0,54	2,9±0,51	2,9±0,53
2	Средние ЦИК, у.е.	6,4±1,2	6,0±0,9	12,1±1,0*#	12,9±1,2*#
3	Мелкие ЦИК, у.е.	56,9±6,1	69,9±5,9 *	66,7±10,4	63,4±11,0

Примечание. \* - достоверные различия с группой здоровых на уровне  $p < 0,05$ , # - по отношению к периоду до лечения при  $p < 0,05$ .

В группе пациентов, где был проведен сеанс плазмафереза, мы наблюдали снижение циркулирующих иммунных комплексов всех фракций, причем данный результат сохранялся как на 10-й, так и на 20-й день терапии (табл. 3). Мембранный плазмаферез способствовал элиминации ЦИК разной молекулярной массы, образовавшихся в результате расстройства метаболизма,

вызванного стрессом, и включением иммунологических механизмов защиты. Циркуляция иммунных комплексов в крови также вызывает резистентность к проводимому лечению [1, с.154]. Проведение эфферентной терапии способствовало снижению ЦИК и тем самым уменьшало фармакорезистентность к психотропным препаратам.

Таблица 3

**Показатели циркулирующих иммунных комплексов у здоровых лиц и пациентов с конверсионным расстройством в разные периоды лечения диазепамом в сочетании с эфферентной и метаболической терапией**

№	Показатель	Здоровые	Пациенты до лечения	10-й день терапии	20-й день терапии
1	Крупные ЦИК, у.е.	2,2±0,35	3,0±0,54	1,6±0,44#	1,9±0,45#
2	Средние ЦИК, у.е.	6,4±1,2	6,0±0,9	3,3±1,0*#	4,0±1,4*#
3	Мелкие ЦИК, у.е.	56,9±6,1	69,9±5,9 *	45,6±6,2*#	46,3±7,1*#

Примечание. \* - достоверные различия с группой здоровых на уровне  $p < 0,05$ , # - по отношению к периоду до лечения при  $p < 0,05$ .

Таким образом, применение комбинированной терапии анксиолитика, антиоксиданта, иммунокорректора, гипербарической оксигенации в сочетании с мембранным плазмаферезом способствует снижению циркулирующих иммунных комплексов различной молекулярной массы, тем самым позволяет уменьшить выраженность побочного действия и эффективную терапевтическую дозу диазепама. В связи с этим, использование эфферентной терапии в комплексном лечении конверсионного расстройства является патогенетически обоснованным и может быть рекомендовано в схему лечения данного заболевания.

#### Литература:

1. Воинов В.А. Эфферентная терапия. Мембранный плазмаферез. Издание пятое, переработанное и дополненное. – М., ОАО «Новости», - 2010. – 368с.
2. Подсевакин В.Г. Современные представления о механизмах возникновения и методах лечения депрессивных расстройств / В.Г. Подсевакин, С.В. Кирюхина, С.В. Подсевакина // Психическое здоровье. – 2013. - №10. – С. 49-61.
3. Подсевакин В.Г. Влияние антиоксидантов, иммунокорректоров и антиконвульсантов на морфофункциональные характеристики нейтрофилов у больных эпилепсией с истерическими припадками / В.Г.

- Подсевакин, С.В. Кирюхина, С.В. Подсевакина, Д.И. Кузьмин, Е.В. Говш // Морфологические ведомости. – 2013. - №1. – С. 40-48.
4. Подсевакин В.Г. Изучение некоторых показателей гуморального иммунитета при различных формах истерических расстройств / В.Г. Подсевакин, Е.В. Говш, С.В. Кирюхина, С.В. Подсевакина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2013. - №4. – С. 70-75.
5. Подсевакин В.Г. Опыт применения мексидола, гипербарической оксигенации и тимогена в комплексном лечении пациентов с невротическим развитием личности / В.Г. Подсевакин, Н.В. Бочкарева, С.В. Кирюхина, С.В. Подсевакина, И.Я. Моисеева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2013. - №4. – С. 75-80.
6. Подсевакин В.Г. Опыт применения мексидола в комплексной терапии конверсионного расстройства / В.Г. Подсевакин, С.В. Кирюхина, Д.С. Блинов, С.В. Подсевакина // Журнал неврологии и психиатрии. - 2009. - №4. - С. 75-77.
7. Меньшиков В.В., Делекторская Л.Н., Золотницкая Р.П. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник. Под ред. В.В. Меньшикова. М: Медицина. – 1987. – 368 с.

## СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ ВУЗОВ Г.УФЫ

**Аверьянов Сергей Витальевич**

профессор, доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ИПО БГМУ

**Мингазева Альфия Закреевна**

кандидат медицинских наук

заведующая отделением хирургической стоматологии КСП БГМУ

**Ромейко Ирина Владимировна**

врач-ортодонт КСП БГМУ

**Пупыкина Екатерина Викторовна**

клинический ординатор кафедры стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ИПО БГМУ

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

### STOMATOLOGICAL STATUS OF THE STUDENTS YOUTH HIGH SCHOOL G.UFA

*Averiyanov Sergey Vitalievich, professor, doctor of the medical sciences professor pulpits to stomatologies and jaw-face surgery IPO BSMU*

*Mingazeva Alfiya Zakreevna, candidate of the medical sciences the managing branch to surgical stomatology KSP BSMU*

*Romeyko Irina.Vladimirovna, physician-ortodont KSP BSMU*

*Pupykina Ekaterina Viktorovna, clinical ordinator pulpits to stomatologies and jaw-face surgery IPO BSMU Bashkir State Medical University, Ufa*

#### АННОТАЦИЯ

В статье приведены сведения стоматологического статуса 768 студентов, обучающихся в различных вузах города Уфы. В результате обследования выявлен высокий показатель стоматологической заболеваемости: наиболее часто у студентов встречается кариес зубов, затем идут заболевания пародонта, зубочелюстные аномалии, хейлиты, стоматиты и другие. Однако, отмечается низкий уровень стоматологической просвещенности студентов, что требует совершенствования существующих профилактических мероприятий.

Ключевые слова: студенты, стоматологическая заболеваемость.

#### ABSTRACT

In article are brought information stomatological status 768 students, training in different high school of the city Ufa. As a result of examinations is revealed high factor stomatological to diseases: most often tooth decay meets beside student, then go the diseases parodont, teeth- jaw to anomalies, heillits, stomatits and others. However, is noted low level stomatological enlightenment student that requires the improvements existing preventive action.

Keywords: students, stomatological disease.

Состояние здоровья молодежи является необходимым условием и определяющим моментом благополучия общества и его прогрессивного развития [6, С.87; 7, С.24; 8, С.101]. В структуре молодого поколения студенты представляют собой особую социальную группу, характеризующуюся специфическими условиями жизни, вынужденным нарушением режима труда, отдыха и питания, большой психоэмоциональной и умственной нагрузкой [1, 249 с.; 3, С.5; 4, С.16]. Стоматологический статус является одним из основных показателей общего состояния организма, и разработка системы мероприятий, направленных на снижение показателей стоматологической заболеваемости должна быть неотъемлемой частью программ по оздоровлению нации [9, С.28]. Стоматологическая заболеваемость в настоящее время в студенческой возрастной группе остается высокой и не имеет тенденции к стабилизации [2, С.37; 5, С.62; 10, 28с. ].

Изучение показателей распространенности, структуры, нуждаемости в лечении основных стоматологических заболеваний необходимо для оценки стоматологического статуса, анализа эффективности проводимых лечебных и профилактических мероприятий.

С целью изучения распространенности основных заболеваний полости рта у студенческой молодежи нами обследованы 768 человек, обучающихся в различных вузах города Уфы. Среди них было 219 человек – лица мужского пола и 549 – лица женского пола. Анализ структуры стоматологической патологии показал, что наиболее часто у студентов встречается кариес зубов – 92,41%. Распространенность кариеса среди девушек – 93,97%, среди юношей – 88,04%. Интенсивность кариеса характеризуется следующими средними данными: КПУ = 4,85, при этом «К» = 1,2, «П» = 3,48, «У» = 0,17. Структура индекса КПУ у юношей менее благоприятна («К» = 1,3, при «П» = 2,82), чем у девушек («К» = 1,16, «П» = 3,72). Значение «У» выше у юношей, чем у девушек – 0,18 и 0,16 соответственно. Среди выявленных стоматологических нарушений заболевания пародонта занимают второе место. Их распространенность составила 90,87%, среди девушек – 89,92%, среди юношей – 93,48%. По частоте встречаемости зубочелюстные аномалии занимают третье место среди основных стоматологических заболеваний. Общая распространенность зубочелюстных аномалий составила 83,12% (83,43% среди девушек, 82,26% среди юношей). Структура зубочелюстных аномалий выглядит следующим образом: аномалии отдельных зубов были диагно-

стированы у 5,51% обследованных, аномалии зубных рядов у 22,72% студентов, аномалии окклюзии наблюдались у 6,54% учащихся, сочетанные аномалии были зарегистрированы у 65,23% студентов. Из них патология губ диагностировалась у 24,6% студентов. Прикусывание щек выявлялось у 8,7% студентов. Лейкоплакия, красный плоский лишай и другая патология СОПР была обнаружена в 4,9% случаях. Хронический герпетический стоматит и хронический рецидивирующий афтозный стоматит диагностировался у 9,9% и 6,4% соответственно. Хейлит диагностировался довольно часто и определялся у 63,4% обследуемых. В структуре патологии губ преобладал преимущественно метеорологический хейлит - 63,8%, атопический хейлит - 24,2%, у 8,9% регистрировались хронические трещины губ и у 3,1% студентов были зарегистрированы ретенционные кисты, трещины углов рта. Болезни языка составили 6,7%, при этом в основном диагностировались десквамативный глоссит, складчатый язык и ромбовидный язык, макроглоссия. Во время обследования, с целью изучения стоматологической просвещенности, был проведен опрос студентов, который показал, что респонденты располагают необходимыми знаниями о правилах и средствах гигиены полости рта. Однако большинство опрошенных не были достаточно осведомлены о своем стоматологическом здоровье, нуждаемости в лечении и возможных методах.

Таким образом, высокая распространенность основных стоматологических заболеваний и низкий уровень стоматологической просвещенности требуют модернизации существующих профилактических программ для организованных групп населения, таких как студенческая молодежь.

#### Список литературы:

1. Агаджанян Н.А., Ступаков Г.П. Ушаков И.Б. и др. Экология, здоровье, качество жизни. М. Астрахань, 1996. - 249с.

2. 2.Ахмерова С.Г. Здоровый образ жизни и его формирование в процессе обучения // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. - 2001. -№ 2. - С.37-40.
3. Квасов С.Е. Комплексный подход к проблеме управления здоровьем студентов // Образ жизни и здоровье студентов. Горький, 1990. - С. 5-9.
4. Кучеренко В.З. Теоретические основы качества жизни, связанного со здоровьем // Бюлл. национального НИИ общественного здоровья. Вып. 2.2004. С. 16-20.
5. Лукиных Л.М. Мотивированные формы гигиенического воспитания подростков.// Труды VII съезда СТАР, М. 2002, С. 62
6. Розенфельд Л.Г., Круглякова И.П. Совершенствование технологии профилактической помощи студентам по типу врача общей практики // Бюлл. НИИ соц. гигиены, экономики и управления здравоохранением им. Н.А. Семашко. - М., 2002. -Ч.Ш.-С.87-90.
7. Русанова Е.И. Вопросы охраны здоровья студентов в законодательстве Российской Федерации // Здравоохранение Рос. Федерации. 1998 - № 2. -С. 24-28.
8. Рыжаков Д.И., Ляляев В.А. Некоторые особенности факторов риска для здоровья студентов-медиков // Здоровье студентов: Сб. тезисов междунар. науч. практ. конф. - М.: Изд-во РУДЫ, 1999. - С.101
9. Хоцевская И.А., и соавтор. Участие гигиенистов стоматологических в проведении школьной профилактической программы //Институт стоматологии - №4(21) - 2003, С.28-31.
10. Юлдашев Ш.И. Эпидемиологическая и гигиеническая оценка стоматологической заболеваемости у подростков и лиц юношеского возраста, Таджикский госмедуниверситет].- Душанбе, 2004.- 98 с.

## АНАЛИЗ ЛЕТАЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ ЦЕНТРА ОСТРЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ГОРОДА ОМСКА ЗА 2001-2013 ГГ.

**Сабеев Александр Владимирович**

кандидат медицинских наук, заведующий отделением острых отравлений  
БУЗ Омской области «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 1», г. Омск

*ANALYSIS OF MORTALITY ACCORDING TO THE CENTER OF ACUTE POISONING IN THE CITY OF OMSK FOR YEARS 2001-2013.  
Sabaev Alexander Vladimirovich, candidate of medical Sciences, head of the Department of acute poisoning, Omsk region health care establishment «City clinical hospital of an emergency medical service N.1», Omsk*

#### АННОТАЦИЯ

Целью настоящего исследования стало изучение динамики показателей общей летальности госпитализированных в токсикологический центр пациентов в результате острых отравлений химической этиологии, летальности в основных группах токсикантов за период с 2001 по 2013 годы. Так за период наблюдения с 2001 по 2013 гг. в центре острых отравлений отмечается снижение показателя летальности. Самые высокие показатели летальности на всем протяжении исследования отмечаются в результате отравлений прижигающими ядами. В динамике существенно выросла летальность в результате острых отравлений медикаментами. В остальных нозологических группах существенную динамику летальности отразить сложно, так как абсолютное число этих отравлений было невелико, летальные случаи носили нечастый характер, а на протяжении ряда лет не регистрировались вообще.

Ключевые слова: острые отравления химической этиологии; летальность

## ABSTRACT

The purpose of this study was to study the dynamics of the overall mortality of hospitalized poison control center patients in the acute poisoning of chemical etiology, mortality in the major groups of toxicants for the period from 2001 to 2013. So during the observation period from 2001 to 2013 in the centre of acute poisoning there is a decrease in mortality. The highest mortality throughout the study observed as a result of poisoning cauterizing poisons. In the dynamics significantly increased mortality as a result of acute poisoning with medicines.

In other nosological groups essential dynamics of mortality to reflect difficult, as the absolute number of these poisonings was small, lethal were infrequent in nature, and for several years were not recorded at all.

Keywords: acute toxicity chemical etiology; mortality

## Материалы и методы

При изучении летальности госпитализированных пациентов в результате острых химических отравлений использованы материалы Центра острых отравлений бюджетного учреждения здравоохранения Омской области «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи №1». Проведен анализ показателей общей летальности в результате острых химических отравлений, летальности в основных группах токсикантов за период с 2001 по 2013 годы.

При статистической обработке материала использованы традиционные методы вычисления экстенсивных и интенсивных показателей, средняя ошибка показателя вычислялась по формуле:

$$m = \sqrt{pq/n}$$

Достоверность различий по t-критерию Стьюдента определялась по формуле:  $t = P1 - P2 / m1^2 + m2^2$ , где при  $t \geq 2$ ;  $p \leq 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Наиболее важным аспектом качества работы структурного подразделения является изучение показателей летальности. Так за период наблюдения с 2001 по 2013 гг. в центре острых отравлений отмечается снижение показателя летальности на 31,4% ( $t=2,7$ ,  $p=0,0069$ ). Если в 2001-2002 гг. летальность составляла  $3,5 \pm 0,4$  случая на 100 госпитализированных пациентов – максимальные значения за весь период наблюдения, то к концу изучаемого периода данный показатель составил  $2,4 \pm 0,2$  случая на 100 госпитализированных пациентов (рис. 1). Минимального своего значения показатель летальности достиг в 2009 году и составил  $1,8 \pm 0,2$  случая на 100 госпитализированных пациентов.

