

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ПРОВАЛЫ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Шпиганович Александр Николаевич**

доктор технических наук, профессор, Липецкий Государственный Технический Университет, г. Липецк

**Муров Игорь Сергеевич**

Магистрант, Липецкий Государственный Технический Университет, г. Липецк

#### VOLTAGE DIPS IN ELECTRICAL ENTERPRISE SYSTEMS

Spiganovich Aleksandr Nikolaevich, doctor of technical sciences, Professor, Lipetsk State Technical University, Lipetsk

Murov Igor Sergeevich, Undergraduate, Lipetsk State Technical University, Lipetsk

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены провалы напряжения. Проанализированы и определены основные причины и источники возникновения провалов напряжения.

#### ABSTRACT

Reviewed voltage dips. Analyzed and identified the main causes and sources of voltage dips.

Ключевые слова: качество электрической энергии, провалы напряжения, короткие замыкания.

Keywords: electric power quality, voltage dips, short circuits.

Обеспечение безотказности электроэнергетических объектов сегодня становится одной из наиболее острых проблем развития энергетики. Главной причиной нарушения работы технологического оборудования являются провалы напряжения, в результате воздействия, которых снижается качество электрической энергии. Низкое качество электроэнергии приводит к следующим последствиям: увеличение потерь во всех элементах сети, увеличение погрешности приборов учета электроэнергии, выход из строя оборудования, нарушения технологических процессов, брак и недовыпуск продукции, снижение качества выпускаемой продукции.

Провалы напряжения являются одним из показателей качества электрической энергии, прописанных в ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Согласно ГОСТу провал напряжения – это временное уменьшение напряжения в конкретной точке электрической системы ниже установленного порогового значения. Пороговое значение начала провала принимают равным 90% опорного напряжения. Наиболее распространенные источники и причины возникновения

провалов напряжения в электрических системах представлены на блок-схеме (рисунок 1).

На основании статистических данных можно сделать вывод, что основными причинами провалов напряжения являются короткие замыкания в сетях 0,4-220 кВ. Наибольшее число коротких замыканий приходится на линии напряжением 110-220 кВ. Это связано с тем, что электрические сети высокого напряжения в основном расположены на открытом воздухе и подвержены влиянию атмосферных воздействий, в результате чего они являются наиболее предрасположены к возникновению коротких замыканий [1].

Короткие замыкания могут быть обусловлены следующим рядом причин: удары молнии, загрязнение изоляции, механические повреждения опор, касание проводов посторонними предметами. Согласно данным, приведенным в [2], 70% повреждений в воздушных ЛЭП 110 кВ приходится на однофазные короткие замыкания, 20% – на двухфазные или двухфазные на землю и 10% – трехфазные. Короткие замыкания в линиях 110-220 кВ представляют большую опасность по сравнению с повреждениями в линиях среднего и низшего напряжения.

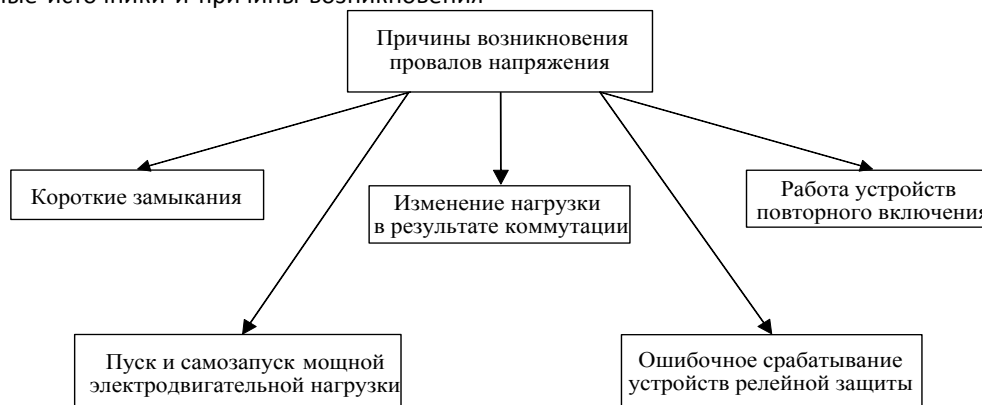


Рисунок 1. Блок-схема причин возникновения провала

Глубина провала при коротком замыкании на воздушной линии зависит от типа и удаленности повреждения и выявляется расчетом. Продолжительность воздействия на приемники пониженного напряжения определяется временем действием релейной защиты и временем срабатывания выключателя [3]

$$t_{\text{откл}} = t_3 + t_{\text{в}}, \quad (1)$$

где  $t_3$  – время срабатывания релейной защиты, с,

$t_{\text{в}}$  – время срабатывания выключателя, с.

В сетях 110-220 кВ время отключения лежит в пределах 0,06...0,08 с. Так как время срабатывания выключателя в среднем составляет 0,04 с, то время срабатывания релейной защиты должно быть в пределах 0,02...0,04 с.

Пуск синхронных и асинхронных электродвигателей сопровождается повышенным потреблением из сети реактивной мощности. Это приводит к понижению напряжения на шинах распределительных устройств, к которым подключены электродвигатели. При большом числе низковольтных электродвигателей в момент самозапуска может произойти провал напряжения [4]. В этом случае глубина провалов напряжения будет меньше, чем при провалах, вызванных повреждениями в распределительной сети, однако, их длительность будет больше и находится в пределах от одной до нескольких десятков секунд. Работа устройств автоматического повторного включения (АПВ) также может привести к провалам напряжения.

Если произойдет срабатывание АПВ на линии, на которой произошло короткое замыкание, и оно не было устранено, то в сети будет наблюдаться новый провал напряжения.

В заключение стоит отметить, что для того, чтобы обеспечить надежное электроснабжение приемников электрической энергии необходимо использовать технические и схемные решения для снижения влияния провалов напряжения. Это могут быть как устройства, позволяющие компенсировать провалы с помощью запасенной энергии (механические, аккумуляторные или индукционные), так и устройства, снижающие пусковые токи электродвигателей.

#### Список литературы

1. Гамазин С.И., Ставцев В.А., Цырук С.А. Переходные процессы в системах промышленного электроснабжения, обусловленные электродвигательной нагрузкой. М.: МЭИ, 1997. 424 с.
2. Фишман В.С. Провалы напряжения в сетях предприятий. Причины и влияние на электрооборудование // Новости электротехники. 2004. №5(29).
3. Карташев И.И., Плакида А.В., Хромышев Н.К. Анализ провалов напряжения в электрических сетях 110-220 кВ // Электричество. 2005. №4.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг, 2006. 672 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОБСТАНОВКИ В АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ОТ СПУТНИКА И МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

**Новиков Владимир Витальевич**

доктор технических наук, профессор, Военно-морская академия имени Н.Г. Кузнецова, г. Санкт-Петербург

**Новикова Маргарита Вячеславовна**

кандидат технических наук, доцент, Военно-морская академия имени Н.Г. Кузнецова, г. Санкт-Петербург

*Forecasting conditions in the western sector of the Northern Sea Route using a database satellite and linear filter*

*Dr.Sc. Novikov Vladimir, full professor, Naval Academy, St. Petersburg*

*Dr. Novikova Margarita, docent, Naval Academy, St. Petersburg*

#### АННОТАЦИЯ

В статье описан метод прогнозирования обстановки одного из секторов Северного морского пути [1] (территориальный район Арктики). Прогнозирование осуществляется посредством реализованного линейного фильтра Калмана – Бьюси в среде программного пакета математического моделирования MATLAB [2], опирающегося на базу данных проекта SATIN лаборатории спутниковой океанографии Российского государственного гидрометеорологического университета [3].

Приведен пример работы прогнозирования линейного фильтра Калмана – Бьюси в среде MATLAB, рассмотрен принцип построения алгоритма фильтра, а также получен наглядный результат, позволяющий дать оценку актуальности использования подобного метода прогнозирования по отношению к таким параметрам как: концентрация льда, скорость ветра, температура поверхности моря и концентрация водяного пара в атмосфере.

#### ABSTRACT

The article describes a method of forecasting conditions one of the sectors of the Northern Sea Route (the territorial area of the Arctic). Prediction is done through a linear Kalman - Bucy filter implemented among mathematical modeling software package MATLAB, relying on a database project SATIN laboratory Satellite Oceanography of the Russian State Hydro-meteorological University.

Is an example of the prediction of the linear Kalman - Bucy filter environment MATLAB, considered the principle of constructing filter algorithm, as well as get an overview of the result, which allows to assess the relevance of using such a

method of forecasting with respect to parameters such as: ice concentration, wind speed, sea surface temperature and the concentration of water vapor in the atmosphere.

**Ключевые слова:** фильтр Калмана – Бьюси, SATIN, SOLab, РГГМУ, Северный морской коридор, Арктика, метод прогнозирования, среда MATLAB, спутниковая ГИС, концентрация льда, скорость ветра, Северный морской путь (СМП), температура поверхности моря, концентрация водяного пара в атмосфере, априорные данные, ковариационная матрица.

**Keywords:** Kalman - Bucy filter, SATIN, SOLab, RSHU, Northern Maritime Corridor, Arctic, forecasting methods, the environment MATLAB, the North Pole, satellite GIS ice concentration, wind speed, the Northern Sea Route (NSR), sea surface temperature, the concentration of water vapor in the atmosphere, a priori data covariance matrix.

Северный морской путь (СМП) обслуживает порты Арктики и крупных рек Сибири (ввоз топлива, оборудования, продовольствия; вывоз леса, природных ископаемых). Являясь кратчайшим морским путем между Европейской частью России и Дальним Востоком, значимость Северного морского коридора очень велика. Из основных пользователей Северного морского пути можно выделить несколько, достаточно именитых компаний: «Норильский Никель», «Газпром», «Роснефть» и другие.

Освоение Северного морского коридора продолжает наращивать темпы и для осуществления эффективной транспортировки по Северному морскому пути необходимо решить целый ряд комплексных задач. При недостаточном объеме гидрометеорологических данных, в первую очередь появляется проблема безопасной и своевременной транспортировки грузов, затрагивающая интересы рядовых потребителей, так и крупные компании, несущих колоссальные убытки, не говоря уже об угрозе человеческой безопасности, экологии и общего развития экономики России в целом.

В этой связи необходима разработка метода, позволяющего осуществлять прогноз обстановки для безопасного прохода судов по Северному морскому пути, опираясь на статистические и спутниковые данные исследований Арктики.

В качестве такого метода предложен алгоритм на основе оптимального фильтра Калмана – Бьюси (линейный фильтр)[5], так как он наиболее универсален, а задачей фильтров является построение алгоритма, осуществляющий преобразование сигналов, поступающих на вход. Важной особенностью линейного фильтра Калмана – Бьюси является то, что при получении новой базы данных (априорных значений), фильтр обновляет текущее состояние системы, после чего прогнозирует (предсказывает) будущее состояние. В основе фильтра Калмана – Бьюси [6] заложен рекуррентный алгоритм, что позволяет реализовывать его посредством ЭВМ.

Работа линейного фильтра Калмана – Бьюси для реализации предсказаний будущего состояния системы, осуществима только, если прогнозируемые процессы в дискретном случае можно описать разностными уравнениями типа

$$x_t = \Phi(t, t-1)x_{t-1}, \quad (1)$$

где  $\Phi(t, t-1)$  - переходная матрица, характеризующая структуру  $x_t$ , при этом наблюдения должны удовлетворять соотношению

$$z_t = P_t x_t + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где  $P_t$  - матрица ограничений на наблюдения;  $\varepsilon_t$  - ошибка наблюдений.

Для того чтобы решить задачу прогнозирования  $y(t)$  с помощью фильтра Калмана – Бьюси, необходимо провести зависимость

$$\tilde{y}_i(t) = \sum_{j=0}^m a_{ij} \varphi_j(t), \quad i = \overline{0, n}, \quad (3)$$

где  $a_{ij}$  - случайные величины;  $\{\varphi_j(t)\}_{j=0}^m$  - непрерывные детерминированные функции времени в соответствии с выражением (1).

Требуемые преобразования можно осуществить на основе расширения пространства состояний[7], то есть путем введения новых координат в пространство параметров, определяющих прогнозируемое состояние.

Решением уравнений (1) и (2) будут известные соотношения, определяющие фильтр Калмана – Бьюси [9]. После преобразования этих соотношений в соответствии с постановкой задачи прогнозирования получим:

$$x_{t+1} = x_t + W_t(z_t - P_t x_t) \quad (4)$$

$$W_t = K_t P_t^T (P_t K_t P_t^T + R_t)^{-1} \\ K_{t+1} = K_t - W_t P_t K_t \quad (5)$$

где  $x_{t+1}$  - прогнозируемая на момент времени  $t+1$  по результатам имеющихся к этому времени наблюдений оценка  $x$  (условное математическое ожидание  $x$ );  $x_t$  - прогнозируемая на момент времени  $t$  оценка  $x$ ;  $K_t$  - ковариационная матрица компонентов вектора  $x_t$ ;  $K_{t+1}$  - ковариационная матрица компонентов вектора  $x_{t+1}$ ;  $W_t$  - матрица передачи фильтра;  $z_t$  - результаты наблюдений  $y(t)$  в момент  $t$ ;  $R_t$  - ковариационная матрица ошибок измерений  $\varepsilon_t$ .

Для прогнозирования используются априорные оценки математических ожиданий – коэффициенты  $a_{ij}$ , их ковариационная матрица, результаты контроля  $y(t)$  и ковариационная матрица ошибок измерений. Следует отметить, что безотносительно к форме распределения входного сигнала при заданном первом и втором моментах фильтр Калмана – Бьюси обеспечивает получение наилучших в среднеквадратическом смысле линейных оценок.

Для воспроизведения данного метода прогнозирования на прикладном уровне, в основе которого реализован фильтр Калмана – Бьюси, используется пакет программ математического моделирования MATLAB.

При исследовании используется база данных, предоставленная лабораторией спутниковой океанографии

(SOLab) Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ). Данные получены с помощью спутниковой ГИС по территориальному району Арктики (СМП).

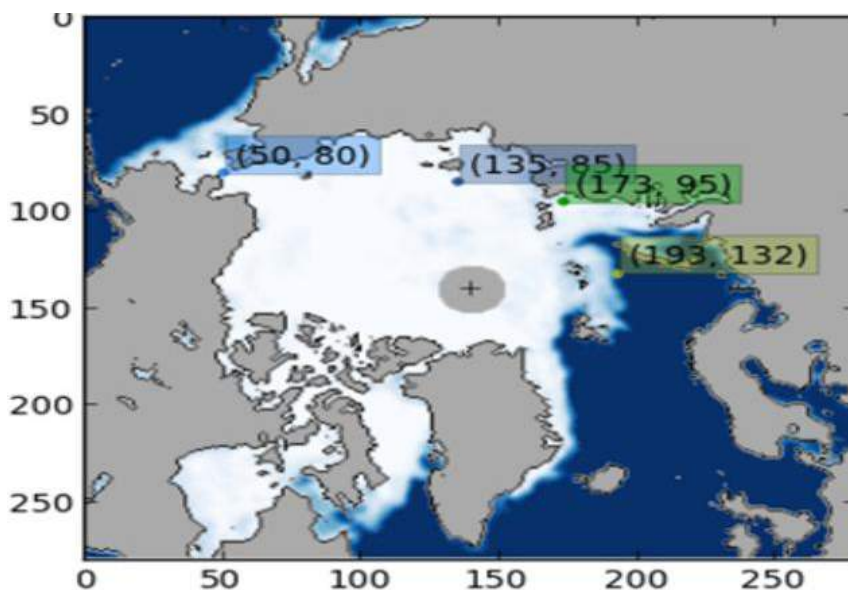


Рисунок 1. Пример географического положения нескольких используемых точек, расположенных на Северном морском пути

На рисунке представлена карта географического расположения СМП с обозначением примера точек (станций), на которых происходили замеры следующих параметров: ice (icescp) - концентрация льда, sst - sea surface temperature - температура поверхности моря, ws (wind\_speed) - скорость ветра, wv (water\_vapor) - концентрация водяного пара в атмосфере. При помощи проекта SATIN лаборатории SOLab, полученная база данных с разных точек спутниковой ГИС была конвертирована в доступный для обработки среды MATLAB вид.

Проект SATIN предоставляет расширенную конвертацию (кодировку) баз данных и в тесном сотрудничестве обеспечивает доступ к данным с различным расширением. В ходе эксперимента метода прогнозирования посредством применения реализованного в среде MATLAB линейного фильтра Калмана – Бьюси, были получены результаты, основные из которых представлены на рисунках 2 и 3.

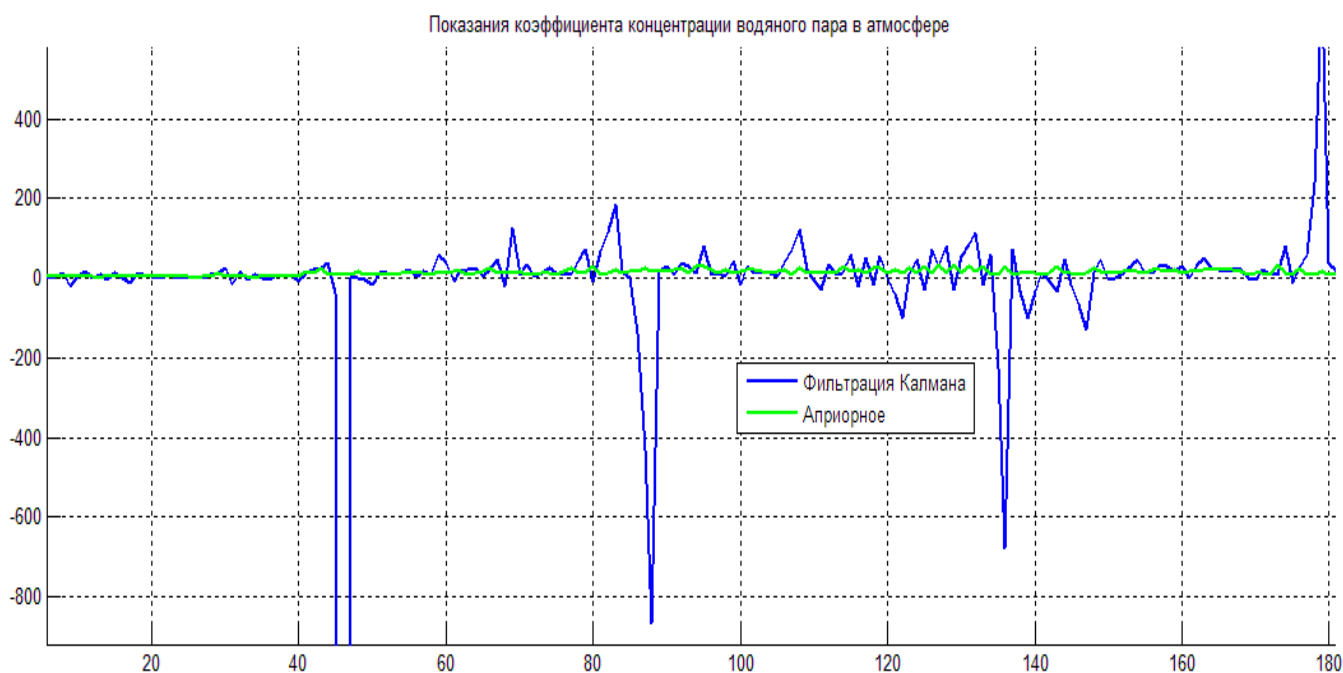


Рисунок 2. Прогноз показания коэффициента концентрации водяного пара в атмосфере Северного морского пути с помощью фильтра Калмана – Бьюси

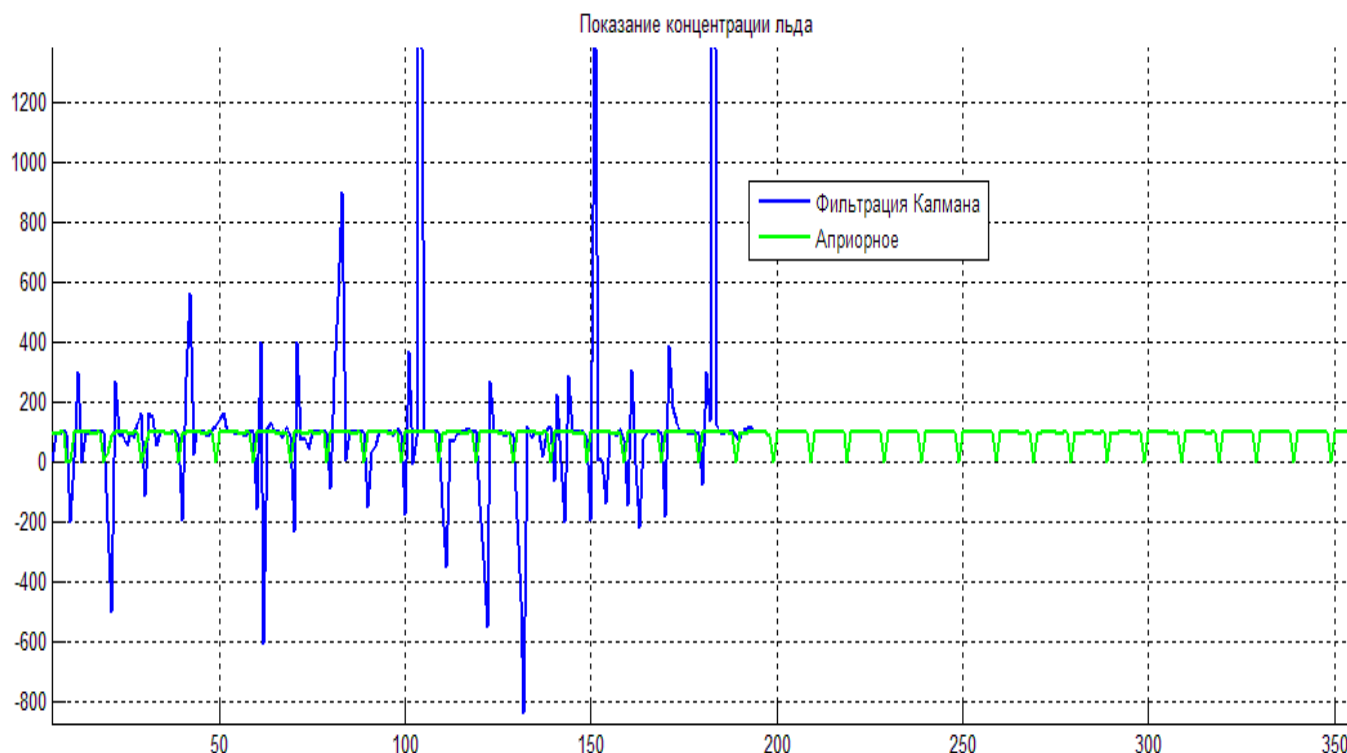


Рисунок 3. Прогноз показание концентрации льда Северного морского пути с помощью фильтра Калмана – Бьюси

Судя по полученным результатам можно утверждать, что исследуемый метод прогнозирования территории СМП, основанный на реализации в среде MATLAB линейного фильтра Калмана – Бьюси, является актуальным и работоспособным. Но как видно на графиках, данный метод периодически имеет большую погрешность. На графике эти погрешности выражены в виде отклонений от априорных значений, сильные всплески, отрицательные значения при прогнозировании фильтром.