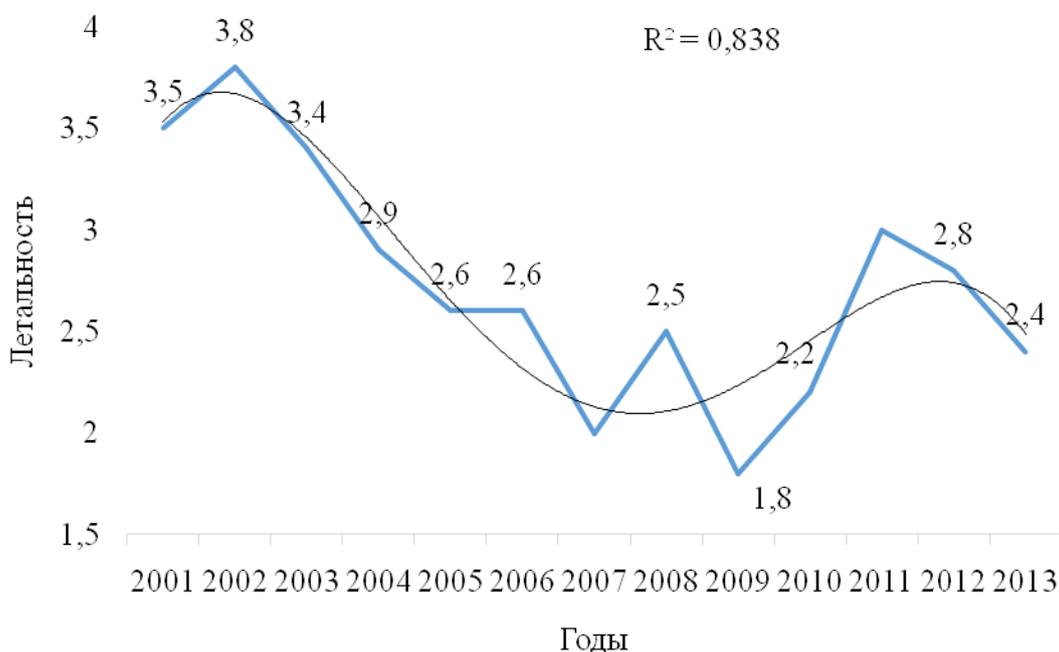


Рисунок 1. Динамика показателей летальности в результате острых отравлений химической этиологии по данным центра острых отравлений за 2001-2013 гг.

Проведен анализ летальности в основных группах острых отравлений химической природы за период с 2001 по 2013 гг. (табл. 1)

Самые высокие показатели летальности на всем протяжении исследования отмечаются в результате отравлений прижигающими ядами. Минимальное значение летальности при данной патологии зарегистрировано в 2009 году –  $8,7 \pm 1,9$  случая на 100 госпитализированных

пациентов, максимальный уровень летальности зарегистрирован в 2012 году –  $16,6 \pm 2,9$  случая на 100 госпитализированных. В целом же изменения за весь период наблюдения носят статистически недостоверный характер ( $t=0,8$ ,  $p=0,4237$ ).

В группе острых алкогольных отравлений показатель летальности не высок за весь период наблюдения,

максимальное значение его отмечено в 2012 году – 2,2±0,6 случая на 100 госпитализированных пациентов.

Летальность в результате острых медикаментозных отравлений за исследуемый период выросла в 2,7 раза ( $t=3,1$ ,  $p=0,0027$ ). Максимальное значение этого показателя зарегистрировано в 2013 году – 3,0±0,6 случая на 100 госпитализированных пациентов.

Динамика показателя летальности в результате острых наркотических отравлений за весь период наблюдения выглядит неравномерно. Так, в 2003 и 2008 гг. не регистрировались летальные случаи при данной патологии вообще. В целом же летальность в результате наркотических отравлений варьировала от 0,7±0,6 случая на 100 госпитализированных пациентов в 2002 году до 3,4±1,2 случая на 100 госпитализированных пациентов в 2011 году. Изменения при этом носят статистически недостоверный характер ( $t=2,0$ ,  $p=0,0455$ ).

Появление новой нозологической группы острых отравлений психоактивными веществами повлекло появление летальных исходов в результате тяжелых форм данной патологии. Как и сама нозологическая группа, летальные исходы зарегистрированы в 2012 и 2013 гг.

Неравномерно представлена динамика летальности в результате отравлений вредными парами и газами. В 2002, 2005 и 2010 гг. не регистрировались летальные случаи в данной нозологической группе вообще. Макси-

мальное значение летальности приданной патологии отмечено в 2004 году – 8,9±3,4 случая на 100 госпитализированных пациентов, минимальный показатель летальности отмечен в 2006 году – 1,9±1,3 случая на 100 госпитализированных пациентов. В целом изменения в динамике летальности в результате отравлений вредными парами и газами за весь период исследования носят статистически недостоверный характер ( $t=0,1$ ,  $p=0,9203$ ).

В остальных нозологических группах существенную динамику летальности отразить сложно, так как абсолютное число этих отравлений было невелико, летальные случаи носили нечастый характер, а на протяжении ряда лет не регистрировались вообще.

#### Выводы

1. Самые высокие показатели летальности в результате острых отравлений на протяжении всего периода наблюдения зарегистрированы в группе отравлений прижигающими ядами.
2. В динамике за исследуемый период произошел существенный рост (в 2,7 раза) показателя летальности в результате острых отравлений лекарственными средствами.
3. За период с 2001 по 2013 гг. в целом, как итог деятельности, в центре острых отравлений отмечено статистически достоверное снижение показателя летальности на 31,4%.

Таблица 1

Показатели летальности в основных группах острых химических отравлений по данным центра острых отравлений города Омска за 2001-2013 гг. ( $P \pm m$ )

ТОКСИКАНТ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Алкоголь и его суррогаты	0,7± 0,3	1,4± 0,5	1,8± 0,5	1,3± 0,4	1,1± 0,3	1,0± 0,3	0,5± 0,2	1,0± 0,3	0,8± 0,3	0,8± 0,2	0,9± 0,3	2,2± 0,6	1,6± 0,4
Медикаменты	1,1± 0,3	1,4± 0,4	1,8± 0,3	1,6± 0,4	1,4± 0,3	1,2± 0,3	0,6± 0,2	1,3± 0,3	1,2± 0,3	1,2± 0,3	2,5± 0,5	2,4± 0,4	3,0± 0,6
Наркотики	2,0± 0,9	0,7± 0,6	–	1,0± 0,5	1,2± 0,4	1,1± 0,4	1,5± 0,4	–	1,0± 0,5	1,4± 0,6	3,4± 1,2	2,2± 0,7	3,2± 0,8
ПАВ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,6± 1,6	0,7± 0,3
Прижигающие яды	13,4± 1,9	15,3± 2,0	11,6± 1,8	14,2± 2,1	13,3± 2,0	13,9± 2,3	10,7± 1,9	13,9± 2,1	8,7± 1,9	15,0± 2,5	16,2± 2,6	16,6± 2,9	10,8± 2,4
Вредные пары и газы	4,4± 2,5	–	4,5± 2,1	8,9± 3,4	–	1,9± 1,3	5,9± 2,8	4,2± 1,8	3,2± 1,8	–	2,1± 1,4	3,1± 1,7	5,0± 2,8
Пестициды, инсектициды	28,5± 17,0	–	–	–	–	1,9± 1,0	–	–	–	–	–	–	–
Промышленные яды	7,5± 3,3	–	6,5± 2,2	5,4± 1,6	5,0± 2,8	–	–	5,5± 3,7	–	13,0± 6,1	–	6,8± 4,6	–
Прочие яды	–	4,2± 2,0	–	–	–	–	–	–	–	3,5± 2,4	–	–	–

## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ МИНИИНВАЗИВНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА ПОД КОНТРОЛЕМ УЗИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВНУТРИБРЮШНЫХ И ЗАБРЮШИННЫХ АБСЦЕССОВ

**Солодов Юрий Юрьевич**

аспирант кафедры факультетской хирургии, Оренбургская государственная медицинская академия,  
Россия, г. Оренбург

**Дёмин Дмитрий Борисович**

доктор медицинских наук, доцент, Оренбургская государственная медицинская академия  
Россия, г. Оренбург

**Лайков Алексей Владимирович**

кандидат медицинских наук, врач УЗИ-диагност, Городская клиническая больница им. Н.И. Пирогова  
Россия, г. Оренбург

**Фуныгин Максим Сергеевич**

кандидат медицинских наук, ассистент, Оренбургская государственная медицинская академия  
Россия, г. Оренбург

### EXPERIENCE OF INTRODUCTION MINIMALLY INVASIVE SURGICAL ACCESS UNDER ULTRASOUND CONTROL IN TREATMENT OF INTRAABDOMINAL AND RETROPERITONEAL ABSCESSSES

Solodov Yuriy Yurievich, graduate student of Faculty Surgery Chair, Orenburg State Medical Academy, Russia, Orenburg

Demin Dmitriy Borisovich, doctor of medical science, assistant professor of Faculty Surgery Chair, Orenburg State Medical Academy, Russia, Orenburg

Lajkov Alexey Vladimirovich, candidate of medical science, ultrasonography specialist city clinical hospital named after N.I. Pirogov, Russia, Orenburg

Funigin Maksim Sergeevich, candidate of medical science, assistant of Chair of Faculty Surgery, Orenburg State Medical Academy, Russia, Orenburg

#### АННОТАЦИЯ

Цель исследования - улучшить результаты лечения больных с абсцессами брюшной полости и забрюшинного пространства. Метод: в ходе исследования 40 пациентов с абсцессами брюшной полости и забрюшинного пространства были прооперированы миниинвазивным доступом под постоянным интраоперационным ультразвуковым контролем. Результат: представленный способ дренирования показал более высокую эффективность по сравнению с известными методами (открытые операции, пункции под УЗИ-контролем). Вывод: представлен новый эффективный подход к хирургическому лечению внутрибрюшных и забрюшинных абсцессов.

#### ABSTRACT

Background - to improve the results of treatment of patients with intraabdominal and retroperitoneal abscesses. Method: during the research 40 patients with abscesses of the abdominal cavity and retroperitoneal space were operated by minimally invasive access under permanent intraoperative ultrasound control. Result: the present method of drainage showed higher efficiency in comparison with famous methods (open surgery, puncture under ultrasound control). Conclusion: a new efficient approach to surgical treatment of intraabdominal and retroperitoneal abscesses is created.

Ключевые слова: миниинвазивный доступ; ультразвуковой контроль; абсцесс.

Keywords: minimally invasive access; ultrasound control; abscess.

**Актуальность.** «Внутрибрюшные абсцессы — это скопления гноя, окруженные пиогенной оболочкой. В клинической практике принято выделять поддиафрагмальные, подпеченочные, межкишечные, интраорганные (печени, селезенки) абсцессы, а также абсцессы малого таза.

Абсцессы брюшной полости и интраорганные гнойники существенно ухудшают прогноз основного заболевания, поскольку их течение сопровождается гнойной интоксикацией, а в ряде случаев происходит их прорыв в брюшную и плевральную полости, а также в средостение. Наряду с этим, внутрибрюшные абсцессы могут стать причиной кишечной непроходимости, кишечных свищей и тяжелых аррозивных кровотечений» [3, с. 492].

Отграниченные процессы в забрюшинной клетчатке вмешательства так же остаются актуальной проблемой абдоминальной хирургии. Гнойники в забрюшинном пространстве могут располагаться в: 1) забрюшинной клетчатке; 2) околопочечном клетчаточном пространстве; 3) околотолстокишечном клетчаточном пространстве [1, с. 500-503].

Абсцессы брюшной полости и забрюшинного пространства представляют собой вторичные заболевания, которые могут возникнуть в результате запущенности острых хирургических заболеваний. Ведущая роль в структуре данной патологии принадлежит панкреонекрозу, возникающему в 20-30% случаев острого панкреатита (ОП). Основным осложнением панкреонекроза являются парапанкреатические жидкостные скопления в брюшной

полости, сальниковой сумке, забрюшинной клетчатке как стерильные, так и инфицированные, которые вносят максимальный вклад в структуру летальности при данном заболевании, достигающей 20-85%, и требуют хирургической санации (Вашетко Р.В. с соавт., 2000; Яицкий Н.А. с соавт., 2003; Пугаев А.В., Ачкасов Е.Е., 2007; Багненко С.Ф., Гольцов В.Р., 2008). Так же причинным фактором может стать недостаточность санации, неэффективность дренирования брюшной полости, а также вследствие вялотекущего перитонита и травматических повреждений органов брюшной полости. Следует помнить, что внутрибрюшные абсцессы в ряде случаев могут образоваться на фоне сепсиса. [3, с. 492-493].

В последние десятилетия отмечается тенденция к применению малотравматичных вмешательств при лечении абсцессов брюшной полости и забрюшинного пространства.

«Наибольшее распространение получил пункционный метод санации гнойных полостей под контролем УЗИ. Преимуществом УЗИ, несомненно, является возможность визуально контролировать весь ход манипуляции» [5, с. 101].

Недостатком метода является ограничение его лечебных возможностей за счет того, что удаление через дренажную трубку некротического детрита и секвестров затруднительно, а зачастую невозможно вследствие ее малого диаметра, что требует в последующем поэтапного бужирования дренажного канала с установлением дренажных трубок большего диаметра. Кроме того при пункционном дренировании невозможна полноценная инструментальная ревизия жидкостной полости.

«Однако большинство клиницистов отмечают высокую эффективность применения пункционно-дренажного метода в лечении ограниченных гнойных скоплений, позволяющего добиться излечения у 74 -85 % больных» [5, с. 102].

Также широко известен способ оперативного вмешательства из минидоступа [4, с. 6-7], являющийся малотравматичным и обеспечивающий необходимый контроль всей зоны вмешательства. Недостатком данного способа является отсутствие динамической визуализации во время операции зоны предполагаемого оперативного доступа и самого патологического образования, а также интраоперационного контроля эффективности санации гнойной полости.

«Современная абдоминальная хирургия направлена на минимизацию операционной травмы, нанесенной больному в ходе лечения. Для этого всё более активно используются эндоскопические методы оперативного вмешательства» [2, с. 12].

Исходя из этого представляется актуальной разработка других способов оптимальной хирургической инвазии.

В 2011 году на кафедре факультетской хирургии ОрГМА был разработан и внедрен в клиническую практику способ хирургического лечения больных с абсцессами брюшной полости и забрюшинного пространства из

миниинвазивного доступа под интраоперационным ультразвуковым контролем.

**Сущность разработанного способа.** После стандартной предоперационной подготовки и премедикации пациенту в операционной выполняют ультразвуковое исследование, при котором окончательно устанавливается точка вмешательства. Пациента укладывают в удобное для доступа положение. С соблюдением условий асептики под общей анестезией делают небольшой разрез кожи (2-3 см) в выбранной точке и под постоянным интраоперационным ультразвуковым контролем послойно осуществляют доступ к жидкостному образованию. Постоянный ультразвуковой контроль позволяет избежать повреждения полых и паренхиматозных органов, а также сосудистых структур при осуществлении доступа. После проникновения в полость жидкостного образования аспирируют ее содержимое с последующей ревизией данной полости тупфером, удалением через раневой канал некротического детрита и секвестров и ультразвуковым контролем эффективности опорожнения полости. После полного удаления содержимого, подтвержденного УЗИ-исследованием, производят установку дренажа в полость жидкостного образования, дренаж фиксируют к коже. Операция осуществляется стандартным набором хирургических инструментов.

**Результаты.** Выполненное у 40 пациентов вмешательство по данной методике явилось окончательным у всех больных. Расширение объема вмешательства не потребовалось ни в одном случае. У трех больных с панкреонекрозом выполнена повторная ревизия полости эндоскопом с секвестрэктомией в условиях перевязочной. Средняя длительность лечения составила  $32,2 \pm 4,6$  к/д. Летальных исходов в представленной группе больных не было. Все пациенты после выписки находятся под нашим наблюдением. Рецидивы инфекционных осложнений в анамнезе у пациентов не выявлены.

Представленный метод показал более высокую эффективность по сравнению с длительно применявшимся нами способом пункционного дренирования под контролем ультразвука. Предлагаемый нами способ позволяет одновременно выполнить санацию и дренирование абсцессов, содержащих в просвете, кроме гнойных масс, плотные некротические ткани. При применении предлагаемой методики ни в одном случае не потребовалось повторное оперативное вмешательство. Минимальная инвазивность доступа позволила избежать раневых осложнений (нагноение операционной раны), являющихся частыми при открытых вмешательствах. Метод сочетает в себе достоинства пункционного вмешательства (малая травматичность) и открытой операции (возможность инструментальной ревизии с полноценной секвестрэктомией) и лишен их недостатков.

С момента внедрения в клиническую практику данного метода дренирования широкие лапаротомии при инфицированном панкреонекрозе сведены к минимуму, а летальность при данном заболевании в клинике снизи-

лась с 27% до 9%, то есть в 3 раза. Кроме того, длительность пребывания пациентов в стационаре уменьшилась в среднем на 30%.

#### Примеры конкретного выполнения.

Больной Д., 39 лет. Диагноз: "Инфицированный смешанный панкреонекроз. Гнойный оментобурзит". Поступил 22.05.2014. В анамнезе длительное употребление алкогольных напитков. Вследствие прогрессирования деструктивного процесса 31.05.14 оперирован – под ультразвуковым контролем выполнено дренирование абсцесса по предлагаемому способу (рис.1). Во время вмеша-

ства удалено до 150 мл жидкого гноя и несколько панкреатических секвестров до 3 см в диаметре. Проводилась активная промывная санация полости растворами антисептиков, долгое время продолжали отмываться крупные и мелкие секвестры. В конечном счете полость санировалась, облитерировалась. Пациент в удовлетворительном состоянии выписан 19.06.2014 на амбулаторное лечение у хирурга поликлиники, даны рекомендации по дальнейшему лечению. Осложнений во время и после проведения вмешательств с применением предлагаемого способа дренирования не отмечено.

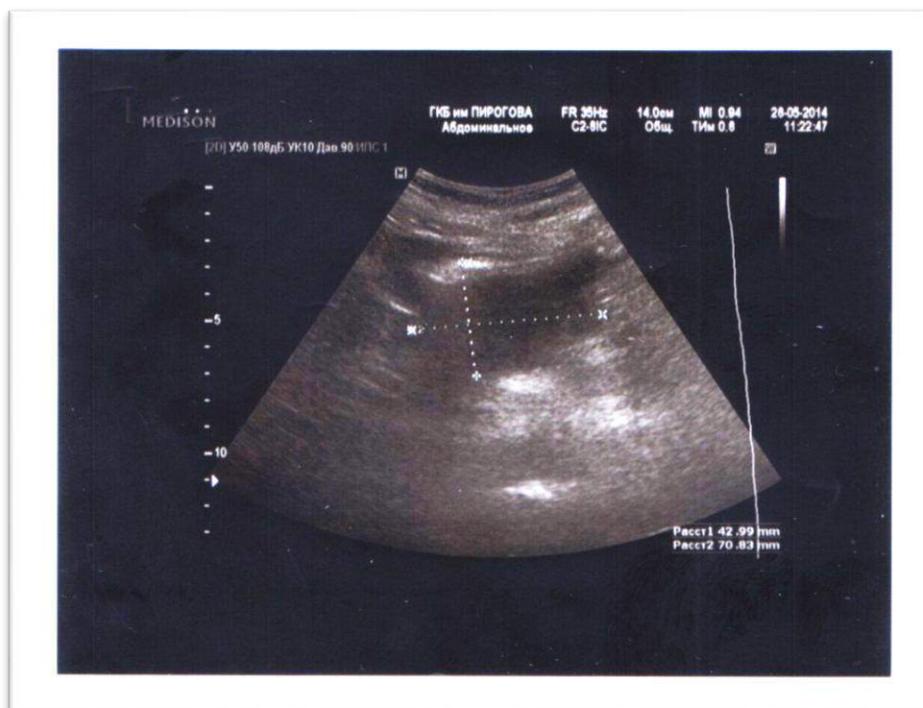


Рисунок 1. Интраоперационное УЗИ-исследование (абсцесс сальниковой сумки).

Больной К., 45 лет. Диагноз: "Инфицированный смешанный панкреонекроз. Гнойный оментобурзит. Паранепанкреатический инфильтрат". Госпитализирован в экстренном порядке 07.02.2013, проводилась консервативная терапия, без эффекта. 12.02.2013 в связи с прогрессированием деструктивного процесса оперирован – под ультразвуковым контролем выполнено дренирование абсцесса сальниковой сумки из минилапаротомного доступа. Во время вмешательства удалено до 200 мл жидкого гноя с небольшим количеством мелких секвестров до 2-3 см в диаметре. В послеоперационном периоде полость санировалась растворами антисептиков, в процессе лечения очистилась, облитерирована. Пациент в удовлетворительном состоянии выписан 30.04.2013 на амбулаторное лечение у хирурга поликлиники, даны рекомендации по дальнейшему лечению. Осложнений во время и после проведения вмешательств с применением предлагаемого способа дренирования не отмечено.

**Выводы.** Способ эффективен, технически выполним на базе любого хирургического стационара, экономически целесообразен, так как не требует приобретения

дополнительного оборудования. При применении данного метода вмешательства существенно снижается длительность лечения пациента, а летальность значительно уменьшается.

#### Литература:

1. Гостищев В.К. Инфекции в хирургии: Руководство для врачей. - М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2007. - 761 с.
2. Григорян Р.А. Абдоминальная хирургия. – М.: ООО "Медицинское информационное агентство", 2006. - 608 + 672 с.
3. Ковалев А.И., Цуканов Ю.Т. Школа неотложной хирургической практики. Изд 2-е., испр. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 743 с.
4. Прудков М.И. Основы минимальноинвазивной хирургии. – Екатеринбург: 2007 – 64 с.
5. Тимошин Л.Д., Шегаков А.Л., Юрасов А.В. Малоинвазивные вмешательства в абдоминальной хирургии. - М.: ТРИАДА, 2003 - 216 с.

## СОЧЕТАНИЕ КЛИМАКТЕРИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ С ГИНЕКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

**Цуригова Зарема Альвиевна,**

аспирант кафедры акушерства и гинекологии лечебного факультета, ГБОУ ВПО «Астраханская государственная медицинская академия» Минздрава РФ, г. Астрахань

**Степанян Лусине Вардановна,**

кандидат медицинских наук, врач акушер-гинеколог, Областной перинатальный центр ГБУЗ АО «Александро-Мариинская областная клиническая больница», г. Астрахань

**Синчихин Сергей Петрович,**

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой акушерства и гинекологии лечебного факультета, ГБОУ ВПО «Астраханская государственная медицинская академия» Минздрава РФ, г. Астрахань

### COMBINATION MENOPAUSAL DISORDERS AND OTHER GYNAECOLOGICAL DISEASES

*Tcurigova Zarema A., Postgraduate, Astrakhan State Medical Academy, Astrakhan*

*Stepanyan Lusine V., Cand. Sci. (Med.), obstetrician-gynecologist, Regional Perinatal center of "Aleksandro-Mariinsky regional clinical hospital", Astrakhan*

*Sinchikhin Sergei P., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Astrakhan State Medical Academy, Astrakhan*

#### АННОТАЦИЯ

Представлены данные о встречаемости сочетания климактерического синдрома с заболеваниями половых органов у женщин. Показана структура гинекологической патологии у пациенток с нейровегетативными расстройствами климактерического периода.

Ключевые слова: климактерический синдром, гинекологические заболевания.

#### ABSTRACT

The data on the occurrence of a combination of the climacteric syndrome with diseases of female genital organs. Shows the structure of gynaecological pathology in patients with neuro-vegetative disorders of menopause.

Keywords: climacteric syndrome, gynaecological diseases.

Климактерий – это физиологический период в жизни женщины, в течение которого на фоне возрастных изменений в организме доминируют инволюционные процессы в репродуктивной системе [1-3].

При физиологическом течении пременопаузального периода происходит постепенное уменьшение функции яичников, которая клинически характеризуется наступлением менопаузы. В постменопаузальном периоде в репродуктивной системе женщины прогрессируют инволютивные изменения на фоне резкого снижения уровня эстрогенов.

Клинические нарушения течения климактерического периода могут проявляться в виде нейровегетативных нарушений, совокупность которых составляет климактерический синдром. По данным разных литературных источников, указанное патологическое состояние может наблюдаться у 30-80% женщин после 50 лет [1, 3].

Цель исследования – изучить частоту сочетания климактерического синдрома с гинекологическими заболеваниями.

Обследованы 70 женщин в возрасте от 44 до 58 лет, имеющие клинические признаки нейровегетативных (климактерических) расстройств средней степени выраженности, связанных с уменьшением уровня эстрогенов.

Наряду с характерными климактерическими жалобами на приливы, приступы сердцебиений, раздражительность, нарушения сна, достаточно большое (88,6%) число женщин предъявляли жалобы на различные нарушения менструального цикла, а именно: на мено- (12,9%), метроррагии (30,6%), скудные менструации (21%). В менопаузальном периоде находилось 35,5% пациенток.

Сопутствующие заболевания половых органов отмечались у 90% обследованных пациенток. Миома матки встречалась у 36,5% женщин, гиперпластические процессы и полипы эндометрия – у 30,2%, не злокачественные заболевания шейки матки – у 23,8%, доброкачественные опухолевидные образования яичников – 14,3%, эндометриоз – у 19,0%, в том числе аденомиоз у 7,9% пациенток. Синдром тазовых болей различного генеза отмечали 25% женщин.

Дисгормональные не злокачественные заболевания молочных желез наблюдались у 21,4% пациенток.

Таким образом, у женщин с климактерическим синдромом достаточно часто встречаются различные заболевания половых органов. Из чего следует, что пациентки с нейровегетативными расстройствами в климактерическом периоде должны в обязательном порядке должны проходить гинекологическое обследование.

#### Литература:

1. Пасман Н.М. Применение «Эстровэла» для терапии синдрома дефицита эстрогенов у женщин в перименопаузе. // Эффективная фармакотерапия в акушерстве и гинекологии. – 2007. – №4. – С.32-34.
2. Чеботникова Т.В., Мельниченко Г.А., Андреева Е.Н. Клинические и метаболические проявления климактерического синдрома (обзор литературы) // Проблемы репродукции. – 2004. – № 2. – С. 69-76.
3. Thorp J.M., Gavin N.L., Ohsfeldt R.L. Hormone replacement therapy in postmenopausal women: utilization of health care resources by new users // Am. J. Obstet. Gynecol. – 2001. – 185 (2). – P. 318-326.

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

<sup>1,2</sup>Ушакова Оксана Валентиновна

кандидат медицинских наук, зам. главного врача клиники

<sup>1</sup>ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН, г. Ангарск  
ассистент кафедры профпатологии и гигиены

<sup>2</sup>ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования», г. Иркутск

### REGIONAL FEATURES OF OCCUPATIONAL VIRAL HEPATITIS IN HEALTH WORKERS

<sup>1,2</sup>Ushakova Oksana, Candidate of Science, Deputy Chief Physician

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution East-Siberian Scientific Center of Human Ecology of SB RAMS, Angarsk  
assistant of the Department <sup>2</sup>Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk

#### АННОТАЦИЯ

Представлены результаты анализа заболеваемости профессиональными вирусными гепатитами в Иркутской области за период с 2008 по 2012 годы. Выявлены особенности клинического течения профессиональной патологии печени, дана этиологическая характеристика вирусных гепатитов у медицинских работников. Установлено преобладание сочетанных вирусных поражений печени, приводящих к хронизации процесса и тяжелому течению заболевания. Анализ частоты распределения обследованных лиц по медицинским специальностям позволил констатировать наибольшую распространенность среди хирургических специальностей. Соблюдение алгоритма действий медицинского работника при травмировании кожи на рабочем месте и раннее направление в центры профессиональной патологии позволяют проводить своевременную медицинскую и социальную реабилитацию работников здравоохранения.

#### ABSTRACT

Presents the results of analysis of morbidity professional viral hepatitis in the Irkutsk region for the period from 2008 to 2012. Peculiarities of clinical course of professional pathology of the liver, given the etiological characteristics of viral hepatitis in health care workers. Established the predominance of the combined viral lesions of the liver, leading to chronic process and the heavy flow of the disease. An analysis of the frequency distribution of surveyed persons in medical specialties allowed ascertains the highest prevalence in the surgical specialties. Compliance with the algorithm of actions of medical workers in injury to the skin at the workplace and early referral to centers of professional pathology allow timely medical and social rehabilitation of health workers.

**Ключевые слова:** медицинские работники; профессиональные вирусные гепатиты; диагностика.

**Key words:** health workers; occupational viral hepatitis; diagnosis.

К группе профессиональных заболеваний, вызываемых воздействием биологических факторов, относятся инфекционные заболевания, однородные с той инфекцией, с которой имеется контакт во время работы [8]. Вирусные гепатиты – одна из актуальных проблем современной медицины, ежегодно возбудителями вирусных гепатитов заражаются миллионы человек [7,10]. В силу специфики труда работники здравоохранения подвержены воздействию возбудителей разнообразных инфекционных заболеваний, доля которых в структуре профессиональной патологии, регистрируемой у медицинского персонала, по данным разных авторов составляет 66-70 %. Наиболее частыми инфекциями, связанными с профессиональной деятельностью медицинских работников, исключая туберкулез, являются вирусные гепатиты [3,6,9,10]. В группе риска по данным заболеваниям находятся медицинские работники, контактирующие с пациентами, имеющими различные гемоконтактные инфекции [4,5]. Известно, что антиинфекционная резистентность медицинского персонала снижена, и это снижение наиболее выражено у стажированных сотрудников [2]. По данным Дровниной С.П. (2005) профессиональная заболеваемость медицинских работников гепатитами В, С зависит от профиля лечебного учреждения, напряженности труда – 77% травматических повреждений происходят у медицинских работников, условия труда которых относятся к вредным - класс 3.1 и 3.2. С возрастанием стажа

работы в здравоохранении также отмечается рост выявляемости HBsAg (6,3% при стаже до 10 лет, 8,1% при стаже более 10 лет) [1]. В группу риска развития парентеральных форм гепатитов входят врачи хирургических специальностей, лаборанты, медицинские сестры. Травматизация кожных покровов происходит один раз в неделю более чем у половины медицинских сестер (65,6%) и у врачей – хирургов (66,6%) [9]. Особенности вирусных гепатитов у медиков на современном этапе - наличие лекарственной резистентности, формирование вирусного поражения печени на фоне предшествующего токсико-аллергического поражения и частое развитие тяжелых форм гепатитов [4]. Одним из важных моментов профилактики профессиональной инфекционной патологии является информированность медицинских работников о степени профессионального риска в зависимости от медицинской специальности, об эпидемической ситуации в регионе и клинических проявлениях болезни [7].

**Целью** данного исследования явилось изучение состояния заболеваемости профессиональными вирусными гепатитами у медицинских работников Иркутской области.

#### Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ медицинской документации пациентов, впервые направленных в клинику ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» с подозрением на профессиональный характер вирусного поражения печени, за период с

2008 по 2012 г.г. Диагноз профессионального заболевания устанавливался на основании эпидемиологического анамнеза, данных санитарно-гигиенических характеристик о наличии контакта с инфицированными пациентами или биосредами, клинической картины заболевания с учетом результатов обследования на маркеры вирусных гепатитов, заключений инфекциониста и эпидемиолога. Исследования выполнены с информированного согласия обследуемых и соответствуют этическим нормам Хельсинкской декларации, требованиям приказа МЗ РФ № 266 от 19.06.2003г.