Проанализировав полученные погрешности, можно судить об их происхождении, причем для каждого параметра погрешность может быть уникальной. Отклонения, в основном, вызваны тем фактом, что полученные данные со спутниковой ГИС имеют пропуски (нулевые значения) в определенный период измерений, это связано с метеорологической обстановкой для ряда параметров и пропуском измерений спутником, ввиду его характеристик пространственного покрытия. Вследствие чего погрешность алгоритма становится маленькой, при этом матрица ковариаций вырождается, и на графике отображается в виде большого всплеска.

В целом фильтр дает положительную оценку. Существуют несколько путей решения проблем с погрешностью: например, для устранения нулевых значений необходимо сделать проверку на ноль, и впоследствии увеличить величину погрешности, либо применить метод восстановления пропусков наблюдений [10], основанный на построении регрессионных уравнений.

#### Список литературы

1. Визе В.Ю. История открытия и освоения Северного морского пути, т. 1, 3, М.-Л., 1956-59
2. Потемкин В.Г. Система MATLAB. Справочное пособие. М: Диалог-МИФИ, 1997. - 350 с.
3. Российский государственный гидрометеорологический университет: [электронный ресурс]. URL: <http://www.rshu.ru/>. (Дата обращения 26.09.2014).
4. Свободная энциклопедия Википедия: [электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Северный\\_морской\\_путь/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Северный_морской_путь/). (Дата обращения 26.09.2014).
5. Васильев Б. В. Прогнозирование надежности и эффективности радиоэлектронных устройств. М.: Сов.радио, 1970. – 336 с.
6. Браммер К., Зиффлинг Г. Фильтр Калмана - Бьюси. М.: Наука, 1982. – 200 с.
7. Мудров В. И., Кушко В. М. Методы обработки измерений. М.: Сов.радио, 1976. – 192 с.
8. Пугачев В. С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. М.: Физматгиз, 1962. – 166 с.
9. R. E. Kalman and R. W. Koepecke, "The Role of Digital Computers in the Dynamic Optimization of Chemical Reactors," Proc. Western Joint Computer Conference, 1959, pp. 107-116.
10. Лобанов В. А., Смирнов И. А., Шадурский А. Е. Учебное пособие. СПб.: Издание РГТМУ, 2011. - 22 с.
11. R. E. Kalman. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems., Transactions of the ASME – Journal of Basic Engineering, No. 82 (Series D). (1960), pp. 35-45 Key: citeulike:347166

## К ВОПРОСУ ОПИСАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ПАСТООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОДЛОЖКАХ

**Пахомов Андрей Николаевич**

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Волостных Станислав Геннадиевич**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Ельцов Антон Геннадиевич**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Шуваев Александр Сергеевич**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

### TO THE QUESTION OF THE DESCRIPTION OF THE KINETICS OF DRYING PASTY MATERIALS ON SUBSTRATES

*Pakhomov A.N., Tambov State Technical University, PhD, associate Professor, Chemical Engineering Department*

*Volostnih S.G., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department, Eltsov A.G.*

*Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

*Shuvaev A.S., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

#### АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты экспериментального исследования кинетики сушки пастообразных материалов (на примере упаренной послеспиртовой барды) на подложках. Представлены данные по сушке на высоко и низко температурных подложках, холодных и нагретых до температуры сушильного агента. Сделан вывод о влиянии изменения свойств поверхности высушиваемого продукта на кинетику сушки.

#### ABSTRACT

The article presents the results of experimental studies of the kinetics of drying pasty materials (for example, one stripped off distillery stillage) on substrates. Presents data on drying at high and low temperature substrates, cold and heated to the temperature of the drying agent. The conclusion about the influence of changes in the surface properties of dried product on the drying kinetics is given.

Ключевые слова: паста, сушка, подложка, кинетика

Keywords: pasta, drying, substrate, kinetics

В качестве характерного пастообразного продукта для исследования нами была взята упаренная кукурузная послеспиртовая барда с содержанием влаги 25-30% [1]. Процесс сушки проводили на фторопластовых и стальных подложках в потоке сушильного агента.

В процессе эксперимента использовались холодные (при температуре окружающего воздуха 20-22оС) и горячие (для фторопластовых образцов, при температуре

воздуха в сушилке) подложки. В процессе дозирования стремились нанести на подложку как можно более тонкий слой продукта. Сушка упаренной кукурузной барды производилась в диапазоне температур от 60 до 120оС и скоростей обдува от 3 до 7 м/с.

Некоторые результаты исследования кинетики сушки упаренной кукурузной барды представлены на рис.1-2.

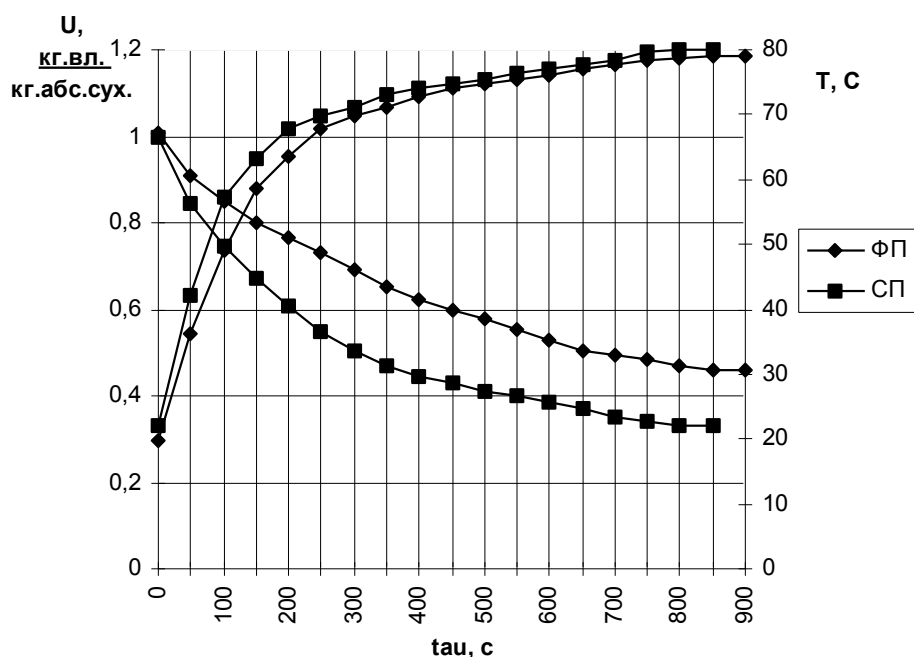


Рисунок 1. Кривые сушки КЖ на холодных фторопластовой и стальной подложках.

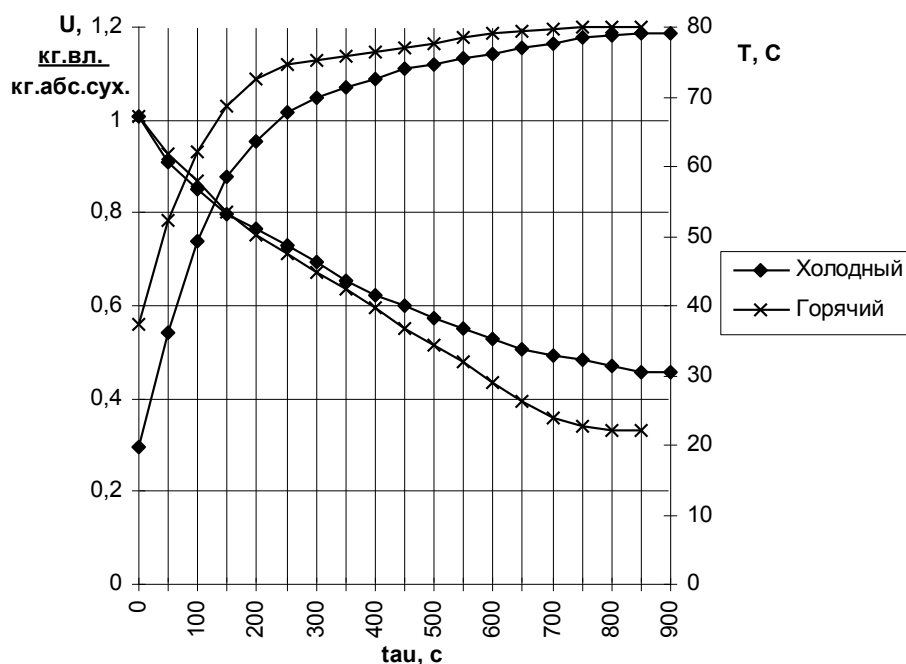


Рисунок 2. Кривые сушки на холодном и горячем фторопластовом образце

Как видно из рисунков при сушке пасты наблюдается эффект резкого падения скорости сушки практически до нуля при достижении слоев температуры сушильного агента. Визуальные наблюдения и анализ остатка показали, что это обусловлено прежде всего появлением на поверхности слоя твердой корки, препятствующей испарению влаги из слоя. Полученные результаты аналогичны кинетике сушки отдельных капель на подложках [2-3].

Сушка на горячем образце в общем случае позволяет сократить время сушки. Однако в некоторых случаях при нанесении продукта на горячий образец наблюдается быстрое появление загустевших областей и образование корки (при высокой температуре образца), что замедляет процесс сушки.

Необходимо отметить тот факт, что при температуре 40-60°C остаток имеет желтый цвет, при 80°C уже местами светло-коричневый цвет, при 100°C - полностью светло-коричневый, при 120°C - коричневый, при 160°C -

черный. Это говорит о том, что при повышении температуры слоя выше 80°C на поверхности высыхающего продукта происходят необратимые процессы разложения питательных веществ, что может быть нежелательно.

#### Литература

1. Пахомов, А.Н. Анализ свойств жидкой послеспиртовой барды / А.Н. Пахомов, Р.Ю. Банин, И.Г. Елисева, Е.А. Черных // Наука в центральной России. – 2013. - № 2. – С. 57 – 61.
2. Пахомова, Ю.В. Особенности механизма и кинетики сушки капель дисперсий (на примере сушки послеспиртовой барды) / Ю.В. Пахомова, В.И. Коновалов, А.Н. Пахомов // Вест. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 17, № 1. – С. 70–82.
3. Пахомов, А.Н. Типы кинетических кривых, получаемых при сушке капель жидких дисперсных продуктов/ А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова // Химическая технология. 2014. № 10. С. 620-623.

## К ВОПРОСУ ОПИСАНИЯ КИНЕТИКИ СУШКИ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В ТОНКИХ СЛОЯХ

**Пахомов Андрей Николаевич**

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Банин Роман Юрьевич**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Черных Елена Анатольевна**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Ловягина Евгения Юрьевна**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

### TO THE QUESTION OF THE DESCRIPTION OF THE KINETICS OF DRYING OF LIQUID PRODUCTS IN THIN LAYERS

*Pakhomov A.N., Tambov State Technical University, PhD, associate Professor, Chemical Engineering Department*

*Banin R.Y., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

*Chernih E.A., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

*Loviagina E.Y., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

**АННОТАЦИЯ**

В статье представлен подход к исследованию и расчету кинетики сушки жидких материалов в тонких слоях. Указывается на возможность применения расчетных методов для описания кинетики сушки широкого класса продуктов.

**ABSTRACT**

The article presents the research approach and the calculation of the kinetics of drying liquid materials in thin layers. The possibility of application of computational methods to describe the drying kinetics of a wide class of products is presented.

Ключевые слова: сушка, жидкость, слой, кинетика.

Keywords: drying, liquid, layer, kinetics.

Сушка суспензий, паст, эмульсий и растворов в виде слоев или частиц малых размеров широко распространена в промышленности. Тонкослойная термическая обработка влажных материалов часто исследуется в научных работах [1].

В тонких слоях ( $\approx 0.5 - 2$  мм) резко уменьшаются перепады концентраций и температур по толщине материала, что дает возможность исследовать механизм и кинетику внешнего и внутреннего переноса в более "чистом" виде.

Полученные результаты могут использоваться для расчета и моделирования процессов сушки как в тонких слоях, так и в материалах значительной толщины.

В качестве подложек нами использовались нейлоновые сетки, фторопластовые и металлические пластины. Температура и скорости воздуха были  $T_{возд} = 40 - 160$  °С,  $w = 2-9$  м/с.

Нанесение высушиваемого продукта производилось на "холодные" подложки (при комнатной температуре) и на "горячие" подложки (при температуре сушки). Измерялись кинетические кривые сушки  $T(\tau)$  и  $i(\tau)$ , а затем после охлаждения высушенного образца снималась кинетика "сухого" нагрева  $T_{сух}(\tau)$ . Проводились также визуальные наблюдения поверхности материала (вид поверхности, пузыре- и кристалле- образование, цвет и прочее).

За основу механизма и кинетики сушки в рассматриваемых условиях были приняты: коэффициенты теплоотдачи  $\alpha_{исп}$  и  $\alpha_{сух}$ ; коэффициенты массоотдачи  $\beta_{исп}$ ; температурно-влажностная зависимость  $T(u)$ ; зависимости  $\alpha(u)$  и  $\beta(u)$ ; критические влагосодержания дисперсных

систем  $u_{1кр}$  и  $u_{2кр}$ . Выполнен качественный и количественный анализ экспериментальных данных [2].

Полученные результаты дают возможность разработки методов расчета и моделирования процессов сушки в тонких слоях без использования коэффициентов диффузии или при их грубо-приближенной оценке.

Это является большим практическим достоинством предлагаемой методики, так как коэффициенты диффузии в материалах, изменяющих свое состояние в процессе сушки от жидкости до сухого остатка, надежно определению не поддаются.

Полученные и приведенные в работе результаты могут быть использованы также для описания механизма и кинетики сушки многих других технических и биотехнологических продуктов.

**Литература**

1. Гатапова, Н.Ц. О температурных площадках при высокотемпературной кондуктивно-барабанной сушке влажных материалов/ Н.Ц. Гатапова, В.И. Коновалов, А.Н. Колиух, А.Н. Пахомов// Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2004. Т. 10. № 4-1. С. 968-977.
2. Гатапова, Н.Ц. Теплофизические и кинетические особенности сушки дисперсий и кристаллообразующих растворов/Н.Ц. Гатапова, В.И. Коновалов, А.Н. Шикун, А.Н. Пахомов, Д.В. Козлов// Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2003. Т. 9. № 2. С. 210-229.

## НЕОДНОРОДНОСТИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ВБЛИЗИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ РЕШЕТКИ

**Пахомова Юлия Владимировна**

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Кривопалова Дарья Александровна**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Мамедова Мадина Айдыновна**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

**Кочетов Вячеслав Владимирович**

студент, ФГБОУ ВПО «ТамбГТУ», каф. «ТПАиТБ», г. Тамбов

*The heterogeneity of the fluidized bed near the gas distribution grid*

*Pakhomova U.V., Tambov State Technical University, PhD, associate Professor, Chemical Engineering Department*

*Krivopalova D.A., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

*Mamedova M.A., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*

*Kochetov V.V., Tambov State Technical University, student, Chemical Engineering Department*



**АННОТАЦИЯ**

В статье представлены результаты экспериментального исследования кинетики формирования неоднородностей кипящего слоя, вблизи газораспределительной решетки. Сделан вывод о влиянии формы отверстий решетки и соотношения высоты и диаметра слоя на характер возникающих неоднородностей.

**ABSTRACT**

The article presents the results of experimental studies of the kinetics of formation of inhomogeneities in the fluidized bed, near the gas distribution grid. The conclusion about the influence of the shape of the holes of the gas distribution grid and the ratio of height and diameter of the layer on the nature of the resulting discontinuities is given.

Ключевые слова: неоднородность, кипящий слой, кинетика, решетка

Keywords: heterogeneity, fluidized bed, kinetics, gas distribution grid

Важным вопросом исследования процесса псевдоожижения и применения той или иной конструкции газораспределительного устройства является выбор способа измерения гидравлического сопротивления слоя и решетки.

Если одно колено дифференциального манометра располагать под газораспределительной решеткой, то будет измеряться суммарное сопротивление слоя и решетки. При этом сопротивление чистой решетки растет монотонно со скоростью потока, не испытывая существенного излома в точке псевдоожижения слоя, в то время как сопротивление решетки с насыпанным слоем несколько

отлично от сопротивления «сухой» решетки и поэтому точно неизвестно.

С другой стороны, неоднородность в структуре самого стационарного слоя и входящего через газораспределительную решетку потока могут приводить к тому, что процесс псевдоожижения слоя растянется на некоторый интервал скоростей.

При невысоких слоях и относительно малом сопротивлении газораспределителя нами наблюдался локальный проскок газа по образовавшимся отдельным каналам — так называемый канальный проскок (см. рис. 1).



Рисунок 1. Формирование канала в тонком слое зернистого шарообразного материала

В длинных и узких лабораторных колонках при различных конструкциях газораспределителя нами наблюдался эффект формирования разрывов слоя на отдельные участки — поршневой режим псевдоожижения (см. рис. 2).

Неполное псевдоожижение может быть вызвано и неравномерностью подачи газа по сечению газораспределителя. В широко полидисперсных слоях наиболее крупные зерна могут так и остаться лежать на газораспределителе. При проведении высоко температурных процессов эти лежащие на решетке зерна могут спекаться и закрыть отверстия последней, образуя так называемый «козел». Для предотвращения последнего приходится конструировать решетки с направленной горизонтальной подачей газовых струй, сдувающих осевшие частицы к месту выгрузки [1].