#### Результаты

За 5 – летний период впервые в клинику направлено 13 медицинских работников, связь гепатита с профессией установлена у 9 человек (69 %). В структуре всех впервые выявленных профессиональных заболеваний в

Иркутской области вирусные гепатиты профессиональной этиологии составляют 1,5 %. В результате обследования в группе медицинских работников выявлены следующие нозологические формы вирусного поражения печени: острый вирусный гепатит зарегистрирован в 22% случаев, хронический гепатит – в 78 % случаев. Анализ этиологических факторов показал, что наиболее часто встречались сочетанные вирусные поражения печени (вирус гепатита С и В) – у 4 пациентов (44%), что согласуется с данными литературы о частой регистрации микст - форм гепатита у медицинских работников, приводящих, в свою очередь, к утяжелению течения и прогноза заболевания [1, 5]. Изолированное поражение вирусом гепатита С отмечено в 33,3 % случаев, вирусом гепатита В в 22,3% случаев.

Профессии, в которых выявлены профессиональные вирусные гепатиты, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Частота выявления вирусных гепатитов в зависимости от медицинской специальности

Медицинская специальность	Количество человек	
	абс.	%
Фельдшер скорой помощи	2	22,3
Лаборант	1	11,1
Медицинская сестра ПИТ	1	11,1
Медицинская сестра процедурного кабинета	1	11,1
Врач - хирург	4	44,4

Согласно представленным данным, в клинике так же, как в целом в Российской Федерации, наиболее часто вирусные гепатиты регистрируются у медицинских работников хирургических специальностей – 44,4% случаев [6,8]. Анализируя информацию, отраженную в картах эпидемиологического обследования очагов инфекционного заболевания, мы установили, что заражение на рабочем месте произошло при проведении оперативных вмешательств – 4 случая, при проведении реанимационных мероприятий – 4 случая, при работе с кровью в лаборатории – 1 случай. Необходимо отметить, что только в 1 случае не были соблюдены правила техники безопасности. На момент заражения 33,3 % обследованных медицинских работников были привиты против гепатита В.

По тяжести течения структура вирусных гепатитов представлена следующим образом: у 67 % медицинских работников гепатит протекал с умеренной степенью активности процесса, в 33 % случаев выявлен гепатит с высокой степенью активности процесса. Необходимо отметить, что гепатиты тяжелого течения с высокой степенью активности зарегистрированы у лиц с микст – инфекцией, у вакцинированных медицинских работников тяжелых форм гепатитов не выявлено. Сроки направления пациентов в профцентр после факта инфицирования различны – от 3 месяцев до 10 лет, вместе с тем, нами отмечено отсутствие хронизации процесса поражения печени при более раннем направлении в профцентр и своевременной реабилитации медицинских работников. При анализе данных профессионального маршрута установлено, что преимущественно профессиональные вирусные гепатиты зарегистрированы у стажированных работников: стаж более 10 лет – 88,9%, 1 случай выявлен у медицинского работника со стажем 2 года. Полученные нами результаты согласуются с данными литературы о возрастании числа

случаев гепатитов и инфицирования медицинских работников с возрастанием медицинского стажа [1,10].

В 27% случаев связь заболевания с профессией не установлена. Основные причины отсутствия связи заболевания с профессией при первичном обследовании: не правильное оформление документов (не зафиксирован факт травмы, не выполнены анализы на гепатиты после травмирования), наличие в анамнезе оперативных вмешательств, инвазивных манипуляций, предшествующих заражению. Алгоритм действий медицинского работника в случае травмирования на рабочем месте представлен следующими этапами [8]:

- констатация факта травмы у медицинского работника (комиссия в учреждении: зав. отделением, старшая медсестра);
- анализ крови травмированного медицинского работника на маркеры вирусного гепатита непосредственно после травмы;
- выяснение, во время какой манипуляции произошло ранение, запись в специальном журнале с указанием ФИО пациента и номера истории или амбулаторной карты, данных о соблюдении техники безопасности, вакцинации медицинского работника;
- необходимы данные обследования пациента на парентеральные вирусные гепатиты (определение вида и генотипа вируса) или данные анамнеза пациента;
- далее специалистами (инфекционист, профпатолог) проводится сопоставление результатов обследования пациента и пострадавшего медицинского работника. При совпадении результатов с учетом длительности инкубационного периода заболевания может быть связано с профессией.

Анализируя данные динамического наблюдения за пациентами с подтвержденным диагнозом профессионального заболевания, нами установлено, что все пациенты получили медицинскую реабилитацию за счет средств Федерального Фонда социального страхования РФ (курсы противовирусной терапии, санаторно-курортное лечение, симптоматическое лечение), в результате которой элиминация вируса и стабилизация процесса достигнута у 6 пациентов. Анализ экспертных решений о трудоспособности в группе обследованных показал, что трудоспособность в своей профессии сохранили 5 пациентов, 1 медицинский работник прошел переобучение и сменил профиль деятельности, 3-м пациентам определена группа инвалидности и процент утраты трудоспособности.

#### Результаты и обсуждение

Вирусные поражения печени являются актуальной проблемой в группе медицинских работников, особенно у лиц хирургических специальностей. В регионе преобладают сочетанные вирусные поражения печени у стажированных медицинских работников. В Иркутской области необходимо продолжать проведение разъяснительной работы среди медицинских работников общемедицинской сети о необходимости соблюдения правил техники безопасности на каждом рабочем месте, о возможностях использования атравматических технологий, о вакцинации профилактики гепатита В с целью снижения риска заражения, а также, о необходимости соблюдения правил оформления аварийных ситуаций на рабочем месте. Соблюдение алгоритма действий медицинского работника при травмировании кожи на рабочем месте и раннее направление в центры профессиональной патологии позволяют проводить своевременную медицинскую и социальную реабилитацию работников здравоохранения.

#### Литература:

1. Дровнина С.П. Гигиеническая и эпидемиологическая характеристика производственных факторов

инфицирования вирусами гепатита В, С и ВИЧ медицинских работников: Автореферат дисс. канд. мед. наук - СПб., 2005.- 24с.

2. Иванов А.А., Шальнова Г.А., Уланова А.М. и др. Состояние антиинфекционной резистентности медицинского персонала ожоговых отделений // Мед. труда.- 1994.- № 4- С. 25-27.
3. Измеров Н.Ф. Труд и здоровье медицинских работников. Актовая Эрисмановская лекция. - М., 2005. - 39 с.
4. Косарев В.В. Бабанов С.А. Профессиональные заболевания медицинских работников. - Самара: Офорт, 2009. -С.97-111.
5. Косарев В.В., Бабанов С.А. Медицинские работники – группа риска по гемоконтактным инфекциям // Здравоохранение.- 2011.- № 2- С. 163-172.
6. Навроцкий А.Н. Клинико-гигиенические аспекты вирусных гепатитов у медицинских работников, входящих в группу риска профессионального инфицирования: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук - Омск, 2006. - 26 с.
7. Соринсон С.Н. Вирусные гепатиты в клинической практике.- Теза СПб, 1996.- С.53,С.109.
8. Профессиональная патология/ Национальное руководство под ред. акад. Н.Ф. Измерова.-М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2011.- С.627- 631.
9. Храпунова И.А., Ковалева Е.П. Проблема защиты медицинского персонала от внутрибольничных инфекций// Материалы секции по внутрибольничным инфекциям VIII Всероссийского съезда эпидемиологов, микробиологов, паразитологов 27 марта 2002 г.- М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева, 2002.- С.80-86.
10. Шахгильдян И.В., Михайлов М.И., Онищенко Г.Г. Парентеральные вирусные гепатиты (эпидемиология, диагностика, профилактика).- М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2003.- С. 215-231.

## ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**Засорин Борис Викторович**

*доктор мед. наук, профессор, Западно-Казахстанский государственный медицинский университет, г.Актюбинск*

**Гебель Владимир Владимирович**

*студент 5 курса факультет общая медицина Западно-Казахстанский государственный медицинский университет, г.Актюбинск*

**Тюренкова Любовь Васильевна**

*студентка 5 курса факультет общая медицина Западно-Казахстанский государственный медицинский университет, г.Актюбинск*

**Оразбаева Камила Багисбаевна**

*студентка 5 курса факультет общая медицина Западно-Казахстанский государственный медицинский университет, г.Актюбинск*

### APPLICATION OF CELL PRODUCTS FOR CORRECTION OF AGE CHANGES IN THE EXPERIMENT

*Zasorin Boris, Doctor of Medicine, professor, of West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Aktyubinsk  
Gebel Vladimir, Fifth year student of the Faculty of General Medicine, West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Aktyubinsk*

*Tyurenkova Lyubov, Fifth year student of the Faculty of General Medicine, West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Aktyubinsk*

Orazbaeva Kamila, Fifth year student of the Faculty of General Medicine, West Kazakhstan Marat Ospanov State Medical University, Aktyubinsk

#### АННОТАЦИЯ

Цель исследования - оценка эффективности аллогенных мультипотентных мезинхимальных стромальных клеток костного мозга на процесс сперматогенеза у «пожилых» животных. Эксперимент проведен на 60 крысах-самцах линии Вистар в возрасте 2,5 года, разделённых на две группы, опытной внутрибрюшинно вводили  $2 \cdot 10^6$  кл/мл взвеси клеток. Учёт результатов осуществляли через 2 и 4 месяца после введения, оценивая функциональное состояния семенников. Установлено - введение клеток повышает качество спермы, проявляющееся в увеличении процента подвижных сперматозоидов и снижением патологически изменённых форм.

#### ABSTRACT

The aim of the work is studying the efficacy of injection of allogeneic multipotent mesenchymal bone marrow stromal cells to the spermatogenesis process in "old" animals. The experiment conducted on 60 male rats of Wistar line aged 2.5 years. Animals were divided into two groups. The experimental group of animals were injected intraperitoneally with  $2 \times 10^6$  cells / ml of cell suspension. Account of the results was performed at 2 and 4 months.

Ключевые слова: стромальные клетки, возрастные изменения, сперматогенез;

Keywords: stromal cells, age-related changes, spermatogenesis.

Активное внедрение методов регенеративной медицины в геронтологическую практику с целью улучшения качества жизни пожилых людей, способствует увеличению числа экспериментальных исследований, направленных на поиск новых клеточных продуктов и оценки их клинической эффективности [1-4].

В связи с этим, целью нашей работы явилась оценка влияния применения аллогенных мультипотентных мезинхимальных стромальных клеток костного мозга на процесс сперматогенеза у «пожилых» животных.

Эксперимент проведен на 60 крысах-самцах линии Вистар в возрасте 2,5 года, разделённых на две группы (контроль и опытная). Аллогенные мультипотентные мезинхимальные стромальные клетки (ММСК) были выделены из бедренных костей двадцати половозрелых крыс, культивированы *in vitro* до третьего пассажа, иммунофенотипированы и использованы в эксперименте. Введение ММСК животным опытной группы осуществляли внутрибрюшинно, в объёме 1,0 мл, с концентрацией стромальных клеток  $2 \cdot 10^6$  кл/мл. Учёт результатов осуществляли через 2 и 4 месяца после введения клеток. Для оценки функционального состояния семенников определяли плотность и формы спермиев (активно-подвижные, аномальные), полученных из хвостовой части эпидидимиса по методике Е.К. Милованова в модификации Г.И. Егоровой.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что у животных опытной группы в динамике происходит улучшение всех изученных показателей. В частности, через 2 месяца после введения клеток, концентрация сперматозоидов составила (млн/мл)  $15,5 \pm 2,1$  в опытной группе против  $7,7 \pm 2,3$  в контрольной. При сравнении процента подвижных сперматозоидов установлено, что в опытной группе их количество в 3,4 раза выше по сравнению с контролем ( $22,3 \pm 2,4\%$  и  $6,5 \pm 1,9\%$  соответственно). Анализ данных о количестве патологически изменённых форм выявил ту же тенденцию:  $12,9 \pm 2,6\%$  (опытная группа),  $28,75 \pm 4,3\%$  (контрольная группа).

Через 4 месяца после введения ММСК, концентрация сперматозоидов составила  $12,7 \pm 3,3$  в опытной группе против  $5,6 \pm 2,1$  в контроле. При сравнении процента подвижных сперматозоидов установлено, что в опытной группе их количество в 3 раза выше по сравнению с контролем ( $16,8 \pm 3,1\%$  и  $5,5 \pm 1,8\%$  соответственно). Анализ данных о количестве патологически изменённых форм

подтвердил ранее выявленную тенденцию:  $16,7 \pm 1,9\%$  (опытная группа),  $32,5 \pm 4,9\%$  (контрольная группа).

Комплексный анализ полученных данных показал, что введение аллогенных мультипотентных мезинхимальных стромальных клеток костного мозга способствует активации сперматогенеза у «пожилых» крыс. Это подтверждается трёхкратным увеличением количества сперматозоидов. Кроме того, введение клеток повышает качество спермы, проявляющееся в увеличении процента подвижных сперматозоидов и уменьшением в 2,5 раза числа патологически изменённых форм. Достигнутые результаты сохраняются на протяжении 4 месяцев после внутрибрюшинного введения ММСК.

#### Выводы:

1. Введение аллогенных мультипотентных мезинхимальных стромальных клеток костного мозга активирует сперматогенез у «пожилых» крыс.
2. Улучшение качества спермы (процент подвижных сперматозоидов и патологически изменённые формы) носит стабильный характер.

#### Литература:

1. Аполихин О.И., А.А.Камалов, Г.Т.Сухих, В.А.Ефремов Ксенотрансплантация обогащённых клеточных культур различных видов при экспериментальном лечении infertility. // *Материалы Международного Конгресса по андрологии*. Сочи, Дагомыс. - 2009. - С. 15 - 16.
2. Засорин Б.В., Курмангалиев О.М., Бельшев А.А. Эффективность применения мультипотентных мезинхимальных стволовых клеток костного мозга при токсических формах нарушения сперматогенеза. // *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия*. - 2010. - №3, т.V. - С. 29-30.
3. Курмангалиев О.М., Засорин Б.В., Бельшев А.А., Насиров И.Н. Экспериментальная оценка эффективности применения эмбрионально-клеточного «коктейля» при токсических формах нарушения сперматогенеза. // *Медицинский журнал Западного Казахстана* - 2010 - №3(27). - С.58 - 62.
4. Суздальцева Ю.Г., Бурунова В.В., Петракова Н.В. с соавт. Новый способ получения культуры клеток Лейдига и перспективы их практического применения в андрологии // *Клеточные технологии в биологии и медицине* - 2007. - №1. - С. 46 - 51.

## ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИТОКОМПЛЕКСНОЙ МАЗИ ДЛЯ ВЕТЕРИНАРИИ

**Кусова Раиса Дзиппоевна**

кандидат фармацевтических наук, доцент, Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, Владикавказ

**Кочиева Залина Тотырбековна**

Аспирант, Северо-Осетинский, государственный университет имени К. Л. Хетагурова, Владикавказ

#### DEVELOPMENT OF AND PHARMACOLOGICAL STUDY PHYTOCOMPLEX OINTMENT FOR VETERINARY

*Kusova Raisa Dzippoevna, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, North Ossetia State University KL Khetagurova, Vladikavkaz*

*Kochieva Zalina Totyrbekovna, Graduate student North Ossetia State University KL Khetagurova, Vladikavkaz*

#### АННОТАЦИЯ

В работе приведены данные о разработке технологии получения фитокомплексной мази на основе масла лоха.

Целью данной работы явилось разработка фитокомплексной мази на основе масла лоха и изучение ее фармакологической активности.

Использованы методы экстракции в замкнутом цикле сжиженным газом фреон-12. Технологические методы получения мазей. Фармакологические методы исследования. Метод микробиологического тестирования.

Результаты анализа показали, что гидрофильные и эмульсионные основы мазей больше способствуют проявлению фармакологической активности масла лоха.

Выводы. Наиболее оптимальной основой для мази с маслом лоха и фитокомплексом являются эмульсионная основа (вазелин, вода, твин-80) и основа на метилцеллюлозе.

Ключевые слова: фармакология, технология, мазь, масло лоха, твин-80, основа на метилцеллюлозе, экстракция, фреон-12.