Нами были отмечены следующие особенности при варьировании количества и размеров отверстий газораспределительной решетки. При небольшом числе отверстий для входа сушильного агента наблюдаются значительные неоднородности слоя при всех скоростях потока (растущие с увеличением скорости газа). При этом возможно сильное каналообразование.

При большом числе отверстий: появление неоднородностей незначительно при низких скоростях потока, но при высоких скоростях они вновь становятся значительными. Как правило наблюдается пузыреобразование. Образующиеся пузыри имеют небольшие размеры. Исследование пористых газораспределителей и пластин с большим числом малых отверстий показывает, что в этом случае контактирование будет наилучшим [2].

Однако, применение таких газораспределителей на крупных промышленных установках связано с серьезным препятствием — большим перепадом давления.

Последний может значительно увеличить потребляемую мощность, а она часто является главным фактором стоимости.

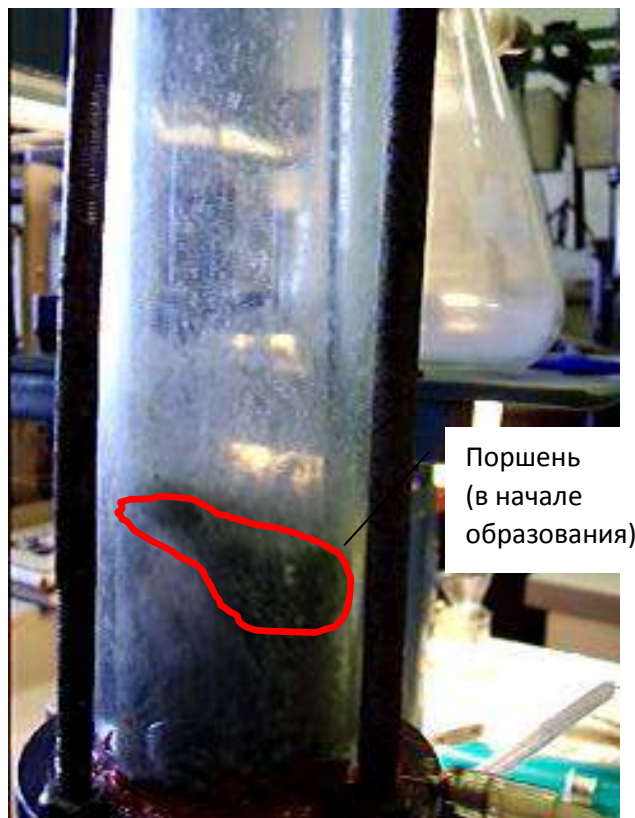


Рисунок 2. Формирование поршня в длинной узкой колонке

При выборе газораспределителя должно быть определено оптимальное соотношение между допустимым падением давления и формированием возможных неоднородностей слоя, связанных с конструкцией газораспределителя [3].

#### Литература

1. Пахомов, А.Н. Интенсификация процесса сушки жидкой послеспиртовой барды в аппарате с кипящим слоем инертных тел / А.Н. Пахомов, Н.С. Сорокина, А.В. Баландина // Инженерный вестник Дона, 2014, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2727)
2. Пахомов, А.Н. Типы кинетических кривых, получаемых при сушке капель жидких дисперсных продуктов/ А.Н. Пахомов, Ю.В. Пахомова // Химическая технология. 2014. № 10. С. 620-623.
3. Пахомов, А.Н. Возможности повышения энергоэффективности утилизации жидкой послеспиртовой барды // А.Н. Пахомов, Е.А. Ильин, А.В. Баландина, Л.А. Козлова, Е.А. Хатунцева // Научно-производственный периодический журнал, спецвыпуск по итогам международной конференции «Достижения европейской науки» «Наука в центральной России». – 2012. – С.15-17.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ДОЛОТА

**Папшева Нина Дмитриевна**

*к.т.н., доцент, Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара*

**Акушская Ольга Мордуховна**

*ст. преподаватель, Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара*

### IMPROVING PERFORMANCE PARTS BITS

*Papshva Nina, (PhD), Associate professor, Akushskaia Olga, senior Lecturer, Samara State Technical University, Samara*

#### АННОТАЦИЯ

*Представлены результаты исследования параметров напряженно-деформированного состояния детали в программном комплексе ANSYS при ультразвуковом упрочнении свободными шариками. Приведено описание и результаты расчета основных параметров установки, результаты экспериментальных исследований циклической стойкости зубков при повышенной температуре.*

## ABSTRACT

*The results of the study parameters of the stress-strain state of the details in the software package ANSYS with ultrasonic hardening of loose beads. The description and the results of the calculation of the basic parameters of the installation, the results of experimental studies of cyclic durability clothes at elevated temperature.*

*Ключевые слова: ультразвуковое упрочнение, свободные шарики, остаточные напряжения, циклическая стойкость.*

*Keywords: ultrasonic hardening, loose beads, residual stresses, cyclic durability.*

Буровые шарошечные долота - основной инструмент, с помощью которого осуществляется разрушение породы и ведется строительство глубоких нефтяных и газовых скважин. Повышение стойкости и производительности долот позволяет влиять на эффективность процесса бурения.

Буровые долота в процессе эксплуатации подвергаются различным видам силового и термического воздействия, в результате которого снижается их работоспособность, а в ряде случаев происходит преждевременный выход из строя. До 70% отказов долот происходит из-за выхода из строя части породоразрушающих зубков и разрушения корпусов шарошек.

В результате ударного характера приложения силы в элементах долот развивается сложное напряженное состояние, максимальное действие которого проявляется в зубках шарошки, у основания на цапфах, на поверхности беговых дорожек. Величина и точка приложения силы в момент удара зуба шарошки о породу изменяется под влиянием различных факторов: проскальзывания, изменения свойств породы и т.д. Следствием возникающих напряжений является выкрашивание в поверхностном слое беговых дорожек цапфы, которое в сочетании с абразивным износом выводит из строя опору долота.

С целью повышения долговечности изделий применяется поверхностное пластическое деформирование, осуществляемое различными методами. Наряду с традиционными методами, такими как раскатывание и накатывание, может быть применено ультразвуковое упрочнение (УЗУ). Существуют различные способы передачи энергии ультразвуковых колебаний в зону обработки. Деформирующий элемент может быть жестко связан с трансформатором колебательной системы или расположен свободно в торцовом углублении трансформатора [1]. Для обработки внутренних поверхностей целесообразно применять УЗУ свободными шариками. Под действием ультразвуковых колебаний шарики хаотично перемещаются и наносят микроудары на поверхность шарошки, которая является частью ультразвуковой колебательной системы [2,3].

Механизм формирования поверхностного слоя в данном случае идентичен другим методам упрочняющей технологии, в которых отсутствует жесткая кинематическая связь деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью – дробеструйному упрочнению, упрочнению микрошариками и др. Отличительной особенностью УЗУ является то, что положительный эффект достигается за счет многократности микросоударений при отсутствии заданной траектории. Это не только обеспечивает более равномерный характер поверхностной деформации, но и позволяет упрочнить детали сложной конфигурации.

Установлено, что УЗУ свободными шариками оказывает существенное влияние на основные физико-меха-

нические характеристики поверхностного слоя и эксплуатационные свойства деталей, к которым относятся циклическая стойкость, износостойкость и долговечность. В поверхностном слое формируются сжимающие остаточные напряжения, возрастает поверхностная твердость и глубина деформированного слоя, которые зависят от режимов обработки.

Моделирование процесса УЗУ цапфы свободными шариками проводилось в программном комплексе ANSYS. При этом был сделан ряд допущений, выбраны типы конечных элементов, координатные системы, заданы физико-механические свойства материала. Затем строилась модель и сетка конечных элементов. В качестве модели был принят шарик диаметром 1 мм (ШХ15) и плита 30×30. Контакт тел был получен путем подбора оптимального количества подшагов и размеров конечно-элементной сетки. Задача решалась как осесимметричная, поэтому использовались симметричные условия относительно осей X и Z.

На рис.1 представлена интенсивность напряжений в модели. Максимальные напряжения равняются 887МПа.

Как видно, наибольшая интенсивность напряжений имеет место на некотором расстоянии от поверхности, что подтверждает экспериментальные исследования, проведенные металлографическим методом.

Установлено, что с увеличением диаметра шарика максимальная величина остаточных напряжений почти не меняется, но при этом уменьшается глубина залегания (рис. 2). Это связано со снижением контактного давления вследствие увеличения площади контакта.

Увеличение скорости движения шарика показало повышение величины и глубины залегания остаточных напряжений.

В процессе работы зубки шарошки испытывают циклическое воздействие и через некоторое время сминаятся или подвергаются разрушению.

Проведена сравнительная оценка циклической стойкости зубков из сплавов ВК10 и ВК13, полученных спеканием в печах ADL-2 с дополнительной газостатической обработкой и СНВЭ, на модернизированной установке с учетом температурного фактора и высокой твердости соударяемого зубка (рис.3) [4].

Исследуемый зубок запрессовывается в специальную для каждого типоразмера оправку и закрепляется на штоке ударного механизма, который совершает возвратно-поступательные движения (в вертикальном направлении) и соударяется с твердосплавным же зубком, закрепленным в плите. На столе установлены два прихвата для крепления плиты и два нагревательных элемента, которые поддерживают температуру до 420-450 °С. Все это максимально приближает условия испытаний к реальным.

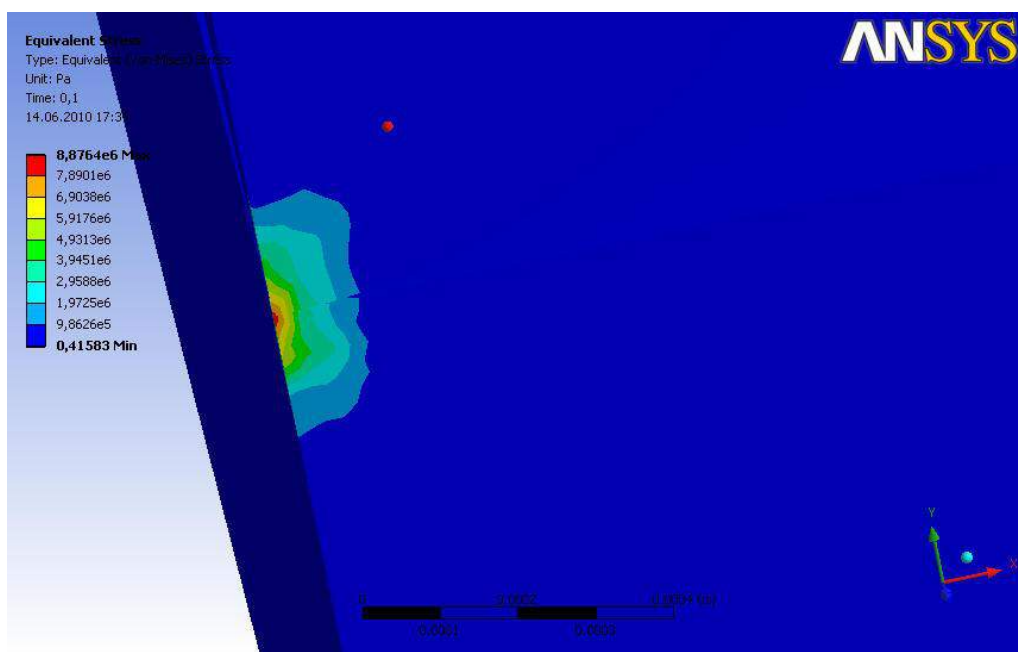


Рисунок 1. Интенсивность напряжений в модели при УЗУ свободными шариками

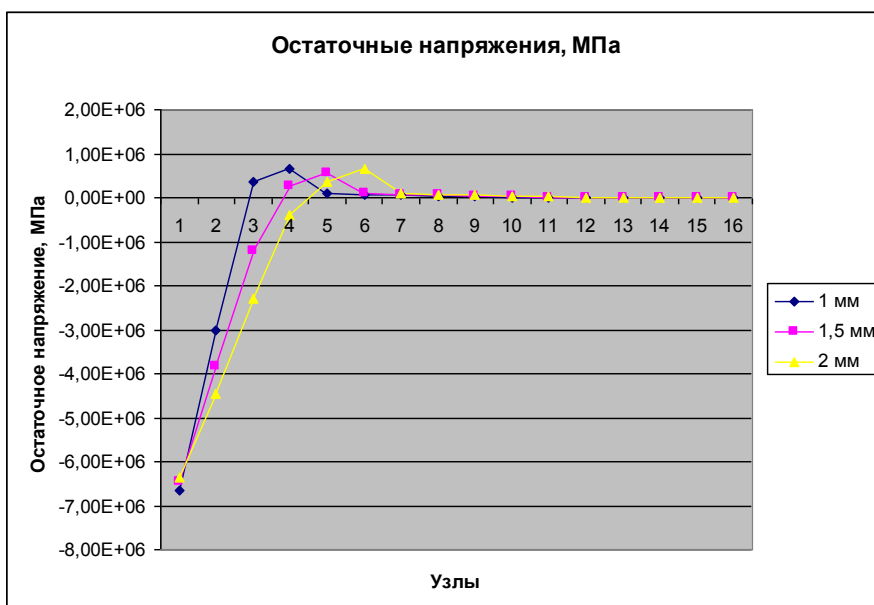


Рисунок 2. Эпюры распределения остаточных напряжений в зависимости от диаметра шарика  
 $d: f = 20 \text{ кГц}, \xi = 10 \text{ мкм}$

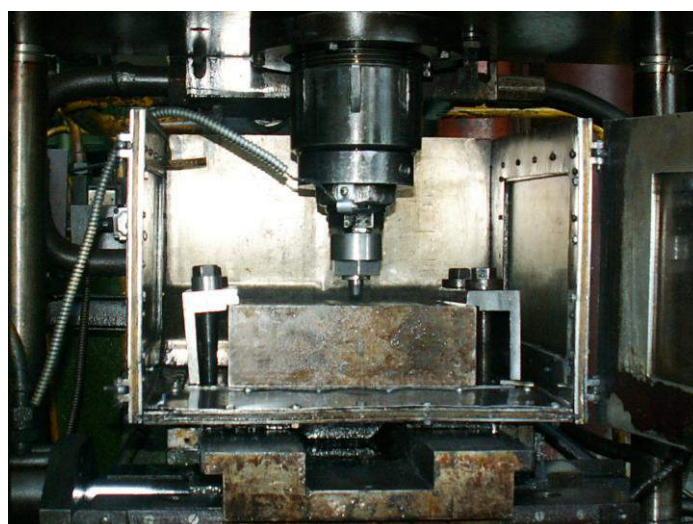


Рисунок 3. Установка для исследования эксплуатационных характеристик твердосплавных зубков шарошки

Установка оборудована счетчиком циклов и устройством, обеспечивающим ее остановку при разрушении испытываемого зубка.

Ударный механизм представляет собой гидроцилиндр двухстороннего действия. Верхний шток предназначен для датчика, фиксирующего момент разрушения зубка. Верхнее положение поршня постоянное. Величина хода прямо пропорциональна частоте циклов и контролируется по показаниям счетчика циклов.

Сначала ударный механизм запускается на холостой ход, затем ручным приводом опускается до касания зубка с зубком. После этого ударный механизм опускается на определенную величину и фиксируется контргайкой. В момент контакта зубка с зубком происходит гидравлический удар в верхней полости гидроцилиндра.

Ударная реакция, возникающая при столкновении, зависит от кинетической энергии движущей массы и упругости соударяющихся тел (т.е. частоты циклов, твердости

материала зубка). Эти параметры должны быть строго установленными и постоянными для каждого типоразмера испытываемых зубков.

Проведен расчет основных параметров установки. Определено максимальное давление, пропускная способность магистрали при нагнетании и сливе, которые соответственно равны 147 л/мин и 88,2 л/мин. Время рабочего хода зависит от пропускной способности магистрали и составляет 0,0955 сек, время обратного хода – 0,159 сек. Частота циклов ударного механизма при ходе 50 мм составляет 1,5 Гц.

Испытания производятся методом выборки нескольких зубков из готовой партии при следующих режимах: частота циклов нагружения  $f = 4$  Гц, давление в гидросистеме  $P=18-20$  МПа, температура  $T = 420...450$  °С.

На рис. 4 представлена амплитуда движения зубка при соударении.

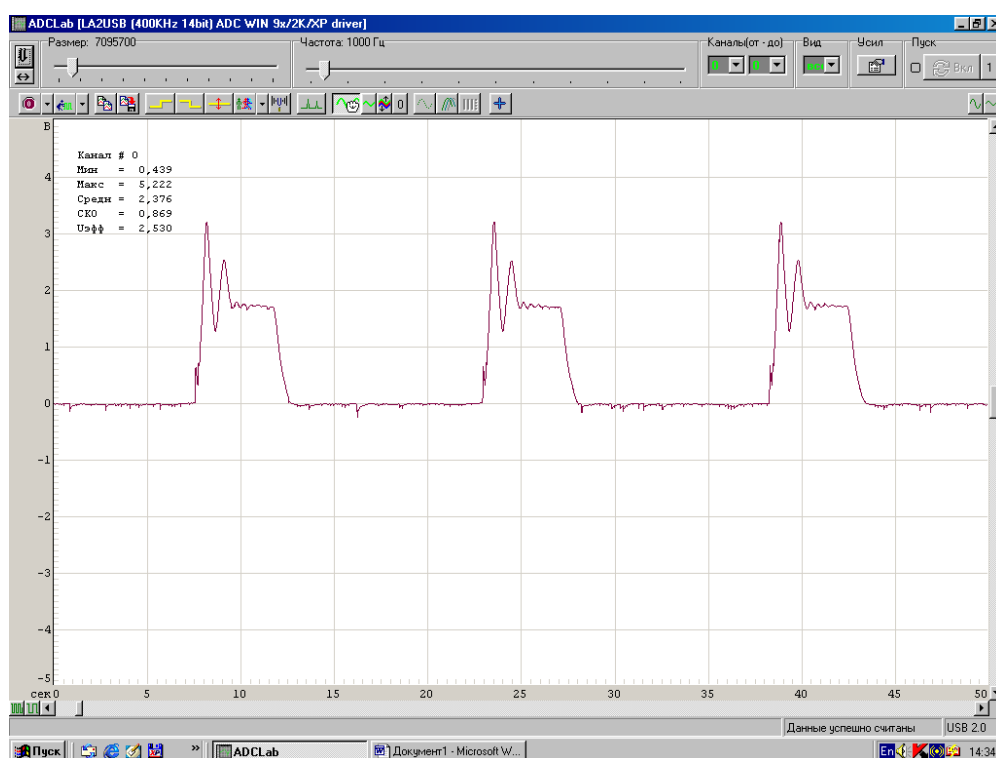


Рисунок 4. Амплитуда перемещения зубка

Во время удара происходит резкое возрастание амплитуды колебаний до максимального значения, а потом следует плавное затухание и возвращение в нормальное состояние до следующего удара. Установлено, что зубки R0336 и R6897 (печь СНВЭ) имеют более низкую среднюю циклическую стойкость, причем на их поверхности после 4000 циклов нагружений появляются осевые и поперечные трещины. Такие же зубки, полученные в печи ALD-2, выдержали без разрушений 4000 циклов нагружений. Аналогичные результаты показали зубки R4737, R9752 и R8408.

Проведенные исследования позволили установить целесообразность применения при спекании зубков клиновидной формы (R0336 и R6897) печи ALD-2.

Исследования также показали, что при высокочастотном нагружении деформации локализируются в области, непосредственно примыкающей к деформирующему элементу, и не распространяются вглубь металла, при

этом глубина деформированного слоя достигает 80 мкм. Так как остаточные напряжения являются одной из характеристик качества поверхностного слоя и влияют на эксплуатационные свойства деталей машин, формирование сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое после УЗУ свободными шариками приведет к повышению износостойкости и долговечности шарошки.

#### Список литературы

1. Макаров А.И. Ультразвуковая обработка материалов / А.И. Макаров. – М.: Машиностроение, 1980. – 237 с.
2. Вологин М.Ф. Применение ультразвука и взрыва при обработке и сборке / М.Ф. Вологин, В.В. Калашников, М.С. Нерубай, Б.Л. Штриков. – М.: Машиностроение, 2002. – 264 с.

3. Папшева Н.Д. Эффективность применения ультразвука при упрочнении свободными шариками деталей ГТД. / Н.Д.Папшева, М.К. Александров, О.М.Акушская // Межд.науч.-практ. конф."Проблемы и перспективы развития двигателестроения". Самара: СГАУ. -2011.с.238-239.
4. Папшева Н.Д. Сборка пресовых соединений деталей долота с применением ультразвука. / Н.Д.Папшева, О.М.Акушская, А.С.Бондаренко// Сб. научн. тр. Том 5. Одесса: Черноморье.- 2010. - С.8-12.

## ОБЗОР ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ К МАРКИРОВКЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И ВЫЯВЛЕНИЕ ИХ НЕСОБЛЮДЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

*Павлова Елена Анатольевна*

*Кандидат техн. наук, доцент, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов*

*Гриняева Юлия Геннадьевна*

*старший преподаватель, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов*

*REVIEW OF THE REGULATORY AND LEGAL DOCUMENTS REGULATING THE RIGHTS OF LABELING OF MILK PRODUCTION AND IDENTIFICATION OF NON-COMPLIANCE THESE REQUIREMENTS BY MANUFACTURERS*

*Pavlova Elena Anatoliievna, candidate of Technical Sciences, associate professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov*

*Grinyaeva Julia Gennadiievna, assistant professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov*

### АННОТАЦИЯ

*За последнее десятилетие подход к информационному обеспечению продуктов питания изменился. Однако, большое количество документов, устанавливающих требования к маркировке, не гарантирует донесение сведений до потребителей в необходимом объеме. В данной статье, кроме обзора соответствующих документов, вносятся предложения по усовершенствованию нормативной и правовой базы по части маркировки молока и молочной продукции.*

### ABSTRACT

*The approaching to the information provision of food has changed for the last decade. However, a large number of documents that establish requirements for the labeling does not guarantee the report of information to consumers in the necessary extent. In this article, except for the review of relevant documents, proposals to improve the regulatory and legal framework as regards labeling of milk and dairy products are introduced.*

*Ключевые слова: маркировка, нормативная документация, нарушение требований, молочная продукция.*

*Key words: labeling, regulatory documents, violation of the requirements of dairy products.*

Маркирование пищевой продукции – обязательная процедура для подавляющего большинства производителей, которая регулируется нормативными и правовыми документами как национальными, так и межгосударственными. Обязательность маркировки на сегодняшний день объясняется совокупностью сразу нескольких причин – именно ее сведения помогают покупателю принять правильное решение о приобретении товара; с помощью нее производитель доводит нужную информацию до потребителя; также маркировка может существенно влиять на продвижение товаров на рынке, являясь одним из важнейших составляющих их конкурентоспособности [7, с.312].

Если проследить, как менялись требования нормативной документации к маркировке пищевой (молочной) продукции на протяжении всего времени существования стандартизации, то изначально они содержались только в государственных стандартах на определенный вид продукции. Например, в ГОСТ 8003-56 «Кефир» в разделе с тем же названием указано, что «на этикетке, на металлической капсуле, на картонном кружке или на корпусе тары с кефиром должны быть нанесены следующие обозначения:

- наименование министерства, главка, предприятия;
- полное наименование продукта;
- день выпуска;

- объем в литрах;
- ГОСТ 8003-56» [4].

А в ГОСТ 13277-79 «Молоко коровье пастеризованное. Технические условия» в разделе 5 «Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение» указано, что «на алюминиевом колпачке, бумажном пакете, полиэтиленовом мешке и другой потребительской таре должны быть нанесены тиснением или несмывающейся краской следующие обозначения:

- наименование или номер предприятия-изготовителя, или товарный знак;
- вид молока;
- объем в литрах (на пакетах);
- число или день конечного срока реализации;
- розничная цена;
- обозначение стандарта;
- информационные данные о пищевой и энергетической ценности 100 г продукта» [4].

Проанализировав и ряд других государственных стандартов, разработанных и действующих в Советском Союзе, можно констатировать отсутствие единых требований к маркированию продуктов питания. В каждом стандарте на определенный вид продукта имелся свой перечень обязательных реквизитов маркировки.

В настоящее время кардинально изменился подход к установлению требований:

- во-первых, они стали едиными (один и тот же набор обязательных реквизитов для разных товаров однородной группы);
- во вторых, перечень информационных данных (в том числе в виде информационных знаков), наносимых на упаковку, значительно расширился;
- в третьих, появились требования в части месторасположения данных, размера шрифта, контрастности текста относительно фона, то есть их доступности для покупателя.

На современном этапе требования к маркировке продуктов питания регламентируют целый ряд правовых и нормативных документов. Так, маркировка молочной продукции должна соответствовать:

- Техническим регламентам Таможенного союза (ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»; ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»; ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»; ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»; ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»; ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».
- Федеральному закону № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».
- Государственным стандартам (ГОСТ 51074-2003 «Пищевые продукты. Информация для потребителей» и стандартам на отдельные виды молочной продукции).

Предполагается, что в целях гармонизации требований данные документы должны содержать идентичную или хотя бы непротиворечивую информацию, однако, в ходе анализа этих документов обнаружили некоторые несоответствия по части количества обязательных реквизитов. Так, наиболее полный перечень обязательных сведений, наносимых на упаковку молочных продуктов, содержит Федеральный закон Российской Федерации № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию». Согласно ему молоко и продукты его переработки, расфасованные в потребительскую тару и реализуемые на территории Российской Федерации в оптовой и розничной торговле, должны иметь маркировку, содержащую следующую информацию:

- 1) наименование;
- 2) массовая доля жира в процентах;
- 3) массовая доля молочного жира в процентах в жировой фазе (для молокосодержащих продуктов);
- 4) наименование и место нахождения изготовителя (адрес, в том числе страна и (или) место происхождения таких продуктов) и организации в РФ, уполномоченной изготовителем на принятие претензий;
- 5) товарный знак изготовителя (при наличии товарного знака);
- 6) масса нетто (для продуктов сыпучей, твердой, пастообразной или вязкопластичной консистенции) или объем (для продуктов, имеющих жидкую консистенцию);
- 7) состав таких продуктов с указанием входящих в них компонентов;

- 8) пищевая ценность молочных продуктов (содержание в готовом продукте жира, белков, углеводов, в том числе сахарозы) в процентах или в граммах в расчете на 100 граммов, энергетическая ценность в калориях или килокалориях;
- 9) содержание в готовом кисломолочном или сквашенном продукте микроорганизмов (молочнокислых, бифидобактерий и других пробиотических микроорганизмов, а также дрожжей - колониеобразующих единиц в одном грамме);
- 10) содержание в готовом обогащенном продукте микро- и макро элементов, витаминов, других используемых для обогащения продукта веществ с указанием отношения количества добавленных веществ к суточной дозе потребления этих веществ и особенностей употребления продукта;
- 11) информация о наличии компонентов, полученных с применением генно-инженерно-модифицированных организмов (в случае их наличия в количестве более чем 0,9 процента);
- 12) условия хранения молока и молочной продукции;
- 13) дата производства и дата упаковки молочной продукции;
- 14) срок годности, обозначенный двузначными числами, - час, число, месяц (для скоропортящейся молочной продукции со сроком годности, исчисляемым часами), число, месяц, год (для скоропортящейся молочной продукции со сроком годности до 30 дней), месяц, год (для нес скоропортящейся молочной продукции, в том числе консервов);
- 15) способы и условия употребления молочной продукции (при необходимости);
- 16) документ, в соответствии с которым произведена и может быть идентифицирована продукция;
- 17) информация о подтверждении соответствия продукции;
- 18) информация об использовании сухого цельного молока или сухого обезжиренного молока при производстве молочной продукции [3].

Действующий на территории РФ ГОСТ 51074-2003 Продукты пищевые Информация для потребителя также устанавливает общие требования к маркировке различной продукции, а по части молочной продукции он ссылается на выше обозначенный технический регламент.

Это что касается национальной документации. Если же говорить о требованиях документов, действующих на территории Таможенного союза, в состав которого входит Россия, то установлено, что технический регламент ТС 033/201 «О безопасности молока и молочной продукции», принятый решением Совета Евразийской экономической комиссии 9 октября 2013 года, делает ссылку относительно требований к маркировке молочной продукции на технический регламент ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», утвержденный 9 декабря 2011 года. Несмотря на эту ссылку, он также приводит список маркировочных сведений, обязательных к нанесению на потребительскую упаковку молочных продуктов. Однако по сравнению с техническим регламентом по части маркировки он не полный – среди обязательных почему-то отсутствуют такие важнейшие сведения, как дата изготовления, срок годности, условия хранения, информация об использовании ГМО и единый знак обращения на рынке [1].

В то же время ТР ТС «Пищевая продукция в части ее маркировки» не содержит специфические требования, применимые в данном случае к молочной продукции, например, к обогащенным, кисломолочным (или сквашенным) молочным продуктам [2].

На наш взгляд недостатком абсолютно всех действующих документов на маркировку является отсутствие конкретных требований к размеру шрифта наносимого текста на упаковку. Авторы документов ограничиваются лишь общими требованиями легкочитаемости и контрастности текста и фона. Подтверждением того, что такие требования недостаточны, является реализация в розничной торговой сети продукции с нечитаемой информацией. Поэтому актуальным является регламентирование минимального размера шрифта маркировки. На сегодняшний день определен этот показатель только для наименования - не менее 9,5 кегля (на потребительской таре объемом или массой менее 100 мл (г) - не менее 8,5 кегля).

Также необходимо отметить еще один момент. В техническом регламенте ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» содержится требование по указанию условий хранения продукции после вскрытия упаковки, если ее качество и безопасность при этом могут измениться. Логично было бы обязать производителей указывать и сроки годности такой продукции и естественно законодательно утвердить данный пункт в соответствующих документах.

В настоящий момент действуют СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов». Там говорится: «скоропортящиеся пищевые продукты после вскрытия упаковки в процессе реализации следует реализовать в срок не более 12 часов с момента ее вскрытия при соблюдении условий хранения» и «для продуктов в специальных упаковках, препятствующих их непосредственному контакту с окружающей средой и руками работников, допускается устанавливать сроки хранения после вскрытия указанных упаковок в установленном порядке» [6].

Как видно из формулировки, «допускается» не значит «обязан». Кроме того, установленные сроки предназначены для продукции, находящейся в условиях торговых организаций, занимающихся ее реализацией, но не для конечного потребителя, когда продукт находится уже дома. Все же, как положительную тенденцию хочется отметить, что, понимая важность этого момента, ряд производителей в добровольном порядке уже предоставляют подобные сведения.

Несмотря на достаточное количество нормативных документов, регулирующих правила маркирования, на современном рынке не редки случаи их нарушения. Приведем наиболее типичные примеры:

1. Отсутствие сведений об условиях хранения скоропортящейся продукции (примером может служить молоко производства ООО молочный завод «Атикс-МТ» (с. Ягодная Поляна Татищевского района Саратовской области));
2. Некорректное обозначение условий хранения. Например, на упаковке сладкосливочного масла Крестьянское производства ИП Ермолаева В.С. (Саратовская область, р.п. Екатериновка) приводятся следующие данные: «годен в течение 20 суток при температуре не выше  $\pm 2$  °C».

3. Нечитаемая дата изготовления, нанесенная игольчатый штампом на пергаментную упаковку (например, творога и сливочного масла) и методом термопечати на полимерные пакеты с молочной продукцией (например, молока).
4. Использование очень мелкого шрифта наносимого текста как в наименовании продукта (менее 8,5 кегля), так и в остальных маркировочных сведениях. Это характерно для молочных десертов «Растиска» известного производителя ООО «ДАНОН Индустрия».

Некоторые из этих нарушений должны пресекаться в соответствии с Кодексом об административных правонарушениях (от 7 июня 2013 г. № 113-ФЗ (Статья 14.5)), который гласит: «продажа товаров... при отсутствии установленной информации об изготовителе (исполнителе, продавце) либо иной информации, обязательность предоставления которой предусмотрена законодательством Российской Федерации, влечет предупреждение или наложение административного штрафа на граждан в размере от одной тысячи пятисот до двух тысяч рублей; на должностных лиц - от трех тысяч до четырех тысяч рублей; на юридических лиц - от тридцати тысяч до сорока тысяч рублей» [4]. Насколько действителен данный пункт Кодекса, можно судить по количеству нарушений, встречаемых потребителями на рынке.

К большому сожалению, закон накладывает ответственность только за отсутствие информации. Поэтому производители, пользуясь несовершенством законодательной базы, наносят необходимую информацию, но в таком виде, что ее невозможно прочитать, и чувствуют себя при этом безнаказанными.

В данной работе мы хотели показать насколько остро стоят проблемы в маркировании пищевой продукции (в частности молочной), важность своевременного совершенствования законодательной и нормативной базы в этой области, а также значимость работы надзорных органов, осуществляющих контроль за исполнением требований к качеству товаров и информационному обеспечению покупателей.

#### Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» [Электронный ресурс]: Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 № 67. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» [Электронный ресурс]: Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320347>.
3. Технический регламент на молоко и молочную продукцию [Текст]: Федер. закон Рос. Федерации от 12.06.2008 № 88-ФЗ // Российская газета - 2008, 20 июня.
4. Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 30.12.2001 № 195-ФЗ. – Электрон текстовые дан. – Доступ из информ.-правового портала «ГАРАНТ.РУ»: <http://base.garant.ru/12125267/>



5. Электронный фонд правовой и нормативной документации - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
6. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов» – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901864836>.
7. Павлова, Е.А. Расчет уровня конкурентоспособности маркировки молока, реализуемого покупателям на территории города Саратова [Текст] / Е.А.

Павлова, Ю.Г. Гриняева // Инновационные технологии в промышленности – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности потребительских товаров. Материалы II Международной (заочной) научно-практической конференции. 31 октября 2014 г. – Ярославль-Москва: Издательство «Канцлер», 2014. – С. 312-319.

## ЧАСТОТНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ С УПРАВЛЯЕМОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

**Плаксиенко Владимир Сергеевич**

*Д-р техн. наук, профессор Южного федерального университета, г. Таганрог*

**Плаксиенко Нина Евгеньевна**

*Канд. техн. наук, доцент Южного федерального университета, г. Таганрог*

**Сиденков Александр Сергеевич**

*Аспирант Южного федерального университета, г. Таганрог*

### FREQUENCY DETECTORS WITH CONTROLLED CHARACTERISTICS

*Vladimir Plaksienko, Doctor of Science, professor of Southern federal University, Taganrog*

*Nina Plaksienko, Candidate of Science, assistant professor of Southern federal University, Taganrog*

*Alexandr Sidenkov, Post graduate student Southern federal University, Taganrog*

#### АННОТАЦИЯ

*В работе рассматриваются особенности построения частотных детекторов с управляемой дискриминационной характеристикой на основе схемы балансного детектора. Показано, что увеличение крутизны дискриминационной характеристики реализуется не за счет усиления, а за счет применения взаимных обратных связей между каналами обработки. Исследованы статические и статистические характеристики, установлено, что повышение крутизны статистической дискриминационной характеристики не сопровождается соответствующим ухудшением дисперсионной характеристики. Введено понятие относительной дискриминационной характеристики, позволяющей более полно сопоставлять характеристики детекторов.*

#### ABSTRACT

*The paper discusses the design features of the frequency detectors with managed discriminatory characteristic on the basis of the balanced detector. It is shown that the increase in the slope of discriminatory features is not implemented at the expense of gain, and through the use of mutual back links between processing channels. Investigated static and statistical characteristics, it was found that increasing the steepness of the statistical discriminatory features are not accompanied by deterioration of the dispersion characteristics. Introduced the concept of relative discriminatory features, allowing you to more fully map the characteristics of the detectors.*

*Ключевые слова: частотные детекторы; дискриминационные характеристики; крутизна дискриминационной характеристики; дисперсионная характеристика; статистические дискриминационные характеристики; дискриминаторы с взаимными обратными связями; дискриминаторы с управляемой характеристикой; относительные дискриминационные характеристики; устойчивость статистических дискриминационных характеристик при воздействии шумов.*

*Keywords: frequency detectors; discriminatory characteristics; the steepness of the discriminatory characteristics; dispersion characteristics; statistical discriminatory characteristics; discriminatory with cooperation-and a lot of feedbacks; discriminatory with controlled characteristics; relative discriminatory characteristics; stability of statistical discriminatory characteristics when exposed to noise.*

Дискриминаторы широко применяют в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения [1-3].

В работе рассматриваются аналоговые частотные дискриминаторы с взаимными обратными связями (ЧДОС), выполненные по схеме с управляемой характеристикой. В таких дискриминаторах возможно увеличение крутизны среднего участка дискриминационной характеристики и ее размах за счет введения цепей обратных связей [1, 2, 4, 5].

Структурная схема ЧДОС приведена на рис. 1 [1], где ПФ – полосовые фильтры, Р1 – регуляторы уровней проходящих сигналов, Д – детекторы, УУ – управляемые усилители, ФНЧ – фильтры нижних частот, ВУ – вычитающее устройство,  $U_{вх1}$  и  $U_{вх2}$  – амплитуды напряжений на входах регуляторов уровней;  $U_{м1}$  и  $U_{м2}$  – амплитуды напряжений на выходах регуляторов уровней;  $U_{р1}$  и  $U_{р2}$  – напряжения, управляющие регуляторами уровня;  $U_{упр}$  – напряжение управления коэффициентами усиления усилителей УУ1 и УУ2.

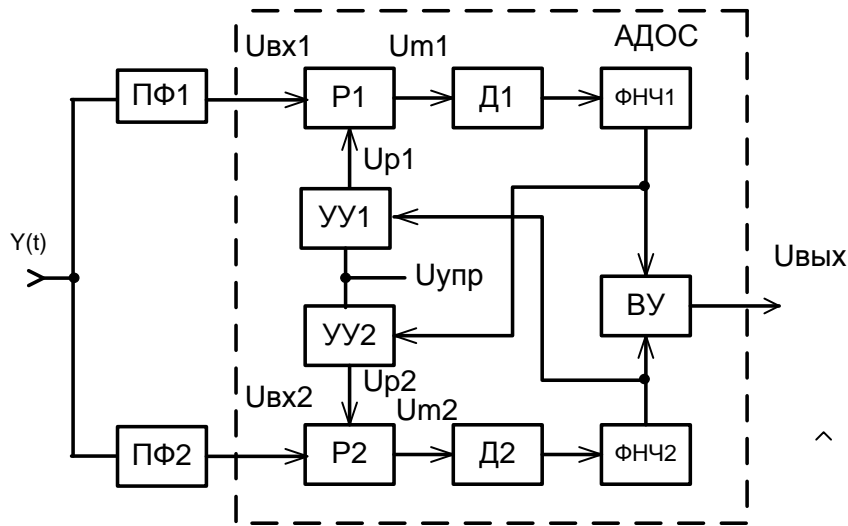


Рисунок 1. Структурная схема ЧДОС

Параметры амплитудного дискриминатора с обратными связями (АДОС), входящего в состав ЧДОС, определяют его основные характеристики.

Зависимости выходного напряжения регуляторов  $U_m$  от напряжения регулирования  $U_p$  при различных значениях параметра  $K$  имеют вид, представленный на рис. 2.

Степень взаимного влияния одного канала АДОС на другой характеризует коэффициент взаимной обратной связи  $K_{12}$ , который равен отношению приращения напряжения на выходе регулятора первого канала  $\Delta U_{m1}$  при разомкнутой связи от второго канала к первому и при неизменной глубине обратных связей:

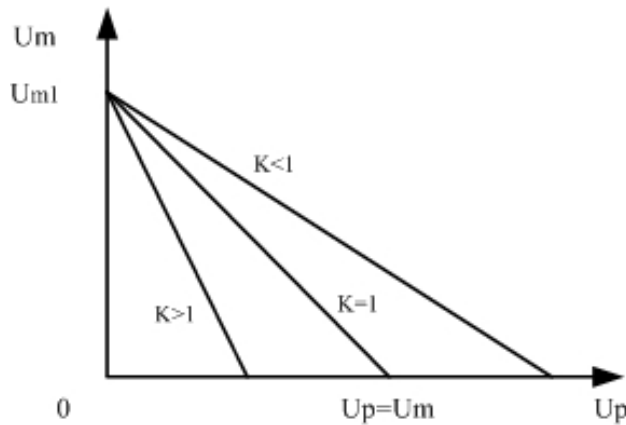


Рисунок 2. Регулировочная характеристика

$$K_{12} = \frac{\Delta U_{m2}}{\Delta U_{ex1}}$$

Аналогичным образом определяется коэффициент взаимной обратной связи от второго канала к первому  $K_{21}$ :

$$K_{21} = \frac{\Delta U_{m1}}{\Delta U_{ex2}}$$

В случае, если коэффициенты передачи по напряжению одноименных блоков в каналах дискриминаторов попарно равны, тогда  $K_{12}=K_{21}=K$  и  $K$  является функцией некоторого управляющего напряжения  $K=f(U_{упр})$ .