#### ABSTRACT

*The paper presents data on the development of technology of fitokompleksnoy ointments oil-based Lohan.*

*The aim of this work was to develop fitokompleksnoy ointments oil-based Loja and the study of its pharmacological activity.*

*Extraction methods used in a closed loop liquid gas Freon-12. Technological methods of producing ointments. Pharmacological methods. Microbiological testing method.*

*The results showed that the hydrophilic and emulsion ointment bases contribute more than the manifestation of the pharmacological activity of oil Lohan.*

*Conclusions. The optimal basis for ointments and oil Lohan phytocomplex are emulsion base (petrolatum, water, Tween-80) and the base methylcellulose.*

*Keywords: pharmacology, technology, ointment, oil sucker, Tween 80, methylcellulose base, extraction, Freon-12.*

В последние годы возрос интерес производителей мягких лекарственных форм на основе растительных масел в основном на маслах широко распространенных в природе дикорастущих и культурных сортов облепихи (*Hippophae rhamnoides*) и шиповника (*Rosa cinnamomea*), которые давно используются в лечебной практике как ускоряющие регенерацию поврежденных кожных покровов. В качестве вспомогательных веществ они применяются в мягких лекарственных формах, которые широко используются в ожоговых и травматологических центрах. В связи с этим возникает необходимость использования новых растительных объектов в производстве растительных масел и создание на их основе оригинальные мягкие лекарственные формы.

В этой связи мы решили получить из плодов лоха узколистного, (*Elaeagnus angustifolia L.*) жирное масло.

Масло лоха получали на установке для экстрагирования сжиженными газами. Экстракцию проводили

хладон-12 (фреоном-12) в замкнутом цикле. фреон-12, дихлордифторметан, представляет собой бесцветную жидкость с температурой кипения - 29,8°C. Хладон-12 не горюч и не ядовит [1,3].

Целью данной работы явилось разработка фитокомплексной мази на основе масла лоха и изучение ее фармакологической активности.

Для создания мази, обладающей бактерицидным действием, был проведен поиск оптимальной мазевой основы. В задачи данного исследования вошли: подбор оптимальной мазевой основы, способствующей проявлению бактерицидного эффекта масла; разработка технологии получения мази; определение структурно-механических свойств мази; разработка методики количественного анализа масла лоха в мази [1,4].

С целью выбора оптимальной мазевой основы изучено 10 видов основ по прописям, предлагаемым отечественными и зарубежными авторами.

Указанные основы готовили в лабораторных условиях и в охлажденные основы вводили масло лоха. Исходя из ориентировочного расчета минимальной активности масла, отраженного в таблице, количество масла, соответствующее 5% в мази мы посчитали оптимальным.

В те основы мазей, которые содержали в своем составе воду дистиллированную, добавляли лимонную кислоту в количестве 0,3% (для получения pH мази около 5), так как при микробных заболеваниях кожи происходит сдвиг pH в щелочную сторону, по мере выздоровления происходит выравнивание pH кожи. Поэтому можно считать оправданным введение в составы мазей лимонной кислоты, тем более что лимонная кислота является хорошим стабилизатором масел и оказывает при этом значительное синергическое действие.

Степень высвобождения масла из мазевых основ исследовали одним из методов микробиологического тестирования - методом диффузии в зараженный

агар с использованием металлических цилиндров, заполненных исследуемой мазью в количестве 250,0±0,5 мг.

Бактерицидную активность мазей оценивали в соответствии с величиной задержки роста микробов вокруг цилиндра [2]. Полученные результаты свидетельствуют, что вспомогательные вещества, составляющие основу мазей, оказывают значительное влияние на проявление противомикробного действия масла. Следует отметить, что гидрофильные и эмульсионные основы больше способствуют проявлению активности масла (основы 1, 3).

Однако, мази, приготовленные на гидрофильной основе №1 и эмульсионной основе №2 проявляют выраженную противомикробную активность в отношении всех испытуемых тест-культур.

В качестве контроля использовали противомикробные мази заводского производства (таб. 1).

Таблица 1.

**Бактерицидная активность промышленных и исследуемых мазей**

Наименование препарата	Зоны задержки роста культур, мм		
	St. aureus	E. coli Os.	Bac.bubtilis Zr.
Мазь стрептоцидовая 10%	7,0±0,2	-	7,0±0,3
Мазь эритромициновая 10000 ЕД	30,0±0,3	15,0±0,2	16,0±0,3
Мазь фурацилиновая 0,2%	12,0±0,2	10,0±0,1	10,0±0,1
Мазь с маслом лоха №1	22,0±0,4	21,0±0,6	10,0±0,4
Мазь с маслом лоха №2	25,0±0,3	20,0±0,4	15,0±0,1

Полученные результаты показывают, что предполагаемая мазь с маслом лоха не уступает по своей активности промышленным мазям, а при сравнении со стрептоцидовой и фурацилиновой мазями оказывает гораздо больший эффект. Исследуемая мазь несколько уступает эритромициновой мази, но надо учитывать, что антибиотики очень быстро вызывают устойчивость к микроорганизмам, тогда как растительные масла имеют очень низкий индекс резистентности [3].

Как показали проведенные микробиологические исследования, наиболее оптимальной основой для мази с маслом лоха и фитокомплексом являлись эмульсионная основа (вазелин, вода, твин-80) и основа на метилцеллюлозе.

Варьировать количеством масла лоха в составе мази мы посчитали нецелесообразным, в связи с тем, что данная концентрация (5%) вызывает высокоактивную зону задержки роста микроорганизмов.

Таким образом, предлагаются следующие составы мазей:

- Состав мази с маслом лоха №1 (на 100 г)
- Масла лоха 5,0
- Экстракта зверобоя сухого 5,0
- Метилцеллюлозы 6,0
- Воды очищенной 67,0
- Глицерина 20,0

Твина - 80 2,0

Состав мази с маслом лоха №2 (на 100 г)

Масла лоха 5,0

Экстракта зверобоя сухого 5,0

Вазелина 75,0

Воды очищенной 9,7

Лимонной кислоты 0,3

Твина - 80 5,0

*Описание технологии приготовления мази с маслом лоха №1:*

1. Набухание метилцеллюлозы.

В ступку отвешивают 6,0 г метилцеллюлозы и заливают 40-50 мл горячей воды и оставляют для набухания на 20-30 минут.

2. Получение масляной эмульсии.

В оставшейся части воды растворяют сухой экстракт зверобоя, добавляют отвешенные твин-80 и масло лоха, получают эмульсию.

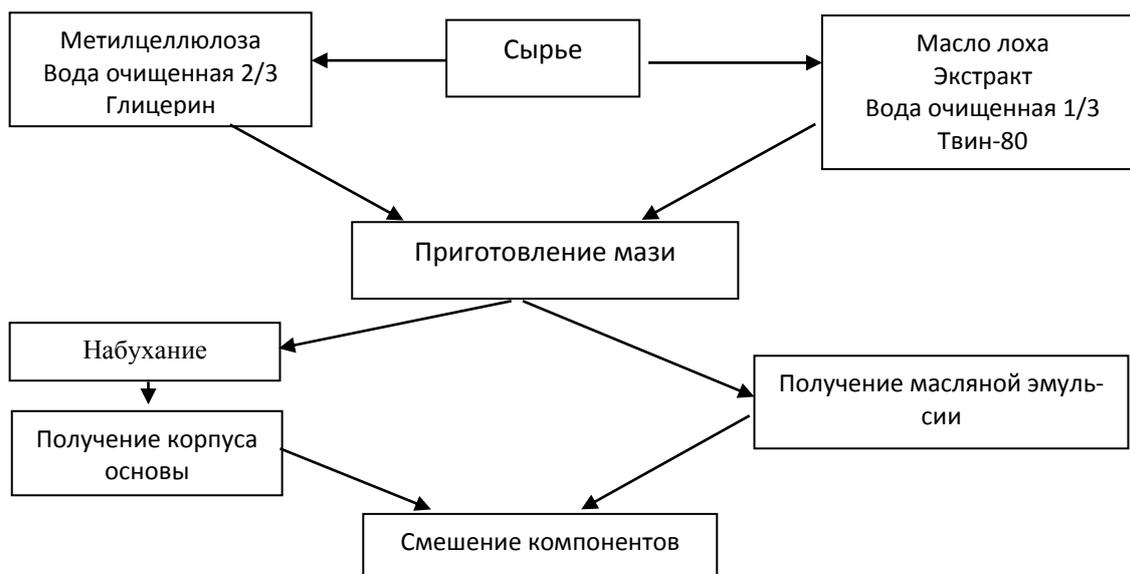
3. Получение корпуса основы.

К набухшей метилцеллюлозе добавляют частями отвешенный глицерин и гомогенизируют до получения однородной массы.

4. Смешение компонентов.

После получения этого корпуса основы к ней частями добавляют эмульсию и гомогенизируют до получения однородной массы.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАЗИ С МАСЛОМ ЛОХА №1

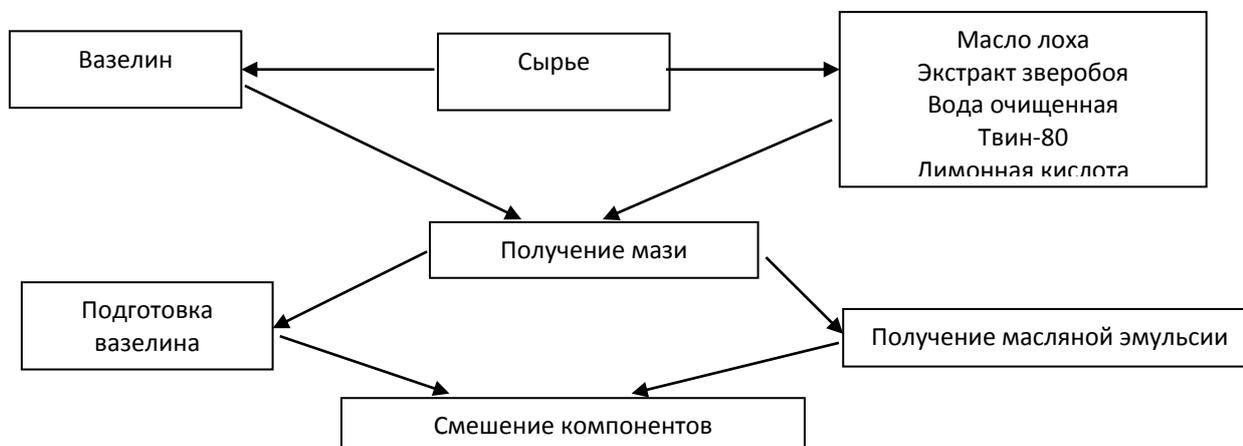


Описание технологии приготовления мази с маслом лоха №2:

1. Подготовка вазелина. В ступку для приготовления мази отвешивают 80,0 вазелина.
2. Приготовление масляной эмульсии. Отмеривают 9,7 мл воды очищенной в небольшую выпарительную чашку и растворяют сухой экстракт зверобоя, 0,3 г лимонной кислоты, добавляют отвешенные твин-80 и масло лоха, получают эмульсию.
3. Смешение компонентов.

Полученную эмульсию частями добавляют к вазелину, все тщательно перемешивают до получения однородной массы.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАЗИ С МАСЛОМ ЛОХА №2.



Таким образом, Полученные результаты показывают, что предполагаемая фитокомплексная мазь на основе масла лоха вызывает высокоактивную зону задержки роста микроорганизмов. И наиболее оптимальной основой для мази с маслом лоха и фитокомплексом являлись эмульсионная основа (вазелин, вода, твин-80) и основа на метилцеллюлозе.

**Литература:**

1. Ветров П.П. Исследование процесса экстрагирования биологически активных веществ из лекарственного сырья сжиженными газами: Автореф.дис.канд.фарм.наук: 15.00.01. – Харьков, 1983. – 24с.
2. Казаков А.Л., Компанцев В.А., Кусова Р.Д. Химическое изучение растений и вторичного сырья и создание на их основе лечебно-профилактических средств //У Всерос. съезд фармацевтов: Тез.докл. – Ярославль, 1987. – 416с
3. Кусова Р.Дз. Разработка геля и эмульсионной мази с маслом лоха// Фармация. – 2006 № 6. – С.-30-32.
4. Кусова Р.Д. Фитохимическое изучение плодов лоха узколистного, произрастающего в Северной Осетии // Фармация. – 2006. № 3. – С.-10-12.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЦВЕТКОВ *TUSSILAGO FARFARA L.*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ

*Кусова Раиса Дзиппоевна*

кандидат фармацевтических наук, доцент,

Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, Владикавказ

*STUDY OF THE FLOWERS *TUSSILAGO FARFARA L.*, GROWING IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA*

*Kusova Raisa Dzippoevna, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor*

*North Ossetia State University K.L. Khetagurov, Vladikavkaz*

### АННОТАЦИЯ

*В работе приведены данные о компонентном составе цветков мать-и-мачехи.*

*Цель исследования - определение некоторых показателей и норм качества цветков мать-и-мачехи, которые необходимы для разработки современных нормативных документов.*

*При выполнении работы использовали химические, хроматографические, фотометрические методы.*

*Результаты анализа показали, что в цветках мать-и-мачехи содержится комплекс биологически активных соединений. Установили, что извлечение из цветков мать-и-мачехи гемолитической активностью не обладает.*

*Вывод. Наличие комплекса биологически активных соединений в цветках мать-и-мачехи позволяют широкое их использование в качестве лекарственного сырья.*

*Ключевые слова: лекарственное растение, цветки мать-и-мачехи, фотометрический, хроматографический, полисахариды, флавоноиды.*

### ABSTRACT

*The paper presents data on the component composition of flowers mother and stepmother.*

*The purpose of the study - the definition of some indicators and standards of quality flowers mother and stepmother, which are necessary for the development of modern regulations.*

*Performed by using chemical, chromatographic, photometric methods.*

*The results showed that in flowers mother and stepmother contains a complex of biologically active compounds. Found that an extract from the flowers of the mother and stepmother of hemolytic activity is not.*

*Output. The presence of biologically active compounds in flowers mother and stepmother allow their wide use as a medicinal plant.*

*Keywords: medicinal plants, flowers, mother and stepmother, photometric, chromatographic, polysaccharides, flavonoids.*

Природно-географическая среда и почвенно-климатические условия России являются благоприятными для произрастания и культивирования широкого арсенала лекарственных растений. Наша страна является одной из богатейших стран мира по запасам дикорастущего лекарственного растительного сырья. Богатыми природными ресурсами, в том числе лекарственными растениями (ЛР), обладает и республика Северная Осетия-Алания. Выявление зарослей дикорастущих лекарственных растений и их рациональное использование в РСО-Алания имеет важное практическое и природоохранное значение [4,5].

В связи с этим нами проводятся ресурсоведческие, комплексные исследования дикорастущих лекарственных растений республики (ДЛР). Помимо выявления зарослей, запасов лекарственного растительного сырья (ЛРС) необходимо проверять ЛРС на доброкачественность его.

При экспедиционном исследовании Чмийско-Санибинско-Кармадонской фитоценозы нами были выявлены значительные запасы ЛРС известных видов ДЛР, в том числе мать-и-мачеха - *Tussilago farfara L.* Это травянистый многолетник с длинным ветвистым ползучим корневищем. С лекарственной целью используются листья и

цветы. В листьях мать-и-мачехи содержится полисахариды (инулин и декстрин) и слизи, которые считаются основными действующими веществами, а также 2,63% горьких гликозидов, сапонины, каротиноиды, галловая, яблочная и винная кислоты, ситостерин, аскорбиновая кислота. Из соцветий выделены стероидные соединения (фарadiол, стигмастерин, ситостерин), дубильные вещества и флавоноиды (рутин, гиперозид и др.) [4].

Листья мать-и-мачехи оказывают смягчительное, отхаркивающее, дезинфицирующее и противовоспалительное действие. Их настоем применяют внутрь при бронхитах, ларингитах, абсцессе легких. Листья входят в состав грудных сборов [3,4]. Однако в последние годы в литературе появилась информация о наличии в листьях мать-и-мачехи пирилизидиновых алкалоидов, что послужило основанием к ограничению использования этого вида ЛРС в некоторых странах или вообще к исключению из списка используемых.