Таким образом, в зависимости от значения коэффициента взаимной обратной связи  $K$  возможны три режима работы [1]:

- 1)  $K=0$  – соответствует режиму работы дискриминатора без обратных связей (режим работы с отключенными обратными связями);
- 2)  $0 < K < 1$  – мягкий режим работы дискриминатора;

- 3)  $K=1$  – критический режим работы;
- 4)  $K > 1$  – жесткий режим работы дискриминатора.

Принцип работы АДОС при отсутствии на входах дискриминатора шумов заключается в следующем. Если коэффициент обратных связей располагается в диапазоне  $0 < K < 1$ , то управляющие напряжения  $U_{упр}$  уменьшают коэффициенты передачи регуляторов уровней  $U_U$ . Чем больше  $K$ , тем в большей степени уменьшается коэффициент передачи канала, где сигнал меньше и в меньшей степени – где сигнал больше. При этом степень подавления одного сигнала другим зависит от соотношения уровней сигналов на входах каналов. Чем больше значение отношения сильного сигнала к слабому, тем в большей степени подавляется меньший сигнал и в меньшей степени изменяется больший. Поэтому степень подавления одного сигнала другим зависит как от их амплитудных соотношений, так и от значений коэффициента  $K$ .

При  $K=1$  в системе происходит полное закрытие канала с меньшим сигналом, и выходное напряжение АДОС определится только большим сигналом одного из кана-

лов. Этот случай описывает процедуру автовыбора. Полное подавление сигнала в одном из каналов приводит к тому, что статическая дискриминационная характеристика будет иметь прямоугольную форму.

При работе в жестком режиме при  $K > 1$  управляющее напряжение в канале с большим сигналом полностью запирает канал с меньшим сигналом до момента, когда на входе уровень большего сигнала не станет меньше сигнала в противоположном канале в  $K$  раз. Следовательно, на выходе дискриминатора напряжение равно большему сигналу, пока меньший сигнал не превысит входной сигнал противоположного канала в  $K$  раз, в результате статическая характеристика принимает вид петли гистерезиса, ширина которой зависит от величины коэффициента  $K$ .

Полосовые фильтры ПФ1 и ПФ2 будут определять характер изменения напряжений  $U_{вх1}$  и  $U_{вх2}$  на их выходах. Обобщенная расстройка одиночных контуров, настроенных на частоты  $f_1=f_0-\Delta f$  и  $f_2=f_0+\Delta f$ , определяется выражениями:

$$\xi_1 = \frac{2 \cdot \Delta f}{f_1} \cdot Q_1, \quad \xi_2 = \frac{2 \cdot \Delta f}{f_2} \cdot Q_2, \tag{1}$$

где  $f_0$  – центральная частота работы ЧДОС;

$2\Delta f$  – абсолютная расстройка контура;  
 $Q_1, Q_2$  – добротности контуров.

В случае равенства полос пропускания контуров выполняется равенство:

$$\frac{f_1}{Q_1} = \frac{f_2}{Q_2}, \tag{2}$$

амплитуды выходных колебаний контуров описываются выражениями:

$$U_{m1} = \frac{U_0}{\sqrt{1 + (\xi_0 - \xi)^2}}, \quad U_{m2} = \frac{U_0}{\sqrt{1 + (\xi_0 + \xi)^2}}, \tag{3}$$

где  $U_0$  – резонансное напряжение контура.

Учитывая полученные выражения (3) выражение для статической дискриминационной характеристики ЧДОС на участке  $f_a < f < f_b$  примет вид:

$$U_{вых}(\xi) = \frac{U_0}{(1-K)} \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + (\xi_0 - \xi)^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 + (\xi_0 + \xi)^2}} \right], \tag{4}$$

Процессы, происходящие в ЧДОС, изображены на рис. 3 [1].

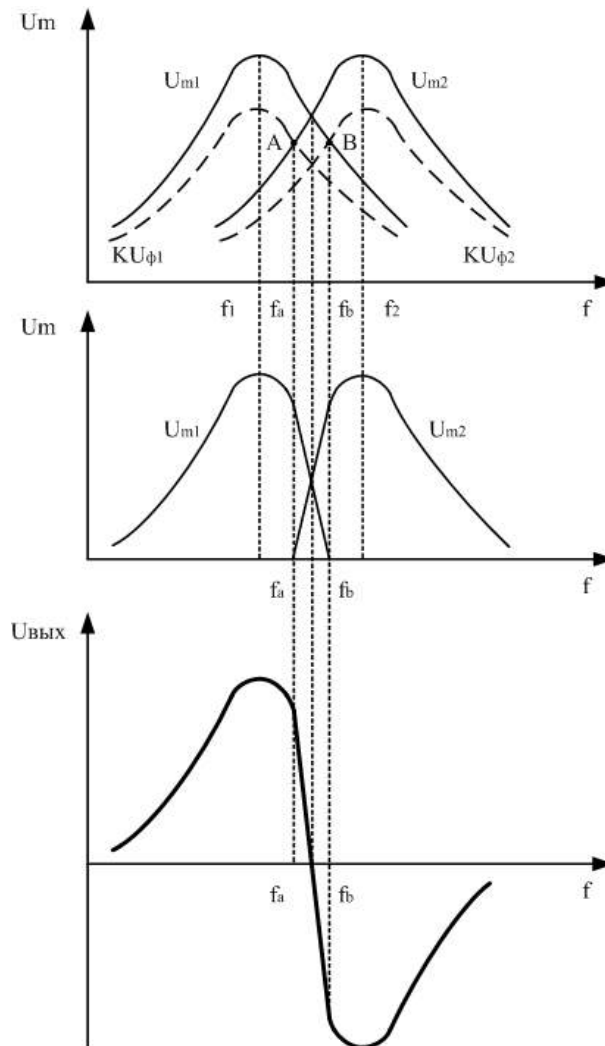


Рисунок 3. Статическая дискриминационная характеристики ЧДОС

На рис. 4 представлены статические дискриминационные характеристики балансного ЧД (БЧД) и ЧДОС для различных значений  $K$ , которые получены моделированием в среде Micro-Cap.

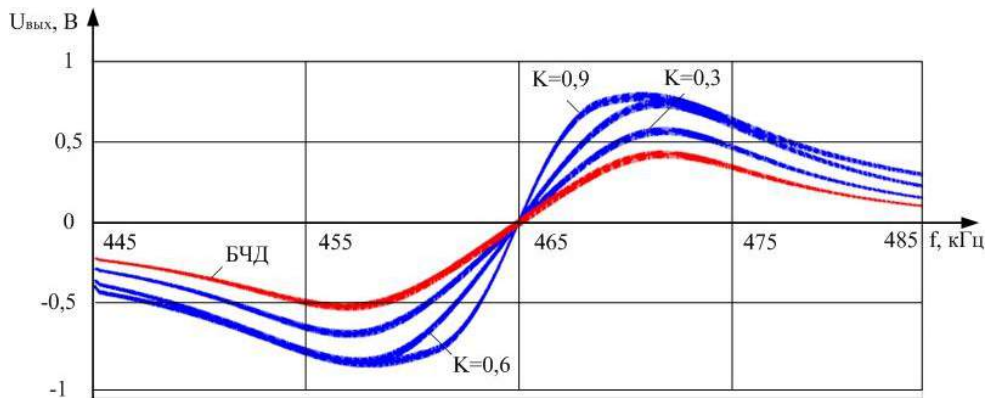


Рисунок 4. Статические характеристики БЧД и ЧДОС

Из рассмотрения характеристик следует вывод: уровень постоянной составляющей на выходе ЧДОС при  $K > 0$  всегда выше, чем у обычного БЧД. При установке значения  $K = 0$  статические дискриминационные характеристики ЧДОС и БЧД совпадают.

Наиболее информативной статистической характеристикой является относительная дискриминационная характеристика, представляющая собой отношение математического ожидания на выходе дискриминатора к корню квадратному от дисперсии (флуктуационная характеристика) выходного напряжения [1]:

$$S(f) = \frac{M(f)}{\sqrt{D(f)}} \tag{5}$$

Эта характеристика позволяет помимо традиционных параметров демодуляторов (размах, линейность), оценивать и степень устойчивости демодулятора в условиях воздействия помех [1, 4].

Дискриминационные характеристики ЧДОС и БЧД при работе в шумах, полученные моделированием в среде Micro-Cap приведены на рис. 5.

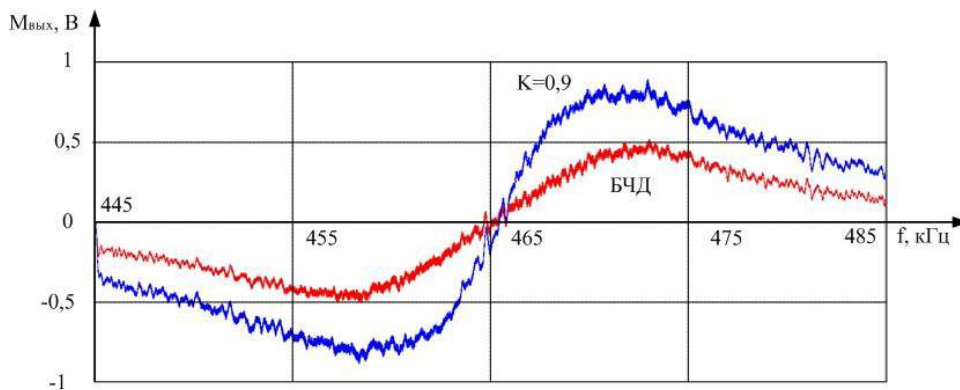


Рисунок 5. Дискриминационные характеристики ЧДОС и БЧД

Из рассмотрения дискриминационной характеристики следует, что меняя глубину обратных связей, задаваемую величиной  $K$ , можно увеличивать крутизну дискриминационной характеристики ЧД.

На рис. 6 представлены флуктуационные характеристики ЧДОС и БЧД. Рассмотрение показывает, что увеличение крутизны и размаха дискриминационной характеристики не приводит к увеличению дисперсии. Уровень шумовой дорожки на выходе ЧДОС в районе переходной частоты ниже, чем у БЧД.

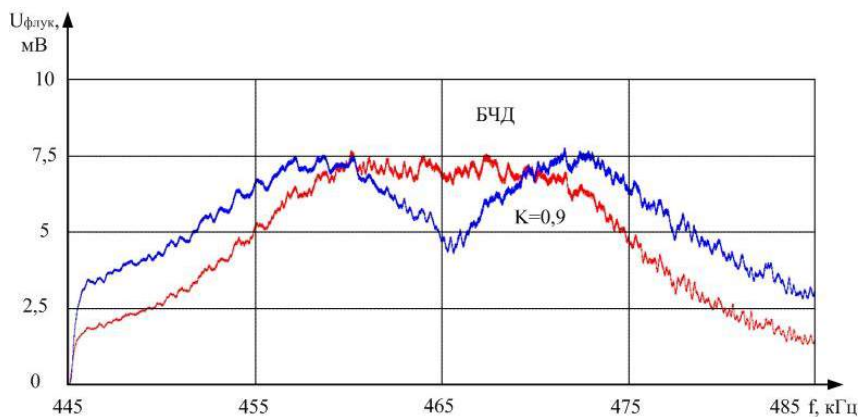


Рисунок 6. Флуктуационные характеристики БЧД и ЧДОС

Локальные максимумы и крутизну статической характеристика БЧД можно увеличить усилением и приблизить к характеристике ЧДОС с  $K=0,9$  (рис. 5). Однако в этом случае уровень шумов на выходе БЧД также увеличится.

Использование БЧД с последующим усилителем не увеличивает соотношение «сигнал/шум» на выходе си-

стемы, а лишь ухудшает его, т.к. не существует «нешумящих» усилителей. Увеличение соотношения «сигнал/шум» в ЧДОС достигается не последующим усилением дискриминационной характеристики, а применением обратных связей.

На рис. 7 приведены относительные дискриминационные характеристики БЧД и ЧДОС.

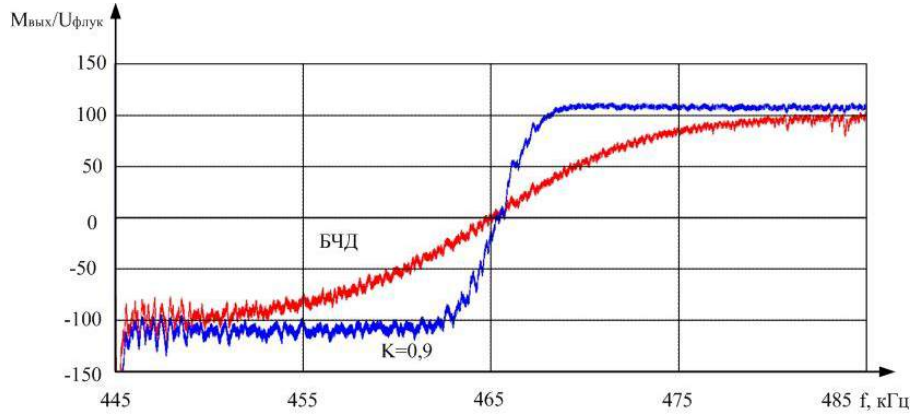


Рисунок 7. Относительные дискриминационные характеристики

Именно эти характеристики наглядно показывают, что соотношение «сигнал/шум» на выходе ЧДОС при одинаковых условиях приема возрастает.

Исследования в пакете схемотехнического моделирования Micro-Cap позволяют выполнить сопоставление параметров, однако не позволяют выполнить метрологи-

чески обеспеченных исследований. Поэтому были проведены лабораторные экспериментальные исследования ЧДОС на стандартной промежуточной частоте 465 кГц.

Результаты экспериментальных исследований относительных статистических характеристик приведены на рис. 8.

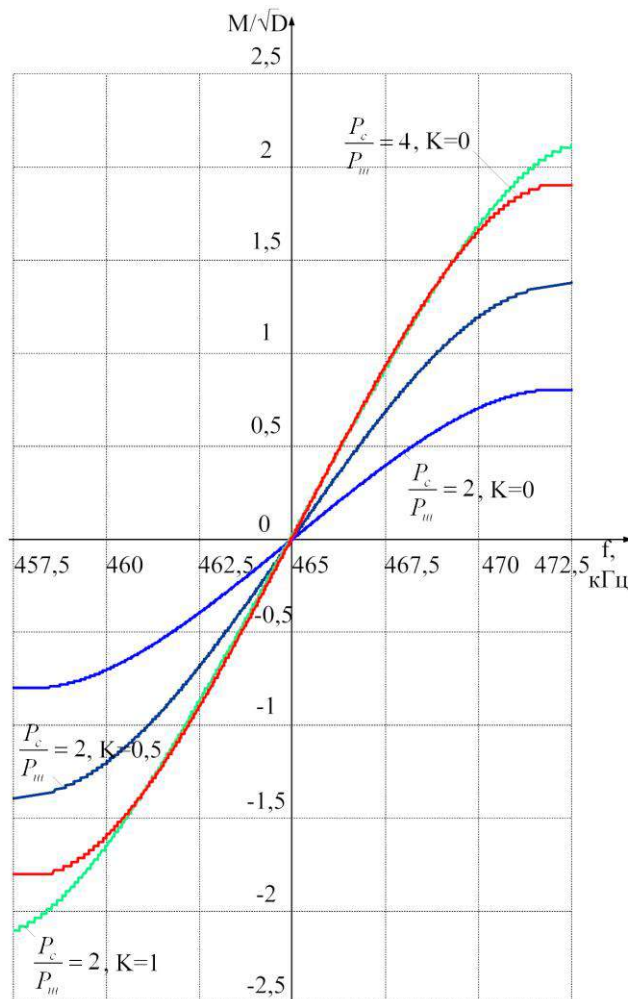


Рисунок 8. Относительные дискриминационные характеристики ЧДОС

Результаты эксперимента подтверждают результаты анализа и адекватность моделей в среде Micro-Cap.

В работе [7] проанализированы алгоритмы обработки сигналов, реализуемые дискриминаторами с обратными связями, а в работах [6, 8] проведен анализ особенностей применения фазовых дискриминаторов с обратными связями в системах ФАПЧ, показана их эффективность.

#### Литература

1. Плаксиенко В.С. Уровневая статистическая обработка дискретных сигналов. М.: Учебно-методический и издательский центр «Учебная литература», 2006. – 274 с.
2. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. М.: Сов. Радио, 1971 – 728 с.
3. Гайдук А.Р., Беляев В.Е., Пьявченко Т.А. Теория автоматического управления в задачах и примерах с решениями в MATLAB. Изд-во СПб: Лань, 2011.– 466 с.
4. Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е. и др. А.С. Устройство для выделения частотно-модулированных радиоимпульсов на фоне шумов №1022314, Б.И. № 21, 1983.
5. Плаксиенко В.С., Плаксиенко Д.В. Устройство для детектирования сигналов многопозиционной частотной телеграфии. Патент на изобретение №2187900 по заявке №2001106937 от 14.03.2001. Б.И. №23 от 20.08.2002.
6. Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е., Сиденков А.С. Исследование системы ФАПЧ с фазовым дискриминатором с обратными связями. Научный вестник новосибирского государственного технического университета № 4 (57) 2014 с. 109-118
7. Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е., Сиденков А.С. Особенности линейно-логической обработки сигналов. Ежемесячный научный журнал "Prospero" № 1; 2014. С. 108-113.
8. Плаксиенко В.С., Плаксиенко Н.Е. Монография. Фазовые дискриминаторы с обратными связями. LAPLAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Saarbrucken, Germani, ISBN-13: 978-3-659-66874-6 ISBN-10: 3659668745. EAN: 97-3-659-66874-6. Опул. 2014-12-25.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООВОГО РАЗГОНА В ГЕРМЕТИЧНЫХ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ НИКЕЛЬ – КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

*Галушкин Дмитрий Николаевич,*

*доктор технических наук доцент, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, город Шахты*

*Попов Владимир Павлович*

*ведущий инженер, Южный Федеральный Университет, город Ростов-на-Дону*

*Галушкин Николай Ефимович*

*доктор технических наук, профессор, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского Государственного Технического, Университета, город Шахты*

*Язвинская Наталья Николаевна*

*кандидат технических наук, доцент, Донской Государственный Технический Университет, город Ростов-на-Дону*

*Galushkin Dmitry Nikolaevich, Doctor of Engineering, Professor, Institute Sphere of Service and Business (branch) Don State Technical University, town of Shakhty, Rostov Province*

*Popov Vladimir Pavlovich, lead engineer, Souse Federal University, town Rostov-on-Don*

*Galushkin Nicolay Ephimovich, Doctor of Engineering, Professor Institute Sphere of Service and Busines (branch) Don State Technical University, town of Shakhty, Rostov Province*

*Yazvinskaya Nataliya Nikolaevna, Candidate of Engineering, AssociateProfessor, of Don State Technical University, town Rostov-on-Don*

#### АННОТАЦИЯ

*В данной статье представлены результаты исследования процесса теплового разгона в герметичных, призматических никель кадмиевых аккумуляторах.*

*Ключевые слова: никель-кадмиевый аккумулятор; тепловой разгон.*

#### ABSTRAKT

*This article presents the results of the research process thermal acceleration (thermal runaway) in the prismatic sealed Nickel Cadmium batteries.*

*Keywords: Nickel-cadmium battery; thermal acceleration (thermal runaway).*

#### Введение

Во время заряда некоторых типов никель-кадмиевых аккумуляторов при постоянном напряжении, а также при их работе в буферном режиме может возникнуть явление

теплового разгона. При этом ток заряда в аккумуляторах резко возрастает, происходит вскипание электролита. Возможны также: разрыв и оплавление корпуса аккумулятора, вылет пробок под давлением пара, возгорание и взрыв.

Исследованию явления теплового разгона в щелочных аккумуляторах посвящены работы [1-15]. Многие типы аккумуляторов, широко используемые в бытовых, промышленных устройствах, на транспорте, в телекоммуникационных сетях требуют дальнейшего исследования с целью выявления причин и условий, способствующих возникновению в них теплового разгона. Герметичные призматические аккумуляторы имеют широкое применение в средствах повышенной опасности во всем мире, поэтому не возникает сомнений в практической значимости исследований по тепловому разгону в этих аккумуляторах.