Тем не менее, цветки мать-и-мачехи до настоящего времени включены в фармакопеи 15 стран мира, в том числе и в Германии, где листья запрещены к использованию. В России цветки используют в гомеопатии, они являются предметом экспорта в ряд Европейских стран.

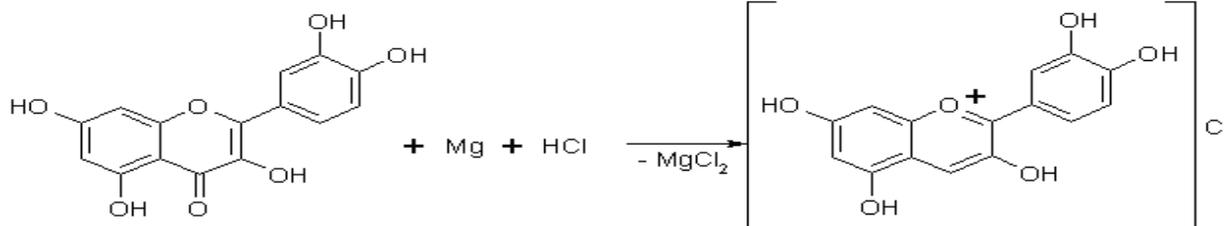
Поэтому совершенствование нормативного документа на этот вид сырья – актуальная задача. Цветки мать-и-мачехи стандартизируют по ГОСТу 21568-76.

Целью нашей работы явилось - определение некоторых показателей и норм качества цветков мать-и-мачехи, которые необходимы для разработки современных нормативных документов. Объектом для исследований служили цветки, собранные в начале цветения.

Идентификацию *полисахаридов* проводили по ГФ XI изданию (трава череды трехраздельной). Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,5 мм.

Около 10 г измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 100 мл воды, колбу присоединяли к обратному холодильнику и кипятили при перемешивании на электрической плитке в течение 30 мин. Экстракцию водой повторяли еще четыре раза по 100 мл в течение 30 мин каждый раз. Водные извлечения центрифугируют с частотой вращения 5000 об/мин в течение 10 мин и декантировали в мерную колбу вместимостью 500 мл через 5 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 66 мм и предварительно смоченной водой. Фильтр промывали водой и доводили объем раствора водой до метки (раствор А). Наличие полисахаридов в извлечении определяли реакциями:

- 1) К 5 мл извлечению А прибавляли 15 мл 95% спирт и перемешивали. Появлялись хлопьевидные сгустки, выпадающие в осадок при стоянии.
- 2) Раствор с осадком фильтровали через стеклянный фильтр ПОР 16, осадок с фильтра перенесли в пробирку, прибавляли 5 мл разведенной хлористоводородной кислоты, кипятили несколько минут, прибавляют 10 мл реактива Фелинга и снова кипятили; появлялся оранжево-красный осадок (восстанавливающие сахара).
- 3) При смачивании порошка цветков мать-и-мачехи раствором аммиака или гидроксида



- 2) *Борно-лимонная реакция* - к 5 мл извлечения прибавляли 2 мл 3% водного раствора кислоты борной и 0,05 г кислоты лимонной, при этом наблюдали ярко-желтое окрашивание.
- 3) *Реакция с раствором свинцаацетата* - к 1 мл извлечения прибавляли 2 мл 5% раствора свинца(II) ацетата, при этом наблюдали выпадение желтоватого осадка.
- 4) *Реакция с аммиаком* - к 5 мл извлечения прибавляли 2 мл раствора аммиака, при этом наблюдали темно-бурую окраску.

натрия появлялось желтое окрашивание (реакция на слизь) [20,33,34].

Из химических качественных реакций для определения сапонинов в исследуемых образцах сырья использовали:

- реакцию с 10%-ным раствором натрия нитрита и концентрированной серной кислотой наблюдали кроваво-красное окрашивание;
- реакцию Лафона с концентрированной серной кислотой, содержащей следы 10%-ного раствора сульфата железа наблюдали сине-зеленое окрашивание извлечения [33].

5 мл водного извлечения, полученного для проведения качественных реакций на полисахариды, помещали в сухую пробирку. Интенсивно встряхивали. Наблюдали появление обильной устойчивой пены [17,33].

Для определения гемолитической активности готовили извлечение из цветков мать-и-мачехи. Использовали в качестве экстрагента изотонический раствор (0,9% NaCl). 2,0 г сырья заливали 20 мл изотонического раствора, нагревали на водяной бане 1 час, затем извлечение фильтровали. 5 мл фильтрата смешивали в пробирке с 5 мл 2% взвеси эритроцитов, встряхивали пробирку и оставляли на 1 час. Параллельно готовили контроль.

Установили, что извлечение из цветков мать-и-мачехи гемолитической активностью не обладает.

Для качественного обнаружения флавоноидов в сырье готовили спиртовое извлечение. Для этого в колбу помещали 1,0 сырья, прибавляли 30 мл 70% спирта этилового, присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течение 30 минут. Затем колбу охлаждали и извлечение фильтровали через вату. Далее проводили повторную экстракцию с 30 мл 70% спирта этилового в течение 30 минут. Извлечения объединяли и проводили следующие реакции:

- 1) *Цианидиновая проба* - к 5 мл извлечения прибавляли магний в присутствии кислоты хлористоводородной. Наблюдали оранжевое окрашивание.

Положительные результаты вышеперечисленных реакций свидетельствовали о присутствии флавоноидов [1,2].

Хроматографическое определение *флавоноидов* проводили в водно-спиртовых извлечениях из сырья с помощью тонкослойной хроматографии в системе растворителей бутанол - кислота уксусная - вода в соотношении (4:1:5). Использовали спиртовое извлечение цветков мать-и-мачехи. Хроматограмму просматривали в УФ-свете при  $\lambda=254\text{nm}$ , затем проявляли, опрыскивая ее 5%-

ными растворами алюминия хлорида или железа (III) хлорида. При проявлении наблюдали свечение пятен в УФ-свете на желтом фоне. Идентификацию флавоноидов проводили по величинам  $R_f$ , сопоставляя с  $R_f$  веществ-свидетелей.

Хроматографически в спиртовом извлечении из цветков мать-и-мачехи идентифицированы рутин и гиперозид.

Количественное содержание полисахаридов в сырье определяли с помощью гравиметрического метода [2].

Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 0,5 мм. Около 10 г измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 100 мл воды, колбу присоединяли к обратному холодильнику и кипятили при перемешивании на электрической плитке в течение 30 мин. Экстракцию водой повторяли еще четыре раза по 100 мл в течение 30 мин каждый раз. Водные извлечения центрифугировали с частотой вращения 5000 об/мин в течение 10 мин и декантировали в мерную колбу вместимостью 500 мл через 5 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 66 мм и предварительно смоченной водой. Фильтр промывали водой и доводили объем раствора водой до метки (раствор А).

25 мл раствора А помещали в центрифужную пробирку, прибавляют 75 мл 95 % спирта, перемешивали,

подогревали на водяной бане при температуре 60 °С в течение 5 мин. Через 30 мин содержимое центрифугируют с частотой вращения 5000 об/мин в течение 30 мин.

Надосадочную жидкость фильтровали под вакуумом при остаточном давлении 13—16 кПа через высушенный до постоянной массы при температуре 100—105 °С стеклянный фильтр ПОР 16 диаметром 40 мм. Затем осадок количественно переносили на тот же фильтр и промывали 15 мл смеси 95% спирта и воды (3: 1). Фильтр с осадком высушивали сначала на воздухе, затем при температуре 100—105 °С до постоянной массы.

Содержание полисахаридов в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 500 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 25 \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где  $m_1$  – масса фильтра в граммах;  $m_2$  – масса фильтра с осадком в граммах;  $m$  – масса сырья в граммах;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья в процентах [2].

В экспериментальной работе указанная методика была выполнена с некоторыми отступлениями. Фильтрацию извлечений проводили без использования стеклянного фильтра и вакуума [3]. Применяли фильтровальную бумагу (красная полоса). В таблице представлены результаты проведенных определений суммы полисахаридов.

Таблица 1

Результаты определения суммы полисахаридов в цветках мать-и-мачехи

Найдено (X,%)	$X_{cp}-X_i$	$(X_{cp}-X_i)^2$	Метрологические характеристики
9,21	0,51	0,2601	S=0,128% $\Delta X = 0,33\%$ E = 3,38%
9,56	0,16	0,0256	
9,73	-0,01	0,0001	
9,75	-0,03	0,0009	
9,95	-0,23	0,0529	
10,11	-0,39	0,1521	
$X_{cp}=9,72\%$		$\Sigma=0,4917$	

Из результатов таблицы видно, что общее содержание полисахаридов в сырье составило  $9,72 \pm 0,33\%$ .

Таким образом, на основании изучения выполненных экспериментальных исследований можно сделать вывод о наличии комплекса БАВ в цветках мать-и-мачехи, которые обеспечивают их широкое использование в качестве лекарственного сырья.

#### Литература

1. Государственная фармакопея СССР: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье/ МЗ СССР. - 11-е изд. доп. - М.: Медицина, 1990. - Вып. 2. - 400 с.
2. Кусова Р.Д. Нормативные исследования *Centaurium umbelatum* L., среднегорного пояса//Материалы Всероссийской научной конференции с международ. участием.- Владикавказ, 2014.–С. 133-136.
3. Кусова, Р.Дз. Влияние условий высокогорья РСО-Алания на содержание полисахаридов в мать-и-мачехе./ Р.Дз. Кусова// Растительные ресурсы и биотехнология в агропромышленном комплексе: Тез докл. Междунар.научно-практич. конф. – Владикавказ: “Эра”, 1995. – С. 78 - 79.
4. Д.А. Муравьева. Лекарственные растения Северной Осетии./ Д.А.Муравьева, Р.Дз. Кусова, А.А. Акопов. – Владикавказ, 2004.
5. Попов К.П. О рациональном использовании естественных растительных ресурсов Северной Осетии // Пути рационального экологически безопасного использования горных и предгорных территорий: Тез. докл. Владикавказ, 1994г. С.6-7.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И ОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ТРАВЕ THYMUS MARSCHALLIANUS WILLD

*Кусова Раиса Дзиппоевна*

*кандидат фармацевтических наук, доцент, Северо-Осетинский  
государственный университет имени К. Л. Хетагурова, г. Владикавказ*

*STUDY OF FLAVONOIDS AND HYDROXYCINNAMIC ACIDS IN GRASS THYMUS MARSCHALLIANUS WILLD.*

*Kusova Raisa Dzippoevna, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor*

*North Ossetia State University K.L. Khetagurov, Vladikavkaz*

### АННОТАЦИЯ

*В статье приводятся результаты исследований флавоноидов и оксикоричных кислот в траве тимьяна Маршалла, произрастающего на территории республики Северная Осетия-Алания.*

*Цель работы - определение флавоноидов и оксикоричных кислот в надземной части тимьяна Маршалла флоры республики Северная Осетия-Алания.*

*Методы исследования: хроматографические и спектрофотометрические.*

*Выводы. Проведена качественная и количественная оценка содержания в траве тимьяна Маршалла оксикоричных кислот и флавоноидов.*

*Ключевые слова: лекарственное растение; тимьян Маршалла; медицина; флавоноиды; оксикоричные кислоты.*

### ABSTRACT

*The article presents the results of studies of flavonoids and hydroxycinnamic acids in grass Marshall thyme growing on the territory of the Republic of North Ossetia-Alania.*

*Purpose - determination of flavonoids and hydroxycinnamic acids in the aerial parts of thyme Marshall flora of North Ossetia-Alania.*

*Methods: chromatography and spectrophotometry.*

*Conclusions. Qualitative and quantitative assessment of the content in the grass thyme Marshall hydroxycinnamic acids and flavonoids.*

*Keywords: medicinal plant; thyme Marshall; medicine; flavonoids; hydroxycinnamic acid.*

Одной из основных задач фармакогнозии является оценка ресурсов дикорастущих лекарственных растений и выявление новых для медицины видов. Как правило, ботанически родственные растения часто обладают аналогичным химическим составом и, соответственно, проявляют подобное фармакологическое действие.

Государственной фармакопеей предусмотрен к употреблению с лекарственной целью чабрец (тимьян) ползучий – *Thymus serpyllum* L. Этот вид весьма, полиморфный и принадлежит к числу сборных видов, описанных во «Флоре СССР», в одной секции — *Serpyllum*. Многие из этих видов широко встречаются в Северной Осетии [4]. Особенно близким к чабрецу ползучему является тимьян (чабрец) Маршалла - (*Thymus marschallianus* Willd.), который, как и другие виды этого рода, представляет полкустарничек с многочисленными веточками. Листья у него супротивные, мелкие, яйцевидные или продолговатые с просвечивающимися точками и клиновидным основанием. Цветки мелкие фиолетово-розовые собраны в верхушечные густые, удлинённые головки. Встречается в горах и степях на каменистых и щебенистых местах. Заготовку можно производить во всех районах республики.

С лекарственной целью в народной медицине используется трава чабреца Маршалла как отхаркивающее средство, а также в виде компрессов, примочек при радикулитах и невритах как болеутоляющее. Основными компонентами эфирного масла чабреца являются фенолы. Кроме этого в сырье содержатся дубильные вещества,

флавоноиды, смолы, камедь и др., которые недостаточно изучены.

Целью данной работы явилось исследование флавоноидов и оксикоричных кислот в надземной части тимьяна Маршалла, произрастающего на территории республики Северная Осетия-Алания.

Объектом исследования служила надземная часть тимьяна Маршалла, заготовленная в фазу цветения в Джимаринском ущелье РСО-Алания на аридных склонах горы Тбаухох [4].

Для предварительной идентификации биологически активных соединений были проведены качественные реакции с водными и спиртовыми извлечениями из травы тимьяна Маршалла.

Полифенольные соединения тимьяна Маршалла изучали методом хроматографии в спиртовом извлечении исследуемого сырья. В качестве неподвижной фазы использовалась хроматографическая бумага марки «Ленинградская-С», а также пластинки «Силуфол-254» [1,5].

Для хроматографического изучения фенольных соединений использовались следующие системы растворителей: I - БУВ (4:1:2); II – 15 % уксусная кислота; III – 2 % уксусная кислота.

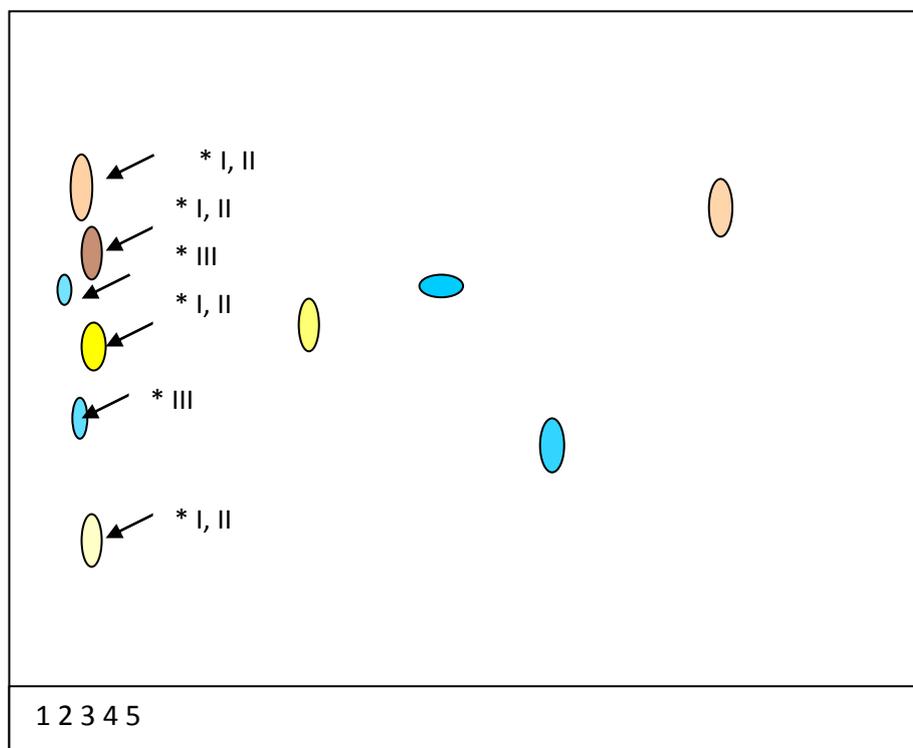
Систему I использовали для бумажной восходящей хроматографии, а системы II, III - тонкослойной хроматографии.