Явление теплового разгона имеет и большой чисто теоретический интерес. Тепловой разгон единственное самоускоряющееся явление в аккумуляторах. Оно происходит столь бурно и независимо от эксплуатирующего батарею персонала, сопровождается множеством визуальных и тепловых эффектов, и не поддается управлению. Представляют практический интерес исследования по следующим направлениям:

1. Анализ эксплуатации аккумуляторов различных типов с целью выявления аккумуляторов, наиболее подверженных тепловому разгону, а также исследование статистики этого явления.
2. Экспериментальные исследования причин, приводящих к повышению вероятности теплового разгона.

3. Экспериментальные исследования по изучению изменения различных электрохимических параметров различных типов аккумуляторов в процессе теплового разгона. А именно:

- изменение зарядного тока и напряжения на клеммах аккумулятора;
- изменение температуры аккумулятора;
- изменение динамики выделения газа.

4. Анализ последствий теплового разгона. Это, прежде всего, визуальный анализ электродов, подвергшихся этому явлению, а также исследование выделившейся в результате теплового разгона газовой смеси.

Результаты эксперимента.

Для экспериментальных исследований в данной работе были выбраны аккумуляторы НКГК-ЗЗСА, НКГ-30СА, НКГК-4СК, НКГК-ЗС. Из литературных данных по исследованию теплового разгона в герметичных никель-кадмиевых аккумуляторах [1], а также на основании анализа эксплуатации герметичных аккумуляторов на различных предприятиях России можно сделать вывод – тепловой разгон встречается в аккумуляторах данного типа.

В данном исследовании аккумуляторы заряжались, при постоянных напряжениях, согласно таблице 1.

Таблица 1

Режимы циклирования герметичных призматических никель-кадмиевых аккумуляторов

Тип аккумулятора	Заряд		Разряд		Контрольный. заряд	
	Напряжение, В	Время, час	Ток, А	Конечное Напряжение, В	Ток, А	Время, час
НКГК-ЗЗСА	1,87; 2,2	10	6	1	3,3	15
НКГ-30СА			6	1	3	15
НКГК-4СК			1	1	0,1	15
НКГК-ЗС			0,5	1	0,3	15

В герметичных аккумуляторах перед циклированием в крышке делалось отверстие, в которое вставлялась резиновая пробка с трубкой для отвода газа. Результаты циклирования данных аккумуляторов представлены в сводной таблице 2. В экспериментах использовались аккумуляторы, со сроком эксплуатации примерно в два раза большим, чем их гарантийный срок эксплуатации, что согласно литературным данным должно было способствовать тепловому разгону.

Тем не менее, из 320 выполненных зарядно-разрядных циклов для каждого типа аккумуляторов при очень больших напряжениях заряда, тепловой разгон наблюдался только в одном случае для аккумулятора НКГК-ЗЗСА. Следовательно, тепловой разгон довольно редкое явление в герметичных никель-кадмиевых аккумуляторах.

Таблица 2

Результаты циклирования герметичных призматических никель-кадмиевых аккумуляторов

Тип аккумулятора	Число используемых аккумуляторов	Число зарядно-разрядных циклов	Число тепловых разгонов	Гарантийный срок службы, лет(циклы)	Срок службы аккумуля. с тепловым разгоном, лет	Напряжение заряда при тепловом разгоне, В
НКГК-ЗЗСА	5	320	1	5 (800)	8	2,20
НКГ-30СА	5	320	0	5 (800)	-	-
НКГК-4СК	10	320	0	5 (1000)	-	-
НКГК-ЗС	10	320	0	3 (500)	-	-

Если в данном исследовании тепловой разгон наблюдался в аккумуляторе НКГК-33СА, то из литературных данных [2, с. 41] и опыта эксплуатации аккумуляторов НКГ-30СА, НКГК-4СК, НКГК-3С известно, что тепловой разгон возможен и в этих аккумуляторах. То, что в наших опытах в данных аккумуляторах тепловой разгон не наблюдался можно объяснить только тем, что тепловой разгон довольно редкое явление. Причем это случайное явление и нет никаких гарантий, что в повторной серии таких же экспериментов с аккумулятором, пошедшим на тепловой разгон НКГК-33СА, он произойдет снова. Наш опыт циклирования аккумуляторов показывает, что в некоторых партиях аккумуляторов тепловой разгон не наблюдается при очень большом числе циклов (несколько тысяч). В другой же партии тех же самых аккумуляторов с тем же сроком эксплуатации тепловой разгон происходит довольно легко, если применять жесткие режимы заряда (то есть вести заряд при очень больших напряжениях заряда).

#### Выводы

Поскольку во всех случаях теплового разгона аккумуляторы имели сроки эксплуатации, примерно в два раза, больше чем гарантийный срок, то практически все экспериментальные результаты, полученные нами, подтверждают предположение, что вероятность появления теплового разгона увеличивается с ростом срока эксплуатации аккумуляторов. Тепловой разгон как случайное явление очень сильно зависит от особенностей каждого аккумулятора и всей истории его эксплуатации.

В наших экспериментах не пошли на тепловой разгон аккумуляторы малой емкости НКГК-4СК, НКГК-3С. По всей вероятности это общее явление для всех никель-кадмиевых аккумуляторов малой емкости [6, с. 85] Для начала теплового разгона, по-видимому, важна общая масса аккумуляторов и общий ток заряда. При большой массе аккумуляторов внутренние электроды сильнее разогреваются из-за худшего теплоотвода от них. Большой общий ток заряда позволяет, в случае короткого замыкания через дендрит, сосредоточить в месте нахождения дендрита большой локальный ток и, следовательно, сильнее локально разогреть этот участок электрода. Оба этих фактора (большой объем и ток заряда), несомненно, способствуют началу теплового разгона.

Данные экспериментальные исследования, однозначно показывают, что вероятность теплового разгона уменьшается с уменьшением емкости аккумулятора.

#### Список литературы

1. Галушкин, Д.Н., Язвинская Н.Н. Особенности теплового разгона в герметичных НК аккумуляторах // Электрохимическая энергетика. – 2008. – Т. 8. – №4. – С. 241–246.
2. Галушкин, Д.Н., Кукоз Ф.И., Галушкина Н.Н. Тепловой разгон в щелочных аккумуляторах: монография. Шахты.: Изд-во ЮРГУЭС, 2006. – 123 с.
3. Галушкин Н.Е., Галушкин Д.Н., Галушкина Н.Н. Исследование процесса теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах // Электрохимическая энергетика. – 2005. – Т. 5. – № 1. – С. 40–42.
4. Galushkin D.N., Yazvinskaya N.N., Galushkin N.E. Investigation of the process of thermal runaway in nickel-cadmium accumulators // Journal of Power Sources. – 2008. – Vol. 177. – № 2. – P. 610–616.
5. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н. Исследование причин теплового разгона в герметичных никель-кадмиевых аккумуляторах // Электрохимическая энергетика. – 2012. – Т. 12. – № 4. – С. 208–211.
7. Галушкин Н.Е., Кукоз В.Ф., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н. Тепловой разгон в химических источниках тока. Шахты.: Изд-во ЮРГУЭС, 2010. – 210 с.
8. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н. Тепловой разгон в никель-кадмиевых аккумуляторах // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2013. – № 2 (171). – С. 75–78.
9. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкина И.А. Тепловой разгон в щелочных аккумуляторах // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2013. – № 6 (175). – С. 62–65.
10. Галушкин Д.Н., Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н. Тепловой разгон в никель-кадмиевых аккумуляторах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11(1). – С. 116–119.
11. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н., Попов В.П. Исследование влияния напряжения заряда на вероятность возникновения теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах // Фундаментальные исследования. – 2014. – №11 (6). – С. 1225–1228.
12. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкина И.А. Возможность теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах большой емкости с ламельными электродами // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2012. – № 3. – С. 89–92.
13. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкина И.А. Возможность теплового разгона в цилиндрических и дисковых никель-кадмиевых аккумуляторах // Химическая промышленность сегодня. – 2012. – № 7. – С. 54–56.
14. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Thermal Runaway in Sealed Alkaline Batteries // International Journal of Electrochemical Science. – 2014. – Vol. 9. – P. 3022–3028.
15. Галушкин Н.Е., Язвинская Н.Н., Галушкин Д.Н., Галушкина И.А. Возможность теплового разгона в никель-кадмиевых аккумуляторах фирмы Saft // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2014. – № 3 (178). – С. 87–90.
16. Galushkin N.E., Yazvinskaya N.N., Galushkin D.N., Galushkina I.A. Causes Analysis of Thermal Runaway in Nickel-Cadmium Accumulators // Journal of The Electrochemical Society. – 2014. – 161 (9) – A1360–A1363.



## ОЧИСТКА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РОСТА СЛИТКОВ МУЛЬТИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

*Радченко Ирина Николаевна*

*кандидат физ.-мат. наук, доцент, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э.Баумана, г.Калуга*

### FEEDSTOCK PREPARING FOR mc-Si GROWTH

*Radchenko Irina Nikolaevna, Phys.Math. Doctor, Baumann State University, Kaluga branch, Kaluga*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье описывается процесс очистки кремниевого сырья, сильнолегированного мышьяком; приводятся результаты теоретического расчета эффективности данного метода. Метод заключается в сочетании процесса высокотемпературного вакуумного отжига с последующей кристаллизационной очисткой методом Чохральского. Представлена методика использования данного метода при подготовке загрузок для роста слитков мультикристаллического кремния.*

#### ABSTRACT

*The paper describes purification process for heavily-doped with arsenic silicon feedstock and presents theoretical calculation results of the method's effectivity. Method includes high-temperature vacuum annealing of melted silicon and subsequent crystal growth by CZ method. Technique of using this method for the feedstock preparation for multicrystalline silicon ingot growth also described.*

*Ключевые слова: кремний легированный мышьяком, испарение, вакуумный отжиг, кристаллизационная очистка, мультикристаллический кремний.*

*Keywords: heavily-doped with arsenic silicon feedstock,, purification by crystallization, high-temperature vacuum annealing, multi crystalline silicon.*

Развитие солнечной энергетики существенно ужесточило требования к исходному кремнию, так называемому «Solar grade Silicon» (SoG-Si). Одним из таких требований является чистота кремния, выражающаяся численно в величине концентрации носителей заряда или, что взаимосвязано, в значении удельного электрического сопротивления (УЭС). Наиболее распространенные требования к величине УЭС: не ниже  $(1-3) \text{ Ом} \cdot \text{см}$  для образцов p-типа и более  $(3-5) \text{ Ом} \cdot \text{см}$  для n-типа кремния. Такие значения предполагают чистоту исходного материала на уровне 6N. В связи с этим всё большую актуальность приобрели исследования, посвященные методам очистки различных видов металлургического кремния и отходов кремния с различных технологических операций, позволяющих достичь необходимых значений УЭС.

Применяемые в качестве исходных материалов различные виды кремния, как правило, содержат высокие уровни концентрации легирующих примесей, наиболее распространенными из которых являются мышьяк, фосфор (n-тип), бор (p-тип). Без дополнительной переработки эти материалы не могут быть использованы для выращивания слитков мультикристаллического кремния – одного из основных материалов для производства фотоэлектрических преобразователей (солнечных батарей). Поэтому главной задачей в получении SoG-Si является уменьшение концентрации легирующих примесей в процессе переработки используемых исходных материалов (отходов электронной промышленности, отходов резки кристаллов после выращивания методом Чохральского и частей слитков после направленной кристаллизации).

В ряде работ [1,с.418-424; 2,с.16-20; 3,с.12-24] для этих целей использовали метод очистки расплава кремния путем облучения поверхности его расплава электронно-лучевой пушкой в условиях вакуума (на уровне  $5 \cdot 10^{-2} \text{ Па}$ ). При этом примеси, обладающие большим ко-

эффициентом испарения, выводятся из расплава. Установлено существенное уменьшение содержания таких примесей, как фосфор, кальций и алюминий. Однако концентрация ряда других примесей остается практически на начальном уровне. Кроме того, методы переработки, описанные в этих статьях, являются достаточно энергозатратными, ресурсоемкими и рассчитаны на переработку небольших объемов кремния.

Подобная ситуация позволила предположить [4,с.47-50], что одностадийный процесс очистки исходного кремния не всегда позволяет достичь требований для SoG-Si из-за того, что используемый кремний загрязнен, как правило, несколькими примесями с различными физико-химическими свойствами. Успешный процесс очистки желательно должен состоять из нескольких стадий, каждая из которых ответственна за уменьшение концентрации определенного набора примесей или использует различные механизмы очистки.

В качестве таких дополнительных методов очистки в работе [4,с.47-50] указаны: гидрофобные методы (обработка кремния кислотами), шлакование (переход примесей из кремния в шлак или флюс), барботаж (пропускание газов через расплав кремния), сплавные методы (удаление примесей кристаллизацией сплавов кремния, например, сплава Si-Al) и другие. За редкими исключениями, большинство данных методов пока не нашли широкого применения в промышленных масштабах, в том числе из-за использования в некоторых из них высокотоксичных материалов.

Еще одним широко известным и исторически проработанным методом уменьшения концентрации примесей в кремнии является метод кристаллизационной очистки [5,с.145-147;6,с.70-72], основанный на различии коэффициентов распределения примеси между жидкой и твердой фазами (в данном случае – в расплаве кремния и его кристаллизующейся части). Коэффициенты распределения таких примесей, как N, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn нахо-

дятся в диапазоне  $10^{-4} - 10^{-6}$ , что говорит о эффективности кристаллизационной очистки. В то же время у примесей групп IIIA (B, Al, Ga) и VA (P, As, Sb) коэффициент распределения близок к единице, что усложняет очистку от них одним только кристаллизационным методом.

В настоящей работе приводятся результаты теоретического расчета степени очистки кремния от мышьяка при последовательном совмещении процессов высокотемпературного вакуумного отжига и кристаллизационной очистки по методу Чохральского. При этом на стадии отжига часть мышьяка удаляется из расплава кремния за счет испарения. После начала вытягивания кристалла происходит дополнительная кристаллизационная очистка и продолжается испарение мышьяка со свободной поверхности расплава. Исследовалась возможность применения полученного по данной методике материала в процессах роста мульткристаллического кремния на установках направленной кристаллизации DSS.

Технологически указанный совмещенный вариант очистки выполнялся на установках выращивания кристаллов методом Чохральского "Редмет-30". Расплавление загрузки кремния, сильнолегированного мышьяком, производили в кварцевом тигле при вакуумной откачке. После расплавления производили выдержку расплава в условиях вакуума в течение 1–30 часов. Затем начинали рост кристалла на затравку. Рост проходил в двух вариантах: при вакуумной откачке камеры роста диффузионным насосом (так же, как и на этапе расплавления загрузки) или при продувке камеры аргоном. Исследования кристаллов, выращенных в атмосфере аргона, показали, что в

данном варианте испарения мышьяка из расплава кремния на этапе роста кристалла почти не происходит. В связи с этим ниже следующие расчеты представлены только для варианта проведения совмещенного процесса очистки при вакуумировании.

Расчеты проводились для исходных данных: начальная концентрация мышьяка в расплаве кремния  $n$ -типа  $N_0^{жс} = 2,2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ; объем расплава  $V_0^{жс} = 7905 \text{ см}^3$  (для 20 кг кремния); свободная поверхность расплава в тигле диаметром 35 см  $F_u = 962 \text{ см}^2$ ; коэффициент испарения мышьяка из расплава кремния  $\alpha = 4 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 / \text{с}$ ; скорость вытягивания кристалла  $f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ см} / \text{с}$ .

Степень очистки кремния от мышьяка на стадии вакуумного отжига определяется выражением

$$\frac{N_{(t0)}^{жс}}{N_0^{жс}} = e^{-\frac{\alpha \cdot F_u \cdot \tau}{V_0^{жс}}}$$

Здесь  $N_{(t0)}^{жс} [am / \text{см}^3]$  – концентрация мышьяка в расплаве кремния после высокотемпературного вакуумного отжига расплава;  $\tau [с]$  – длительность отжига.

Выборочные результаты расчета по формуле представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетная степень очистки расплава кремния от мышьяка на этапе высокотемпературного вакуумного отжига

$N_{(t0)}^{жс} / N_0^{жс}$	Длительность отжига, $\tau$		$N_{(t0)}^{жс}, am / \text{см}^3$
	часы	секунды	
0,84	1	3600	$1,85 \cdot 10^{19}$
0,174	10	36000	$3,8 \cdot 10^{18}$
0,03	20	72000	$6,6 \cdot 10^{17}$
0,052	30	108000	$1,15 \cdot 10^{17}$

Таким образом, при высокотемпературном ( $1450^\circ\text{C}$ ) вакуумном отжиге в течение 30 часов концентрация мышьяка в расплаве может быть уменьшена с величины  $N_0^{жс} = 2,2 \cdot 10^{19} am / \text{см}^{-3}$  до  $N_{(t0)}^{жс} = 1,15 \cdot 10^{17} am / \text{см}^3$ . При этом УЭС возрастает от  $0,004 \text{ Ом} \cdot \text{см}$  до  $0,18 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ .

На последующем этапе роста кристалла, во-первых, продолжается испарение мышьяка из расплава (с уменьшенной на сечение кристалла площади испарения) и, во-вторых, начинает «работать» кристаллизационная составляющая очистки.

С учетом обоих механизмов очистки конечная (после окончания роста) концентрация мышьяка в кристалле может быть рассчитана по формуле:

$$N_x^{мс} = K_{эфф} \cdot N_{(t0)}^{жс} \cdot (1 - g)^{K_{эфф} + K_n - 1}$$

В представленной формуле введены следующие обозначения:  $N_x^{мс} [am / \text{см}^{-3}]$  – концентрация мышьяка в кристалле;

$K_{эфф}$  – эффективный коэффициент распределения кремния в мышьяке;  $g$  – доля закристалли-

зовавшегося расплава;  $K_n = \frac{\alpha \cdot F_u}{f \cdot S}$  – коэффициент, учитывающий испарение мышьяка из расплава при росте кристалла. Величины  $K_{эфф} = 0,529$  и  $K_n = 0,652$  рас-

считывались для реальных параметров загрузки и роста

на установках «Редмет-30М». Расчет  $N_x^{мс}$  при подстановке этих величин показывает, что сочетание высокотемпературного отжига в течение 30 часов с последующей кристаллизацией расплава по Чохральскому позволяет получить кристаллы кремния, в которых содержание мышьяка уменьшается с начальной концентрации в загрузке

$$N_0^{жс} = 2,2 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3} \text{ до } N_x^{мс} = (4 \div 6) \cdot 10^{16} \text{ ат} / \text{см}^3, \\ (0,3 \div 0,4) \text{ Ом} \cdot \text{см}$$

что соответствует УЭС

Полученное теоретическое значение УЭС (подтвержденное результатами реальных процессов роста в ООО «Гелио-Ресурс», Мытищи) говорит о том, что данный материал не может быть напрямую использован в процессах роста мультикремния, так как для этой операции величина УЭС исходного кремния должна быть не менее  $(1,5 - 2) \text{ Ом} \cdot \text{см}$ .

Дальнейшее увеличение степени очистки кремния от мышьяка может быть достигнуто за счет повторной переработки полученного кристалла описанным методом, но это приведет к существенному увеличению затрат. Наиболее приемлемым был признан вариант, при котором в исходную загрузку помимо кремния, сильнолегированного мышьяком (в количестве не более 30% по массе), добавлялся материал с УЭС на уровне  $(1,5 - 3) \text{ Ом} \cdot \text{см}$  (не менее 70% по массе). Добавляемый материал состоял, как правило, из возвратных отходов как после роста кристаллов кремния методом Чохральского, так и из отходов резки крупногабаритных слитков мультикристаллического кремния. При использовании таких загрузок в совмещенном процессе очистки были получены кристаллы кремния с УЭС на уровне  $(1,4 - 2,5) \text{ Ом} \cdot \text{см}$ .

Были проведены три процесса роста слитков мультикристаллического кремния, загрузка на которые полностью состояла из кристаллов, прошедших совмещенную очистку по описанной методике. Измеренные электрофизические параметры (УЭС и время жизни неосновных носителей заряда) полученных слитков полностью соответствовали техническим требованиям по электрофизическим параметрам для выращивания слитков мультикремния.

Представленные в статье расчеты и описанная компоновка загрузки показывают применимость данного комбинированного метода очистки для получения кремниевого сырья, пригодного для начальной стадии изготовления солнечных батарей – роста слитков мультикристаллического кремния. Данная методика позволила существенно улучшить коэффициент использования материалов как за счет применения кремния, сильнолегированного мышьяком (ранее считался невозможным к использованию), так и за счет переработки возвратных отходов производства.

#### Литература

1. Braga A.F.B., Moreira S.P., Zampieri P.R., Bacchin J.M.G., Mei P.R. New processes for the production of solar-grade polycrystalline silicon: a review //Solar Energy, Materials and Solar Cells. – 2008. – V.92. – С.418–424.
2. Tsai T.H. Modified sedimentation system for improving separation of silicon and silicon carbide in recycling of sawing waste. //Separation and Purification, Technology. – 2011. – V.78. – С.16–20.
3. Woditsch P., Koch W. Solar grade silicon feedstock supply for PV industry. //Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2002. – V.72. – С.11–26.
4. Esfahani S. Solvent Refining of Metallurgical Grade Silicon Using Iron. //Master of Applied Science, Materials Science and Engineering University of Toronto., – 2010. – С.45-51.
5. Нашельский А.Я. Производство полупроводниковых материалов. – М.: Металлургия, 2003.
6. Потолоков Н.А., Решетников Н.М., Кутовой И.С., и др. Промышленное производство мультикристаллического кремния в России: состояние, проблемы, перспективы // Тезисы докладов VII МНК по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния. Нижний Новгород, 6–9.07.2010. Изд. НГУ, – 2010. – С.70-72.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКОЙ КАПУСТЫ В ТЕХНОЛОГИИ СМЕТАНЫ

**Мамаев Андрей Валентинович**

*Доктор биологич. наук, профессор, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Родина Наталья Дмитриевна**

*Кандидат биолог. наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Родина Екатерина Борисовна**

*Магистр, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Сергеева Екатерина Юрьевна**

*Кандидат техн. наук, ст. препод., Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

### USE OF MARINE TECHNOLOGY CABBAGE IN SOUR CREAM

*Mamaev Andrey V., Doctor of the biological. Sciences, Professor, Orel State Agrarian University, Orel  
Rodina Natalia, Candidate biologist. Sciences, Associate Professor, Orel State Agrarian University, Orel  
Rodina Catherine, master, Orel State Agrarian University, Orel  
Sergeeva Ekaterina, The candidate tehn. Science, art. the teacher. Orel State Agrarian University, Orel*

#### АННОТАЦИЯ

*Среди задач, стоящих перед молочной промышленностью, актуальной является расширение ассортимента и улучшение качества продуктов питания.*

*Из всех кисломолочных продуктов повышенной пищевой и энергетической ценностью, а также высокими вкусовыми достоинствами выделяется сметана.*

*Использование в качестве наполнителя для сметаны морской капусты позволит повысить содержание минеральных веществ и витаминов.*

*Морская капуста (ламинария) придает продукту выраженные лечебно-профилактические свойства, способствуя восстановлению микро-экологического баланса в организме человека, повышению иммунного статуса, устранению дисбиотических нарушений и аллергических реакций. Ламинария содержит йод в легко усвояемой организмом форме.*

*Целью научной работы является разработка технологии производства сметаны обогащенной морской капустой.*

#### ABSTRACT

*Among the challenges facing the dairy industry, is the actual expansion and improvement of the quality of food.*

*Of all dairy products increased food and energy value as well as high taste qualities cream stands.*

*Use as a filling for cream seaweed will increase the content of minerals and vitamins.*

*Seaweed (kelp) gives the product a pronounced therapeutic and prophylactic properties, helping to restore the micro-ecological balance in the human body, improve immune status, eliminating dysbiotic disorders and allergic reactions. Kelp contains iodine in an easily digestible form of the body.*

*The purpose of research is to develop production technology of sour cream enriched seaweed.*

*Ключевые слова: сметана, морская капуста.*

*Keywords: sour cream, seaweed.*

Молочная промышленность – одна из важнейших среди пищевых отраслей народного хозяйства. Среди задач, стоящих перед молочной промышленностью, актуальной является расширение ассортимента и улучшение качества продуктов питания. Важной целью является разработка качественно новых продуктов, которые бы не только удовлетворяли физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполняли бы профилактические и лечебные функции.

Из всех кисломолочных продуктов повышенной пищевой и энергетической ценностью, а также высокими вкусовыми достоинствами выделяется сметана.

Сметана – кисломолочный продукт, который производится путем сквашивания сливок с добавлением молочных продуктов или без их добавления с использованием заквасочных микроорганизмов - лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков и массовая доля жира в котором составляет не менее чем 9 процентов.

Расширение отечественного производства пищевых продуктов, обогащенных биологически активными добавками, является одной из важнейших задач Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации.

Использование в качестве наполнителя для сметаны морской капусты позволит повысить содержание минеральных веществ и витаминов. Известно, что в морской капусте содержатся практически все минеральные вещества и витамины, необходимые человеческому организму. Морская капуста является лучшим природным лекарственным растением, концентрация йода в котором очень велика. Содержащаяся в ламинарии альгиновая кислота позволяет выводить токсичные металлы и радионуклиды из организма. К тому же, регулярное употребление морской капусты снижает уровень холестерина в крови и предотвращает развитие атеросклероза.

Согласно результатам обследований состояния здоровья населения России, проведенным по инициативе НИИ питания РАМН медицинскими учреждениями, органами Роспотребнадзора, было выявлено массовое распространение полигиповитаминозов, сочетающихся с дефицитом ряда минеральных веществ (йода, кальция, железа и др.).

К числу жизненно необходимых элементов микро-минерального питания относится йод, биологическая роль которого в организме связана с синтезом и обменом тиреоидных гормонов, осуществляющих гуморальную регуляцию многих физиологических функций. В течение последнего десятилетия наблюдается тенденция к ухудшению обеспеченности йодом населения РФ. Распространенность эндемического зоба в Орловской области составляет 20-30%. Причиной этого является нарушение структуры питания населения, снижение объемов выпуска йодированной соли и др.

Суточная потребность человека в йоде составляет не менее 150-200 мкг. Содержание йода в обычных пищевых продуктах невелико 4-15 мкг. Кроме того, при длительном хранении и тепловой обработке пищи, значительная часть его (20-60%) теряется. В связи с этим в настоящее время создается широкий ассортимент пищевых продуктов, обогащенных всем спектром недостающих человеку биологически активных веществ. За прошедшие годы вследствие развития и применения новых технологий существенно расширился перечень обогащенных минеральными веществами молочных продуктов. Поэтому в свете новых научных подходов актуальной явилась разработка сметаны с морской капустой. Включение в рацион обогащенных йодом пищевых продуктов, таких как сметана, позволяет охватить профилактическими мероприятиями широкие слои населения в Орловской области.

Для производства кисломолочных продуктов, в данном случае сметаны, очень перспективными в качестве биологически активных добавок являются полуфабрикаты морской капусты. Морская капуста – наиболее часто употребляемая в пищу морская водоросль. Научное название морской капусты – ламинария. Происходит оно от латинского слова «lamina», означающего в переводе «пластинка».

Ламинария богата биологически активными веществами, стимулирует работу пищеварительной системы, оказывает благотворное влияние на нервную систему, является мощным бактерицидным средством. В 100 г сухого вещества содержится 500-700 мкг йода.

Морская капуста (ламинария) придает продукту выраженные лечебно-профилактические свойства, способствуя восстановлению микроэкологического баланса в организме человека, повышению иммунного статуса,

устранению дисбиотических нарушений и аллергических реакций. Ламинария содержит йод в легко усвояемой организмом форме.

Морская капуста богата следующими витаминами и минералами: витамином А - 22,2 %, магнием - 42,5 %, натрием - 40 %, железом - 88,9 %, йодом - 200 %. Морская капуста полезна для зрения, правильного роста и восстановления костей, способствует нормальному обмену веществ. Самая важная польза морской капусты для щитовидной железы, так как она содержит йод, который необходим для ее нормального функционирования.

Целью научной работы является разработка технологии производства сметаны обогатщенной морской капустой. Обогащение сметаны морской капустой позволит:

- 1) разработать кисломолочный продукт с новыми свойствами;
- 2) расширить ассортимент кисломолочных продуктов;
- 3) получить новый продукт, обладающий лечебно-профилактическими свойствами и повышенной пищевой ценностью;
- 4) повысить в продукте содержание макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон и других биологически активных веществ.

Технологический процесс производства продукта не сложен, вписывается в обычную технологическую схему и не требует значительных дополнительных затрат.

## АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ВЫВОДАХ РАДИОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

*Рощин Константин Владимирович*

*кандидат технических наук, доцент, Кубанского государственного университета, г. Краснодар*

### *THE ANALYSIS MECHANICAL PRESSURE IN RADIOELEMENTS OUTPUTS AT VIBRATION EFFECTS*

*Roschin Konstantin Vladimirovich, Candidate of Science, assistant professor, Kuban state university, Russian, Krasnodar*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Сформулированы требования к методу оценки времени до усталостного разрушения выводов радиоэлементов (РЭ) при вибрационных воздействиях. В основу метода оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ положен иерархический подход. Конструкция блока подразделяется на конструктивные уровни разукрупнения. При этом для каждого уровня используются свои математические модели. Разработанные расчетные модели легли в основу автоматизированной подсистемы анализа и обеспечения времени до усталостного разрушения элементов конструкций бортовой радиоэлектронной аппаратуры при вибрационных воздействиях и использованы для оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ.*

#### **ABSTRACT**

*Requirements to a method of a time estimation before the fatigue failure of radioelements (RE) outputs are formulated at vibration effects. The hierarchical approach is put in a basis of a method of time estimation before fatigue failure of RE outputs. A construction of the block is subdivided on the structural levels of breaking up into smaller units. Thus for each level the mathematical models are used. Designed calculated models are put in foundation of the automatized subsystem for the analysis and security of time before fatigue failure in constructions of onboard radio-electronic equipment at vibrational actions and are used for an time estimation before fatigue failure of RE outputs.*

*Ключевые слова: выводы радиоэлементов, усталостное разрушение, гармоническая, случайная вибрация, колебания, напряжения, динамические воздействия.*

*Keywords: Radioelements outputs, fatigue failure, harmonious, casual vibration, fluctuations, pressure, dynamic influences.*

В настоящее время весьма актуальна задача математического моделирования радиоэлементов (РЭ) в составе блоков кассетного типа (БКТ) и блоков этажерочного типа (БЭТ) бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) с учетом неравномерности распределения температуры по печатной плате для анализа длительной работоспособности РЭ при вибрационных воздействиях, а также разработка метода оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ в составе БКТ и БЭТ при вибрационных воздействиях. Для этого в свою очередь требуется разработать расчетные модели для оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ и расчетные модели для анализа механических процессов в БКТ и БЭТ, а также на их основе создать программные и методические средства для обеспечения длительной работоспособности РЭ в составе БКТ и БЭТ бортовых РЭА при вибрационных воздействиях.

Экспериментальные исследования БКТ и БЭТ бортовой РЭА при их проектировании являются трудоемкими и в большинстве случаев не позволяют оценить длительную работоспособность РЭ при вибрационных воздействиях, так как время испытаний аппаратуры при номинальных нагрузках достигает десятков тысяч часов, что практически не реализуемо, а проведение ускоренных испытаний требует знания коэффициентов пересчета полученных значений времени до усталостного разрушения выводов РЭ из форсированного режима в номинальный, которые в настоящее время для большинства РЭ неизвестны, тем более, что они могут быть получены только экспериментально.

Анализ используемых в настоящее время методов и моделей для анализа механических характеристик конструкций РЭА, пакетов прикладных программ (ППП), созданных на их основе, а также методик для анализа и

обеспечения механических характеристик конструкций РЭА показал, что применять их для оценки длительной работоспособности РЭ в составе БКТ и БЭТ при вибрационных воздействиях практически невозможно [1].

Исследования конструкций БКТ и БЭТ бортовой РЭА, проведенные автором, позволяют сформулировать требования к методу оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ при вибрационных воздействиях.

Применение разрабатываемого метода в качестве математического обеспечения автоматизированного проектирования БКТ и БЭТ должно позволять:

- проводить на ранних этапах проектирования (без изготовления макетов и опытных образцов) иерархический анализ динамики конструкций БКТ и БЭТ с учетом влияния температуры с целью определения механических режимов РЭ и их выводов;
- определять пути наиболее рационального изменения конструкции БКТ и БЭТ с целью обеспечения

требований ТЗ по вибрационным воздействиям, а также требований технических условий на РЭ на основе функций параметрической чувствительности механических характеристик БКТ и БЭТ.

Вибрационные воздействия задаются для верхнего уровня иерархии аппаратуры – блока. Поскольку стоит задача проанализировать отдельный РЭ, то нужно получить коэффициенты передачи вибрационных воздействий от мест крепления блока к местам крепления печатного узла (ПУ), а от них – к местам крепления РЭ.

В основу метода оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ положен иерархический подход. Конструкция блока подразделяется на конструктивные уровни разукрупнения. При этом для каждого уровня используются свои математические модели. Структурная схема разработанного метода приведена на рисунке 1.

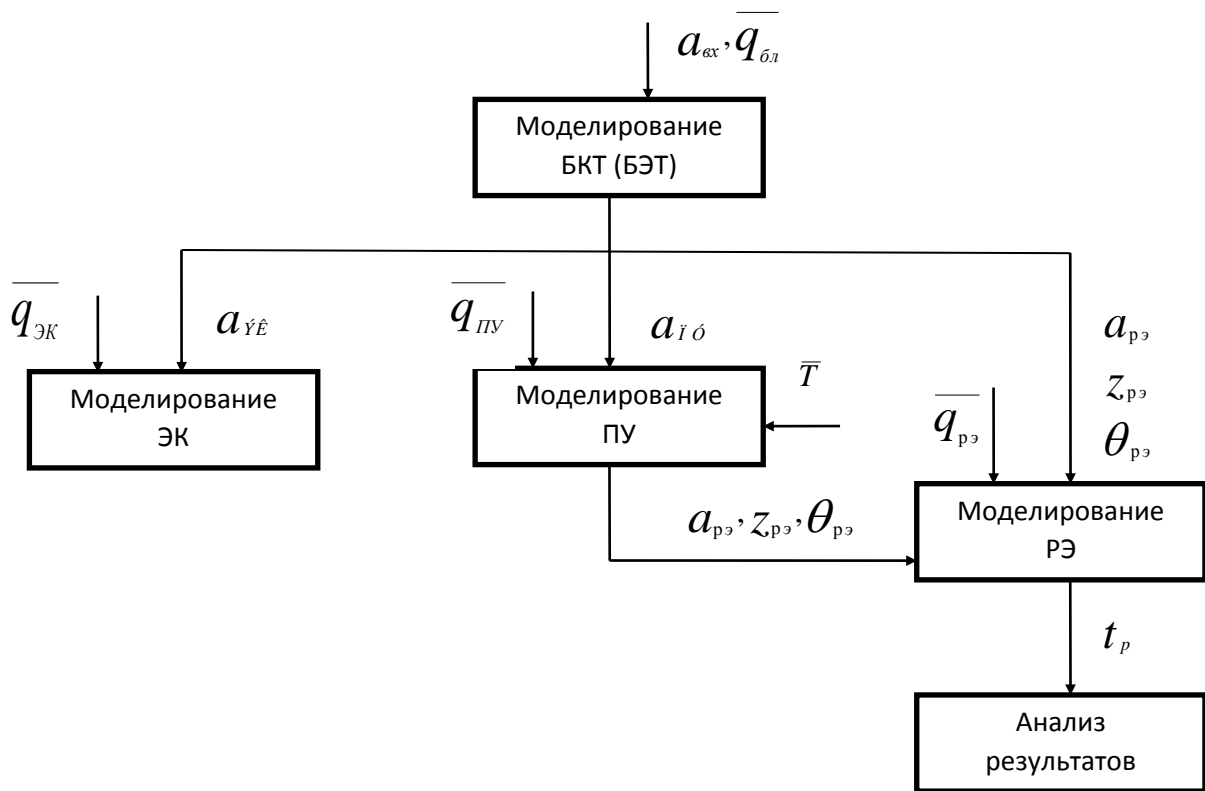


Рисунок 1 – Структурная схема метода оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ при вибрационных воздействиях

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:  $a_{вх}$  – амплитуда входного ускорения в заданном диапазоне частот;  $a_{ЭК}$ ,  $a_{ПУ}$ ,  $a_{рэ}$  – амплитуды виброускорений в точках крепления этажерочной конструкции (ЭК), ПУ и РЭ;  $z_{рэ}$  – виброперемещение в точке крепления вывода РЭ;  $\theta_{рэ}$  – угол изгиба печатной платы (стенки блока) в точке крепления вывода РЭ;  $T$  – температура участков печатной платы;  $\overline{q_{бл}}$ ,  $\overline{q_{ЭК}}$ ,  $\overline{q_{ПУ}}$ ,  $\overline{q_{рэ}}$  – геометрические и физико-механические параметры материалов стенок корпуса БКТ (БЭТ), шпилек, печатных плат, РЭ соответственно;  $t_p$  – время до усталостного разрушения выводов РЭ.

Вибрационные воздействия, поступающие на опоры блока, при гармонической вибрации задаются в виде графика виброускорения в зависимости от частоты в определенном частотном диапазоне. При случайной вибрации задается график спектральной плотности ускорения в зависимости от частоты в определенном частотном диапазоне. Так как моделирование проводится для гармонической вибрации, то необходим переход от гармонической вибрации к случайной. Необходим также переход от случайной вибрации к гармонической при задании входных воздействий.

Для анализа верхнего уровня иерархии используется математическая модель, разработанная автором и представленная на рисунке 2. Данная задача упрощается или усложняется в зависимости от рассматриваемых

направлений воздействий и количества анализируемых граней блока. В этом состоит преимущество разработанной модели блока перед существующими аналогичными моделями. При этом БЭТ моделируется совместно с ЭК при колебаниях в направлении, перпендикулярном плоскости ПУ в ЭК (по оси Z). При колебаниях БЭТ в направлениях, параллельных плоскостям ПУ в ЭК (по осям X и Y), моделирование ЭК проводится отдельно. Учитывая большую жесткость основания БЭТ при колебаниях по осям X и Y, а также результаты экспериментальных исследований, можно считать, что виброускорения к местам крепления ЭК по осям X и Y передаются от мест крепления блока без изменения.

Виброускорения в местах крепления РЭ на корпусе блока и ПУ получаются в результате расчета корпуса блока. Каждой опоре соответствует своя амплитудно-частотная характеристика (АЧХ).

Для анализа воздействий по осям X и Y на систему ПУ, составляющих этажерочную конструкцию, используется модель, разработанная автором и представленная на рисунке 3. Расчет ЭК сводится к анализу модели, состоящей из сосредоточенных масс (ПУ), соединенных друг с другом механическими связями с упругими и демпфирующими сосредоточенными параметрами (шпильки). В результате расчетов определяются виброускорения в местах крепления платы по осям X и Y.