Детектирование зон адсорбции осуществляли одним из следующих способов:

1. пластинку просматривали в УФ-свете и отмечали собственную флуоресценцию веществ;
2. пластинку обрабатывали парами аммиака и просматривали в УФ - свете;
3. пластинку обрабатывали 5% спиртовым раствором алюминия хлорида и просматривали в видимом и УФ свете;

4. пластинку обрабатывали водным 5% спиртовым раствором натрия гидроксида и отмечали зоны адсорбции в видимом свете.

На рисунке 1 отражена хроматограмма извлечения тимьяна Маршалла на содержание флавоноидов и оксикоричных кислот .



\* I - БУВ (4:1:2); II – 15 % уксусная кислота; III – 2 % уксусная кислота.

Рисунок 1 – Бумажная хроматограмма извлечения тимьяна Маршалла на содержание флавоноидов и оксикоричных кислот, где 1 – извлечение из травы тимьяна Маршалла, 2 – РСО рутина, 3 - РСО хлорогеновой кислоты, 4 - РСО кофейной кислоты; 5 – РСО кверцетина;

По реакции с хромогенными реактивами мы сделали вывод, что в траве тимьяна Маршалла содержится 6 полифенольных соединений. Наличие коричневой, темно-желтой, голубой окраски зон адсорбции в УФ-свете свидетельствует о том, что вещества являются фенольными соединениями.

На основании сравнения  $R_f$  спиртоводного извлечения с  $R_f$  рабочих стандартных образцов мы установили наличие в траве тимьяна Маршалла кверцетина, рутина, хлорогеновой и кофейной кислот. Два пятна светло-желтой и коричневой окраски идентифицировать не удалось.

Для количественного определения суммы флавоноидов нами был выбран спектрофотометрический метод анализа с использованием реакции комплексообразования с алюминия хлоридом в среде 95% этанола [3]. Спектральная кривая извлечения имеет один максимум светопоглощения в области 400 – 500 нм. Максимум светопоглощения раствора РСО кверцетина, измеренного в тех же условиях, имеет максимум в области 430 нм. Максимумы светопоглощения как извлечения, так и кверцетина находятся в одной области.

**Методика.** Для этого точную навеску сырья (около 1,0 г) измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Помещали в колбу со шлифом вместимостью 150 мл, прибавляли 30 мл 50% этанола, колбу присоединяли к обратному холодильнику, и нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут. Затем колбу охлаждали до комнатной температуры и фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 100 мл. Экстракцию повторяли 2 раза указанным выше способом. Объединенные извлечения повторно фильтровали через тот же фильтр в ту же мерную колбу, фильтр промывали 50% этанолом и доводили объем фильтрата тем же спиртом до метки (раствор А).

10 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 1 мл 2% спиртового раствора алюминия хлорида и доводили объем раствора 95% этанолом до метки. Через 40 минут измеряли оптическую плотность полученного раствора на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 430 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

В качестве раствора сравнения использовали раствор, состоящий из 10 мл раствора А, доведенного 95% этанолом до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин, в абсолютно сухом сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 25 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{E_{1\text{см}}^{1\%} \cdot 100 \cdot a \cdot 10 \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где: А - оптическая плотность испытуемого раствора;

$E_{1\text{см}}^{1\%}$  - удельный показатель поглощения комплекса кверцетина при 430 нм с алюминия хлоридом, равный соответственно 764,6;

a – масса навески сырья, в граммах;

W - потеря в массе при высушивании сырья, в процентах.

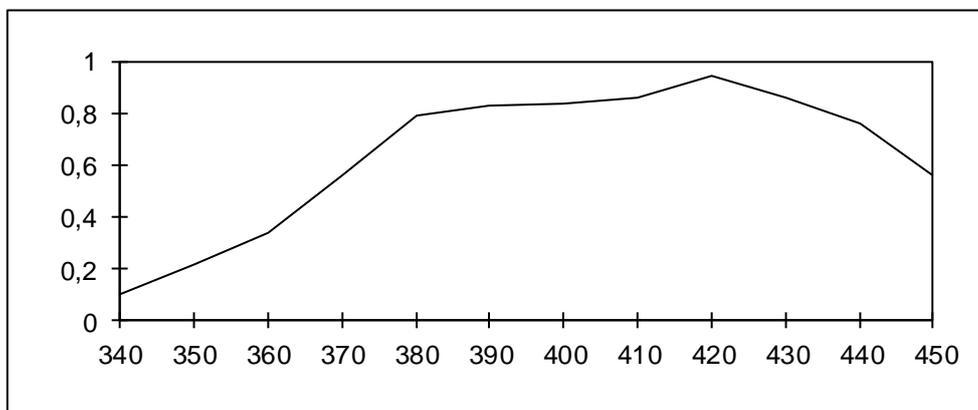


Рисунок 2 - Дифференциальный спектр поглощения флавоноидов травы тимьяна Маршалла с алюминия хлоридом.

Результаты количественного определения суммы флавоноидов в траве тимьяна Маршалла в пересчете на кверцетин приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты количественного определения суммы флавоноидов в траве тимьяна Маршалла

№ п/п	Навеска сырья, г	Найдено фл-ов (X <sub>i</sub> ),%	X <sub>i</sub> - $\bar{X}$	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	Метрологические характеристики
1	1,05355	0,31	0,01	0,0001	$\bar{X} = 0,30\%$ n= 5 f=4 S=0,013 S <sub>x</sub> =0,0059 $\Delta \bar{X} = 0,0164$ ε = 5,47%
2	1,1550	0,29	-0,01	0,0001	
3	1,02335	0,32	0,02	0,0004	
4	1,1435	0,30	0	0	
5	1,08565	0,29	-0,01	0,0001	
		$\bar{X} = 0,30$			

Методом дифференциальной спектрофотометрии установлена сумма флавоноидов в траве тимьяна Маршалла и составляет 0,30% в пересчете на кверцетин.

Таким образом, с помощью цветных химических реакций в спиртоводных извлечениях исследуемого сырья проведена идентификация флавоноидов и оксикоричных кислот.

#### Литература

- Адиходжаева, К.Б. Хроматоспектрофотометрический метод определения суммы фенолкарбоновых кислот в препарате танацин и соцветиях пижмы обыкновенной / К.Б. Адиходжаева // Хим.-фармац. журн. - 1979. -Т.13, №5.-С. 113-116.
- Беликов, В.В. Методы анализа флавоноидных соединений /В.В. Беликов, М.С. Шрайбер // Фармация. - 1970. - №1. - С.68-72.
- Государственная фармакопея СССР. - 11-е изд., доп. - М.: Медицина, 1989. -Вып. 2. - 311с.
- Кусова, Р.Дз. Лекарственные растения горных районов Северной Осетии/ Р.Дз. Кусова // Вест. Воронеж. гос.ун-та. серия: химия. биология. фармация. – 2006., №2. –С.300 – 301.
- Кусова Р.Д. Флавоноиды Centaurium umbelatum L., территории РСО-Алания//Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием.- Владикавказ, 2014. – С. 137-141.

## ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТ ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

*Маль Галина Сергеевна*

*Доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой фармакологии*

*Кувшинова Юлия Анатольевна*

*Студентка педиатрического факультета, Курский государственный медицинский университет, г. Курск*

### THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL GENETIC FACTORS ON EFFECT OF LIPID-LOWERING THERAPY IN PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE

*Mal GS, Ph.D, Professor, Head of the Department of Pharmacology, Kuvshinova JA, Student, Faculty of Pediatrics  
Kursk State Medical University, Kursk*

#### АННОТАЦИЯ

*К настоящему времени уже формируется подход о необходимости строгой индивидуализации лечения заболевания у каждого конкретного больного. Известно, что генетические особенности пациента более чем на половину могут определять неадекватный фармакологический ответ. Учитывая, что метаболизм всех лекарственных средств в организме человека генетически детерминирован, то применение современных фармакогенетических тестов для подбора индивидуальной дозы гиполипидемического препарата приобретает все большую актуальность для персонализированной медицины.*

#### ABSTRACT

*To date, the approach has generated the need for direction of individualization of treatment of the disease in each patient. It is known that the genetic characteristics of the patient more than in sofo can identify inadequate pharmacological response. Given that the metabolism of drugs in the human body is genetically determined, the application of modern pharmacogenetic tests for individual dose lipid-lowering drugs is becoming increasingly important for personalized medicine.*

*Ключевые слова: генетические факторы; гиперлипидемическая терапия; ишемическая болезнь сердца*

*Keywords: genetic factors; hyperlipidemic therapy; coronary heart disease*

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) лидируют среди причин смертности и инвалидности взрослого населения экономически развитых стран мира и имеют тенденцию к прогрессированию. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) продолжительность жизни, как в западных, так и в восточных государствах на 50% определяется наличием заболеваний органов кровообращения. Ежегодно в России от заболеваний органов кровообращения умирает более миллиона человек (примерно 700 человек на 100 тыс. населения) [1,2,5].

К настоящему времени уже формируется подход о необходимости строгой индивидуализации лечения заболевания у каждого конкретного больного [4,5].

Известно, что генетические особенности пациента более чем на половину могут определять неадекватный фармакологический ответ (неэффективность или развитие нежелательных лекарственных реакции (НЛР)) [8]. Учитывая, что метаболизм всех лекарственных средств в организме человека генетически детерминирован, то применение современных фармакогенетических тестов для подбора индивидуальной дозы гиполипидемического препарата приобретает все большую актуальность для персонализированной медицины [5,7]. Необходимо учесть, что проведение фармакологического вмешательства с целью коррекции нарушений липидного обмена характеризуется длительным или пожизненным использованием, поэтому одной из наиболее важных современных тенденций является обоснование экономических ас-

пектов стратегии и тактики лечения наряду с клиническими и социальными факторами [3,6]. С этих позиций требует своего решения задача комплексной интегральной оценки оптимального соотношения цены лекарственных препаратов и их эффективности, что позволит снизить затраты на приобретение неэффективных лекарств и коррекцию нежелательных лекарственных реакций.

**Цель работы:** изучить влияние индивидуальных особенностей генетических факторов на эффект гиполипидемической терапии у больных ишемической болезнью сердца с изолированной и сочетанной гиперлипидемией.

**Материалы и методы:** Под наблюдением находились 118 больных ИБС с первичной изолированной гиперхолестеринемией (ГХС) или сочетанной гиперлипидемией (ГЛП) в возрасте от 41 до 60 лет, из них 38 пациентов составили контрольную группу. Средний возраст в исследуемой и контрольной группах был сопоставим: 55,7±2,9 и 56,2±3,1 лет.

В нашем исследовании с целью индивидуализации гиполипидемической фармакотерапии у больных ИБС с различными типами ГЛП была изучена генотипическая гетерогенности субпопуляции, определяющая различия эффекта лечения. Для этого было проанализированы частоты генотипов по полиморфному маркеру С3435Т гена MDR1 в группах больных ИБС, принимавших статины II и IV поколений. Результаты приведены в таблице 1. Все больные ИБС с изолированной ГХС и сочетанной ГЛП распределились следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Распределение частот генотипов полиморфного маркера С3435Т гена MDR1 в группах больных ИБС с изолированной ГХС и сочетанной ГЛП, принимавших симвастатин и розувастатин

Генотип	Симвастатин (n=40)		Розувастатин (n=40)	
	Абс. значение	Доля, %	Абс. значение	Доля, %
ТТ	11	27,5	10	25,0
СТ	17	42,5	19	47,5
СС	12	30,0	11	27,5

Результаты изучения частот генотипов полиморфного маркера С3435Т гена MDR1 в изученной нами субпопуляции больных ИБС с изолированной ГХС и сочетанной ГЛП, показали, что распределение произошло следующим образом: генотип ТТ был зарегистрирован у 27,5%, СС у 30,0% и преобладающим оказался СТ, характерный для 42,5% больных. Такая частота встречаемости генотипа была свойственна пациентам, которые после отсутствия достижения целевых уровней липидов в результате диетической коррекции, получали фармакотерапию статином II поколения – симвастатином. Наряду с этим представляло интерес определить частоту встречаемости генотипа у пациентов с ИБС, получающих фармакотерапию статином IV поколения – розувастатином. Показано, что

тенденция преобладания генотипа СТ сохранилась (47,5%), а распределение частот генотипов ТТ и СТ было 25,0% и 27,5% соответственно. Выявленные особенности генетической гетерогенности генотипов полиморфного маркера С3435Т гена MDR1, обусловили целесообразность изучения наличия возможной взаимосвязи носительства определенных аллельных вариантов гена MDR1 и степени выраженности гиполлипидемического эффекта статинов различных поколений.

Взаимосвязь носительства определенных аллельных вариантов гена MDR1 и гиполлипидемического эффекта симвастатина у больных ИБС с изолированной и сочетанной ГХС представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Зависимость гиполлипидемического эффекта симвастатина от носительства аллельных вариантов гена MDR1 у пациентов с ИБС и ГЛП ( $M \pm m$ , n=40)

Показатель	Генотип			Достоверность различий между группами		
	1.ТТ (n=11)	2.СТ (n=17)	3.СС (n=12)	$p_{1-2}$	$p_{1-3}$	$p_{2-3}$
$\Delta$ ХС, %	-30,9 $\pm$ 2,2*	-20,0 $\pm$ 1,9*	-20,4 $\pm$ 2,2*	<0,05	<0,05	н.д.
$\Delta$ ТГ, %	-12,7 $\pm$ 2,5*	-14,2 $\pm$ 3,5*	-11,5 $\pm$ 4,7*	<0,05	н.д.	<0,05
$\Delta$ ХС ЛНП, %	-44,0 $\pm$ 3,7*	-29,5 $\pm$ 3,9*	-30,9 $\pm$ 5,0*	<0,05	<0,05	н.д.
$\Delta$ ХС ЛВП, %	16,2 $\pm$ 7,4*	9,4 $\pm$ 4,5*	13,8 $\pm$ 6,49*	<0,05	<0,05	<0,05
$\Delta$ АИ, %	-47,8 $\pm$ 4,9*	-33,0 $\pm$ 3,9*	-36,2 $\pm$ 5,6*	<0,05	<0,05	<0,05

В результате нашего исследования, была определена степень изменения показателей липидного спектра у больных, принимавших симвастатин. Из них генотип СС имели 12 пациентов, СТ – 17 пациентов, ТТ – 11 пациентов. Наиболее выраженный гиполлипидемический эффект наблюдался у пациентов с генотипом ТТ по сравнению с пациентами, имеющими генотипы СС и СТ. Можно сказать, что значительное снижение всех показателей липидного спектра у пациентов с генотипом ТТ по полиморфному маркеру С3435Т гена MDR1 было главной причиной, способствующей большей эффективности симвастатина. У пациентов с генотипами СС и СТ эффективность симвастатина по всем показателям липидного спектра была достоверно ниже.

Это свидетельствовало об ассоциации между полиморфным маркером С3435Т MDR1 и развитием более выраженного гиполлипидемического эффекта в группе больных с генотипом ТТ, по сравнению с генотипами СТ и СС. Таким образом, генотип ТТ по полиморфному маркеру

С3435Т гена MDR1 явился генетическим фактором, predisposing к выраженной гиполлипидемической активности симвастатина у больных ИБС.

Особый интерес представляло изучение взаимосвязи носительства определенных аллельных вариантов гена MDR1 и степени выраженности гиполлипидемического эффекта розувастатина у больных ИБС, что представлено в таблице 3.

В работе были определены степень снижения всех показателей липидного спектра, а также аллельные варианты гена MDR1 у больных, принимавших розувастатин: генотип СС имели 11 пациентов, СТ – 19 пациентов, ТТ – 10 пациентов.

Не было обнаружено связи между полиморфным маркером С3435Т гена MDR1 и развитием большего гиполлипидемического эффекта розувастатина у пациентов с генотипом ТТ, чем с генотипами СТ и СС. Аллельный вариант ТТ гена MDR1 у больных ИБС не явился генетическим фактором predisposing к выраженной эффективности розувастатина.

Таблица 3

Зависимость гиполипидемического эффекта розувастатина от носительства аллельных вариантов гена MDR1 у пациентов с ИБС и ГЛП ( $M \pm m$ ,  $n=40$ )

Показатель	Генотип			Достоверность различий между группами		
	1.ТТ (n=10)	2.СТ (n=19)	3.СС (n=11)	$p_{1-2}$	$p_{1-3}$	$p_{2-3}$
$\Delta$ ХС, %	-34,1 $\pm$ 4,5*	-32,6 $\pm$ 2,5*	-34,6 $\pm$ 2,5*	н.д.	н.д.	н.д.
$\Delta$ ТГ, %	-18,8 $\pm$ 3,5*	-17,4 $\pm$ 3,3*	-19,7 $\pm$ 3,9*	н.д.	н.д.	<0,05
$\Delta$ ХС ЛНП, %	-46,9 $\pm$ 7,6*	-45,2 $\pm$ 4,0*	-44,0 $\pm$ 4,9*	н.д.	н.д.	н.д.
$\Delta$ ХС ЛВП, %	8,6 $\pm$ 3,6*	9,8 $\pm$ 3,8*	9,2 $\pm$ 3,5*	н.д.	н.д.	н.д.
$\Delta$ АИ, %	-48,3 $\pm$ 5,9*	-44,3 $\pm$ 3,0*	-46,0 $\pm$ 4,8*	<0,05	н.д.	н.д.

**Примечание:** \* –  $p < 0,05$

Полученные результаты описанной взаимосвязи генотипа по полиморфному маркеру С3435Т гена MDR1 и гиполипидемического эффекта у больных ИБС с различными типами ГЛП показали неоспоримый вклад знаний о генетической гетерогенности субпопуляции в целях индивидуализации фармакотерапии.

#### Литература:

1. Аронов, Д. М. Первичная и вторичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний — интерполяция на Россию / Д. М. Аронов // Сердце. — 2002. — № 3. — С. 109–112.
2. Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. Российские рекомендации (IV пересмотр). // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2009. — Т. 8, №6 (Прилож.3). — 58 с.
3. Ивлева, А.Я. Фармакоэкономическое обоснование для применения липидснижающих средств / А.Я. Ивлева // Кардиология. — 1998. - № 4. — С. 48
4. Изучение транспортеров лекарственных средств как новая возможность персонализации фармакотерапии / В. Кукес, Д. Сычев, Т. Бруслик и др. // Врач. - 2007. - № 5. - С. 2-6.
5. Карпов, Ю. А. Стабильная ишемическая болезнь сердца: стратегия и тактика лечения / Ю. А. Карпов, Е. В. Сорокин. — М.: Реафарм, 2003. — 244 с.
6. Клинико-фармакологические аспекты полиморфизма генов-транспортеров органических анионов / В. Г. Кукес, Д. А. Сычев, Р. Е. Казаков и др // Молекулярная медицина : научно-практический журнал. — 2006. — N 1. — С. 31-35.
7. Кукес, В. Г. Изучение биотрансформации лекарственных средств - путь к повышению эффективности и безопасности фармакотерапии / В. Г. Кукес, Д. Сычев, Е. Ших // Врач: ежемесячный научно-практический и публицистический журнал / Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова (М.). — 2007. — №1.
8. Середенин, С. Б. Лекции по фармакогенетике / С. Б. Середенин. — М.: МИА, 2004. — 303 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СОКЕ HOSTA PLANTAGINEA (LAM.) ASCHERS., ПОЛУЧЕННОМ ИЗ СВЕЖИХ ЛИСТЬЕВ

**Вдовенко-Мартынова Наталия Николаевна**

кандидат фармацевтических наук, доцент, Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

**Кобыльченко Надежда Васильевна**

кандидат фармацевтических наук, доцент, Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

**Блинова Татьяна Ивановна**

кандидат фармацевтических наук, доцент, Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрава России, г. Пятигорск

DEFINITION OF PHENOLIC CONNECTIONS IN JUICE, HOSTA PLANTAGINEA (LAM.) ASCHERS., RECEIVED FROM FRESH LEAVES

Vdovenko-Martynova Nataliya, Candidate of Science, assistant professor, Pyatigorsk Medico-Pharmaceutical Institute — branch of SBEE HPE VolgSMU of the Russian Health Service Ministry, Pyatigorsk, Russia

Kobylchenko Nadezhda, Candidate of Science, assistant professor, Pyatigorsk Medico-Pharmaceutical Institute — branch of SBEE HPE VolgSMU of the Russian Health Service Ministry, Pyatigorsk, Russia

Blinova Tatyana, Candidate of Science, assistant professor, Pyatigorsk Medico-Pharmaceutical Institute — branch of SBEE HPE VolgSMU of the Russian Health Service Ministry, Pyatigorsk, Russia

## АННОТАЦИЯ

Целью работы явилось установление состава и количества фенольных соединений в соке из свежих листьев *Hosta Plantaginea* (Lam.) Aschers.. Качественный состав и количественное определение фенольных соединений в исследуемом препарате проводили, используя традиционные качественные реакции и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В соке из свежих листьев *Hosta plantaginea* обнаружено 13 соединений, из них идентифицировано 8 веществ фенольной природы. Методом ВЭЖХ в полученном фитопрепарате *Succus Hostae* установлено количественное содержание хлорогеновой кислоты - 0,023%, галловой кислоты - 0,05%.

## ABSTRACT

The purpose of the work is to establish the structure and of phenolic compounds quantity in juice from fresh leaves of *Hosta Plantaginea* (Lam.) Aschers. The qualitative structure and quantitative definition of the phenolic compounds in the studied preparation was carried out with the help of traditional quality reactions and a method of a highly effective liquid chromatography (HPLC). In juice from fresh leaves of *Hosta plantaginea* 13 compounds were discovered, among them 8 substances of the phenolic nature were isolated. The quantitative contents found in the studied sample of *Succus Hostae* of phenolic compounds made: chlorogenic acid - 0,023%, gallic acid - 0,05%

Ключевые слова: *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers., фенольные соединения, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Keywords: *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers. phenolic connections, highly effective liquid chromatography.

К группе фитопрепаратов относятся извлечения, получаемые из лекарственного растительного сырья, и в зависимости от его свойств различают препараты из свежих растений и из высушенного растительного сырья. Исследования в области экстрагирования лекарственного растительного сырья показывают, что действующие вещества ряда растительных объектов в период сушки и хранения могут подвергаться изменениям в результате протекающих в них процессов ферментивного расщепления, взаимодействия с кислородом воздуха и т.д. В ряде случаев препараты, полученные из свежих растений, обладают большей активностью, чем аналогичные препараты из высушенного сырья. В медицинской практике используются натуральные (несгущенные) соки: *Succus Plantaginis* (из свежих листьев подорожника большого и травы подорожника блошного), *Succus Aloes* (из листьев алоэ) и др. Нами был получен натуральный сок из листьев хосты подорожниковой и проведен его фитохимический анализ. Целью данной работы явилось установление фенольных соединений в *Succus Hostae*.

Материалы и методы. Объект нашего исследования – *Succus Hostae*, сок из листьев, заготовленных с растений *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers., культивируемых в Ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института [1, с.24]. Качественный состав и количественное определение фенольных соединений в исследуемом препарате определяли, используя качественные реакции, метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Для качественного определения флавоноидов проводили реакции: цианидиновую пробу, с водным раствором хлорида железа (Ш), водным раствором натрия гидроксида, раствором ацетата свинца; дубильных веществ: с раствором желатина, хинина сульфата, 1% раствором железоаммониевых квасцов [2, с.211]. Для более точного определения использовали метод высокоэф-

фективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Для исследования использовали образец сока *Succus Hostae* (исследуемый раствор). Параллельно готовили серию растворов стандартных образцов фенольных соединений 0,05% в спирте этиловом 70%: рутин, кверцетин, лютеолин, лютеолин-7-гликозида, галловой кислоты, кофейной кислоты, хлорогеновой кислоты, цикориевой кислоты, коричной кислоты, о-кумаровой кислоты, эпигалокатехингаллата, салицина, гиперозида, геспередина, апи-генина, феруловой кислоты, умбеллиферона, эпикатехина, эскулетина, кумарина, дигидрокверцетина, кемпферола, метоксикумарина. По 50 мкл исследуемых растворов и растворов сравнения вводили в высокоэффективный жидкостный хроматограф «GILSON-305» (Франция) с ручным инжектором RHEODYNE-7125 (USA) и хроматографировали. Для анализа фенольных соединений результаты обрабатывали с помощью компьютерной программы «МультиХром». В качестве неподвижной фазы была использована металлическая колонка размером 4,6x250 мм Kromasil C 18 с размером частиц 5 микрон. Подвижная фаза: метанол-вода-фосфорная кислота концентрированная в соотношении 400:600:5. Анализ проводили при комнатной температуре. Скорость подачи элюента 0,8 мл /мин. Продолжительность анализа 70 мин. Детектирование проводилось с помощью УФ-детектора «GILSTON» UV/VIS модель 151, при длине волны 254 нм. Идентификацию разделенных веществ проводили путем сопоставления времен удерживания пиков, полученных на хроматограмме проб, с временами удерживания стандартных растворов. Оценку количественного соотношения идентифицированных веществ в исследуемых образцах проводили по площади пиков, используя метод внутренней нормализации.

Результаты исследования. Хроматографические характеристики соединений, обнаруженных методом ВЭЖХ в исследованном образце, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификация фенольных соединений листьев *Succus Hostae* методом ВЭЖХ

№	Время, мин	Высота, mV	Площадь, mV·сек	ФО	Содержание, %	Название
1	3.581	107.18	2127.05	1,000	15,87	таннин
2	4.031	235.99	5188.69	1,000	38,72	галловая кислота
3	5.002	40.82	1950.81	1,000	14,56	хлорогеновая кислота

№	Время, мин	Высота, mV	Площадь, mV·сек	ФО	Содержание, %	Название
4	6.986	5.52	180.27	1,000	1,35	кофейная кислота
5	7.61	5.33	220.55	1,000	1,65	неохлорогеновая к-та
6	9.037	10.99	1001.09	1,000	7,47	н
7	12.37	7.45	521.75	1,000	3,89	кумарин
8	15.81	14.73	1677.96	1,000	12,52	лютеолин-7-глюк
9	20.42	0.94	124.48	1,000	0,93	н
10	23.29	0.69	80.62	1,000	0,60	н
11	25.68	1.21	190.17	1,000	1,42	н
12	30.49	0.47	98.15	1,000	0,73	коричная кислота
13	38.38	0.20	38.70	1,000	0,29	н

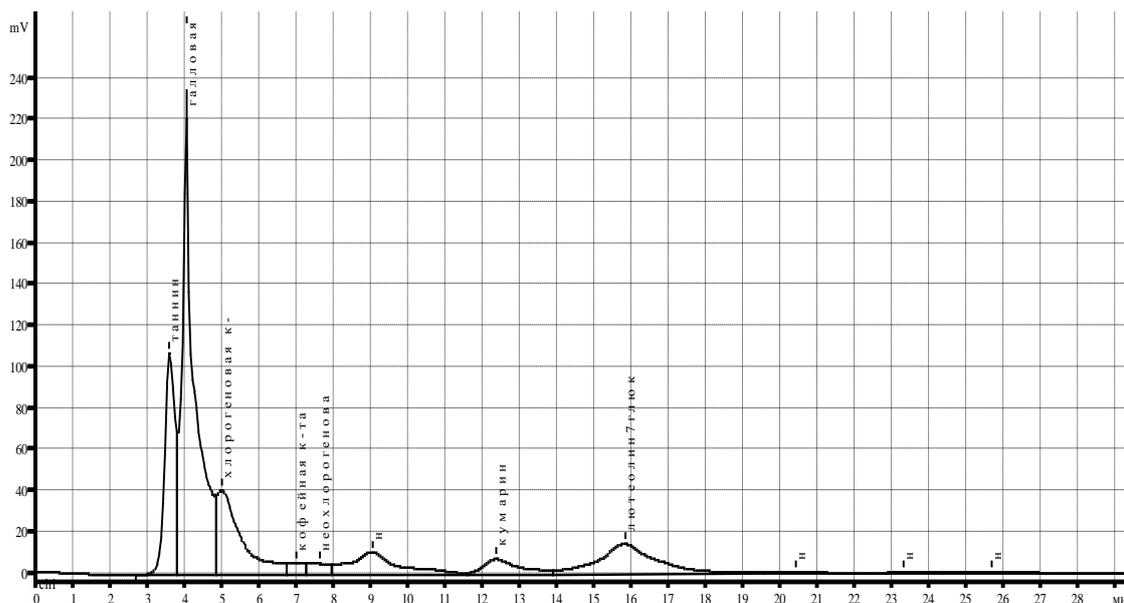


Рисунок 1. Хроматограмма Succus Hostae

Методом ВЭЖХ в Succus Hostae, из свежих листьев *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers обнаружено 13 соединений, из них идентифицировано 8 веществ фенольной природы: флавоноиды, кумарины, гидроксикоричные кислоты, полифенольные соединения. Содержание суммы идентифицированных фенольных соединений составило 89,29% от всех обнаруженным данным методом соединений (Таблица 1, Рис.1).

Далее методом ВЭЖХ количественно определили содержание хлорогеновой и галловой кислот в исследуемом соке. Для этого по 20 мкл испытуемого фитопрепарата и растворов стандартных образцов вводили в хроматограф и хроматографировали по выше приведенной методике. Расчёт количественного содержания хлорогеновой кислоты и галловой кислоты производили методом абсолютной калибровки с помощью компьютерной программы «Мультихром» для «Windows» расчет проводили по формуле:

$$C \% = \frac{S_{ис.} \cdot 100}{S_{ст.} \cdot m} \text{ где (1)}$$

$S_{ис.}$ - площадь пика хлорогеновой (галловой) кислоты в испытуемом растворе;

$m$  - навеска анализируемого образца, г;

$S_{ст.}$ -площадь пика стандартного раствора РСО хлорогеновой(галловой) кислоты

$C\%$ -концентрация хлорогеновой (галловой) кислоты %в анализируемом образце

$C_{ст.}$ - концентрация РСО хлорогеновой (галловой) кислоты в г\мл.

Обсуждение и выводы. Таким образом, методом ВЭЖХ в фитопрепарате Succus Hostae, полученном из свежих листьев, заготовленных с растений *Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers., культивируемых в Ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института, установлено содержание 13 соединений фенольной природы, из них идентифицировано 8 веществ: галловая, хлорогеновая, кофейная, неохлорогеновая, коричная кислоты; кумарин, лютеолин-7-глюк, таннин. Методом ВЭЖХ в полученном фитопрепарате Succus Hostae установлено количественное содержание хлорогеновой кислоты - 0,023%, галловой кислоты - 0,05%.

#### Список литературы:

1. Ботанический сад – исторический экскурс и перспективы развития/ Аджиев В.Л., Воронков А.В., Вдовенко-Мартынова Н.Н., и др// Фармация и фармакология. -2013. -№1.
2. Вдовенко-Мартынова Н.Н., Кобыльченко Н.В., Блинова Т.И. Тёрн (*Prunus spinosa* L.) химическое и фармакогностическое исследование, применение в медицине и пищевых целях. В кн.: Вопросы. Гипотезы. Ответы: наука XXI века. Краснодар, -2013.