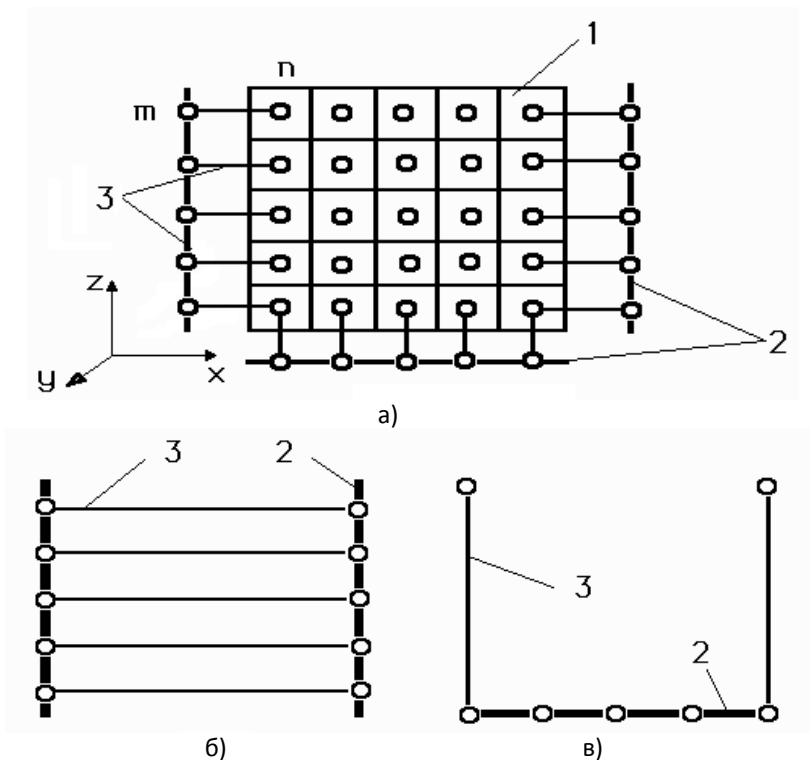


Рисунок 2 – Расчетная макромодель каркаса БКТ с ПУ: а – при колебаниях по оси Y; б – при колебаниях по оси X; в – при колебаниях по оси Z; 1 – ПУ; 2 – стержни каркаса; 3 – жесткие связи

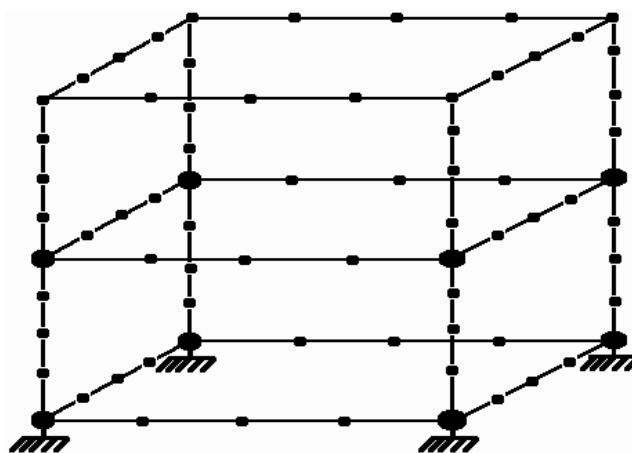


Рисунок 3 – Расчетная макромодель конструкции стойки

Для анализа ПУ при воздействии по оси Z (в поперечном направлении) используется метод конечных разностей. Для анализа РЭ, как установленных на печатной плате, так и на корпусе блока, используются модели, представленные ниже. Расчет РЭ сводится к анализу рас-

четной схемы, состоящей из сосредоточенной массы (корпус РЭ), соединенной с источником воздействия вибрации рамной конструкцией (выводы). Для полного анализа – по трем осям координат – можно рассмотреть расчетную схему три раза: по оси X, по оси Y и по оси Z. В результате

расчетов определяются механические напряжения в точках пайки выводов к плате, изгиба выводов, соединения выводов с корпусом РЭ. Для анализа мгновенной прочности выводов РЭ по результатам расчета механических напряжений используются гипотезы прочности [2]. Для пластичных материалов, каковыми являются материалы выводов РЭ, при трехосном напряженном состоянии используют энергетическую гипотезу формоизменения (называемую также четвертой гипотезой прочности или гипотезой Губера-Мизеса) [2], которая имеет вид:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_3\sigma_1} \leq \sigma_{adm},$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – одноосные напряжения (вдоль осей X, Y, Z);  $\sigma_{red}$  – эквивалентное напряжение;  $\sigma_{adm}$  – предельное значение напряжения при одноосном напряженном состоянии.

Анализ времени до усталостного разрушения выводов РЭ также рассматривался автором [3].

После получения виброускорений РЭ по всем трем осям значение модуля результирующего пространственного виброускорения определится из выражения [4]:

$$a_{\Sigma} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2},$$

где  $a_x, a_y, a_z$  – значения ускорений РЭ по осям X, Y, Z соответственно.

Схема, представленная на рисунке 1, относится в полной мере для анализа конструкций БКТ и БЭТ на гар-

моническую вибрацию. Для анализа на случайную вибрацию необходим переход от гармонической вибрации к случайной и наоборот.

Для расчета времени до усталостного разрушения выводов РЭ необходимо определить механические напряжения в выводах. Следовательно, нужно получить макромодели РЭ для расчета механических напряжений в выводах, а затем рассчитать по известным формулам время до усталостного разрушения выводов РЭ при гармонической и случайной вибрациях.

Один и тот же РЭ может быть закреплен различными способами [3]. Это приводит к тому, что один и тот же РЭ имеет различные расчетные макромодели. В то же время разные РЭ могут иметь незначительные конструктивные отличия корпусов, крепления, а следовательно, одинаковые расчетные макромодели. РЭ, установленные на собственных выводах, могут иметь резонансы в диапазоне частот воздействующей вибрации или акустического шума, которые приводят к значительному возрастанию колебаний и, в результате, чаще всего к поломкам выводов. РЭ, корпуса которых жестко скреплены с платой, практически не имеют резонансов в рабочем диапазоне частот механических воздействий, но из-за изгибных колебаний ПУ имеют значительные механические напряжения в выводах, которые также могут привести к поломкам, в том числе к усталостным. Выводы таких РЭ имеют значения собственных частот, значительно превышающие верхнюю границу заданного частотного диапазона. Поэтому резонансные колебания выводов РЭ, корпуса которых жестко скреплены с платой, здесь не рассматриваются.

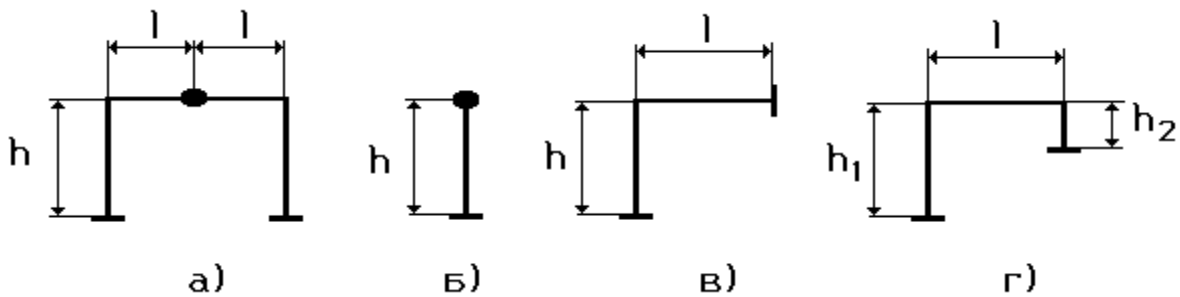


Рисунок 4 – Расчетные модели РЭ

Количество РЭ на печатной плате может превышать сотню. В одном блоке может быть несколько десятков ПУ. В одной стойке или шкафу может быть несколько блоков. Несложный арифметический расчет показывает, что в одной стойке или шкафу может быть несколько тысяч РЭ. Если проводить расчет в частотном диапазоне, например на 100 частотах, потребуется проводить несколько сот тысяч расчетов РЭ для одной стойки или шкафа. А если расчет проводить по методу Монте-Карло, то и того больше. И если при этом использовать дискретные модели, то расчет может затянуться на месяцы и даже годы. Единственным выходом является использование аналитических макромodelей РЭ. Кроме того, количество расчетов можно уменьшить методически, используя аналогию конструкций и опыт расчетов для предыдущих проектов.

В большинстве случаев масса корпуса РЭ много больше массы выводов. Следовательно, массой выводов можно пренебречь. В то же время жесткость выводов на изгиб много меньше жесткости корпуса РЭ на изгиб. Таким образом, расчетная макромодель представляется в

виде П-образной рамы с защемленными краями и сосредоточенной посередине массой (рисунок 4, а). Аналогично для других способов крепления РЭ, представленных в [3], расчетные макромодели имеют вид сосредоточенных масс, установленных на стержне (рисунок 4, б). В зависимости от направления динамической силы такие макромодели при определении собственных частот колебаний РЭ нужно рассматривать как системы с одной, двумя или, например, шестью степенями свободы. Для таких систем в работе при расчете ускорений корпусов РЭ и собственных частот колебаний РЭ используется макромодель конструкции РЭА на виброизоляторах, которая приведена в [5]. Для расчета напряжений в выводах используется метод сил [2], широко применяемый в строительной механике.

Учитывая, что у РЭ корпуса которых жестко скреплены с платой и не влияют на колебания выводов при механических воздействиях, макромодели для расчета напряжений в выводах таких РЭ представлены в виде рам.



Так как колебания выводов РЭ являются изгибными, для расчета времени до усталостного разрушения выводов РЭ необходимы только нормальные механические напряжения. Нормальные напряжения в выводах определяются по формуле [2]:

$$\sigma = \frac{Md}{2I},$$

где  $M$  – изгибающий момент в сечении вывода, в котором рассчитывается напряжение;  $d$  – сторона поперечного сечения вывода, параллельная плоскости изгиба (для круглого сечения – диаметр);  $I$  – момент инерции поперечного сечения вывода.

Очевидно, что механические напряжения следует определять в так называемых опасных сечениях выводов, в которых они максимальны и вероятность поломки наибольшая. Это места крепления выводов к корпусу РЭ и к плате, а также точки изгиба. Как видно из последней формулы, основным неизвестным является изгибающий момент. Необходимо провести его расчет для различных способов крепления РЭ.

Для определения виброускорения РЭ, установленного на собственных выводах, получена следующая общая формула [5]:

$$|a_p| = a \sqrt{\frac{I + \gamma^2}{I - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + \gamma^2}},$$

где  $a$  – ускорение участка ПУ в месте крепления выводов РЭ;  $\omega_0$  – резонансная частота колебаний РЭ (циклическая);  $\omega$  – текущая круговая частота колебаний;  $\gamma$  – коэффициент механических потерь (КМП) в материале вывода.

Данная модель является нелинейной, так как  $\gamma$  зависит от напряжения, которое в свою очередь зависит от виброускорения. Таким образом, в данной модели осуществляется учет рассеивания энергии в материалах конструкции выводов РЭ. При этом в расчетах используется максимальное напряжение в выводах, определение которого будет рассмотрено ниже.

Получены формулы расчета резонансных частот для поступательных и вращательных движений корпуса РЭ и изгибающих моментов при вибрационных воздействиях. Существует множество РЭ, жестко скрепленных с платой. Как было отмечено выше, корпуса таких РЭ практически не имеют резонансов в диапазоне частот воздействующей вибрации (обычно до 2-3 кГц) или акустического шума (до 10 кГц). Их ускорения можно считать равными ускорениям участков ПУ в местах крепления корпуса. Для таких РЭ возникает необходимость проведения расчета механических напряжений в опасных сечениях выводов, обусловленных исключительно деформациями печатной платы.

Расчетная схема гибкого проводника, используемого для соединения контактов кристалла и корпуса интегральной схемы (ИС), представлена на рисунке 5. Проводник имеет вид криволинейной арки круглого поперечного сечения диаметром  $d$ , изогнутой по дуге окружности радиусом  $r$ . Концы арки жестко закреплены. Силы инерции имеют произвольное направление. Для оценки прочности гибкого проводника целесообразно отдельно вычислить напряжения при действии сил инерции в трех характерных направлениях: в направлении, совпадающем с направлением оси  $Y$ ; в направлении, противоположном направлению оси  $Y$ ; в направлении, перпендикулярном плоскости  $YOX$ .

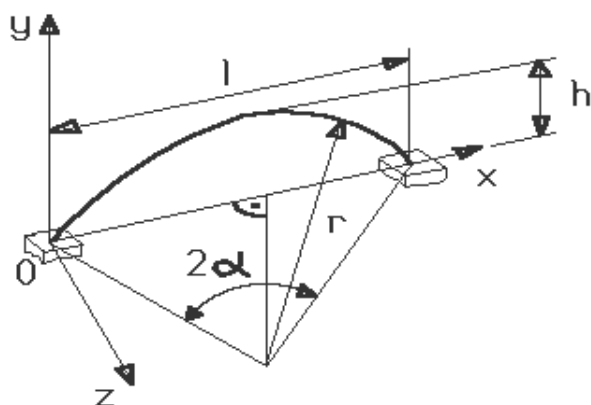


Рисунок 5 – Схема гибкого проводника

В этих формулах приняты следующие обозначения:  $M_A, M_B$  – суммарные изгибающие моменты в точках А, В соответственно;  $M_q^u$  – изгибающий момент сил инерции;  $M_{11}^u, M_{12}^u$  – изгибающие моменты от единичной силы и единичного момента, действующих в гибком проводнике соответственно в направлении силы  $X_1$  и момента  $X_2$ ;  $X_3$  – изгибающий момент, возникающий в

поперечном сечении гибкого проводника по оси симметрии.

Полученные модели применяются при сложных механических воздействиях. Однако особую актуальность расчет прочности таких выводов приобретает при воздействии акустических шумов, так как при этом повышается частотный диапазон, а значит, происходит приближение к резонансным частотам.

Разработанные расчетные модели легли в основу автоматизированной подсистемы анализа и обеспечения времени до усталостного разрушения пластинчатых и

стержневых элементов конструкций БКТ и БЭТ бортовой РЭА при вибрационных воздействиях и использованы для оценки времени до усталостного разрушения выводов РЭ.

Литература

1. Рощин К.В. Анализ пакетов прикладных программ, применяемых для математического моделирования механических процессов в конструкциях бортовой радиоэлектронной аппаратуры / К.В. Рощин // Материалы V Междун. научной конф. «Прочность и разрушение материалов и конструкций» (проект РФФИ № 08-08-99700). – Оренбург: Изд-во ИПК ГОУ ОГУ, 2008. – С. 316-318.
2. Степин П.А. Сопротивление материалов: Учебник для машино-строит. спец. вузов / П.А. Степин. – М.: Высшая школа, 1988. – 367 с.
3. Рощин К.В. Усталостное разрушение выводов радиоэлементов при гармонической и случайной вибрации/ К.В. Рощин // Вестник Донского государственного технического университета. – 2008.– Т.8.– № 1(36).– С. 86-95.
4. Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре / В.Б. Карпушин. – М.: Сов.радио, 1971. – 344 с.
5. Токарев М.Ф. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры / М.Ф. Токарев, Е.Н. Талицкий, В.А. Фролов. – М., 1983. – 256 с.
6. Кузнецов О.А. Прочность элемента микроэлектронной аппаратуры/ О.А. Кузнецов, А.И. Погалов, В.С. Сергеев.– М.: Радио и связь, 1990. – 144 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРСИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК, ПОВЫШАЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ

**Шпиганович Александр Николаевич**

*доктор технических наук, профессор, Липецкий Государственный Технический Университет, Г. Липецк*

**Рычков Антон Владимирович**

*Магистрант, Липецкого Государственного Технического Университета, Г. Липецк*

**POWER AUGMENTATION USE OF CAPACITOR INSTALLATIONS, INCREASE SYSTEM STABILITY**

*Spiganovic Aleksandr Nikolaevich, doctor of technical sciences, Professor, Lipetsk State Technical University, Lipetsk*

*Rychkov Anton Vladimirovich, Undergraduate, The Lipetsk State Technical University, Lipetsk*

**АННОТАЦИЯ**

*В статье рассмотрен метод повышения устойчивости электроэнергетической системы посредством использования форсирования мощности конденсаторных установок.*

**ABSTRACT**

*In the article the method of power system stability enhancement by use of power augmentation of condenser installations.*

*Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, форсирование конденсаторных установок, шунтирование, перенапряжения, аварийный режим.*

*Keywords: reactive power compensation capacitor installations, forcing, bypass, overvoltage, emergency mode.*

Мощность конденсаторной батареи независимо от схемы соединения пропорциональна сумме емкостей всех фаз и квадрату напряжения сети [1]:

$$Q = \omega \cdot C \cdot U^2; \tag{1}$$

$$Q = \frac{1}{3} \cdot \omega \cdot C \cdot U^2. \tag{2}$$

Данные зависимости мощности батареи от напряжения сети вредны, потому что потребность энергетической системы и системы электроснабжения предприятия в реактивной мощности усиливается при снижении напряжения и понижается при его повышении. Такой недостаток играет особую роль при авариях, когда напряжение кратковременно снижается и происходящие при этом уменьшение реактивной мощности отрицательно отражаются на устойчивости системы.

Форсировка мощности конденсаторных установок путем автоматических переключений устраняет этот изъян. На рисунке 1 представлены основные схемы такой форсировки, предусматривающие параллельно-последовательное включение конденсаторных батарей на повышенное по отношению к номинальному напряжению [1].

В этих схемах регулирование мощности конденсаторных батареи производится путём изменения схемы соединения конденсаторов в каждой фазе. В результате изменяются как емкость фазы, так и напряжение, приходящие на каждый отдельный конденсатор.

Переключение батареи со звезды на треугольник рисунок 1а дает трехкратное форсирование мощности [1]:

$$\frac{Q_{БК\Delta}}{Q_{БКУ}} = \frac{\omega \cdot C \cdot U^2}{\frac{1}{3} \cdot \omega \cdot C \cdot U^2} = 3. \tag{3}$$

Очередность работы выключателей: 2 - отключает; 1 - включает. Переключение батареи с треугольника на двойной треугольник рисунок 1б при помощи замыкания вершин серединой противоположной стороны треугольника дает форсирование мощности до четырехкратного [1]:

$$\frac{Q_{БК2\Delta}}{Q_{БК\Delta}} \leq 4. \tag{4}$$

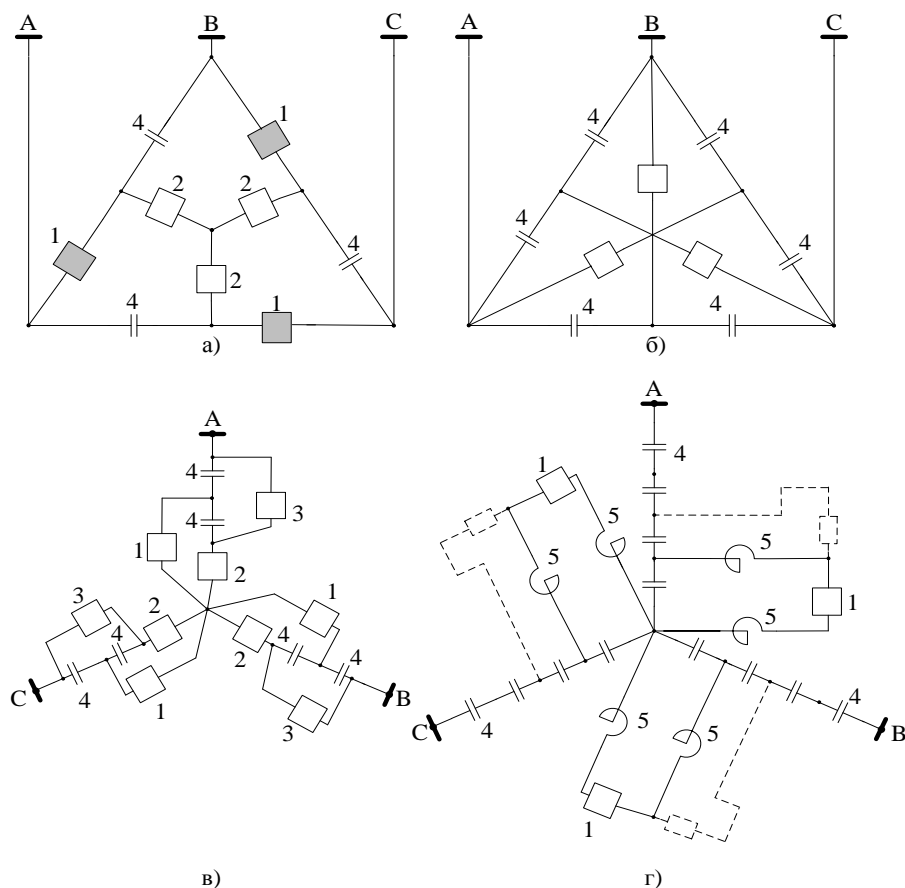


Рисунок 1. Схемы форсировки мощности конденсаторных установок: а - с переключение со звезды на треугольник; б - с переключением групп конденсаторов в фазах; в, г – с шунтированием части последовательных групп конденсаторов; 1, 2, 3 – силовые выключатели; 4 - основные конденсаторные батареи; 5 - токоограничительные реакторы

Переключение группы конденсаторов в каждой фазе звезды с последовательного соединения на параллельное рисунок 1в способствует четырехкратному увеличению мощности [2]:

$$\frac{Q_{\text{БКпаралл}}}{Q_{\text{БКпослед}}} = 4. \quad (5)$$

Очередность работы выключателя: 1 - включает, 2 - отключает, 3 - включает. Шунтирование части последовательных групп конденсаторов батареи, включенной в звезду рисунок 1г, дает форсирование мощности оставшихся в работе конденсаторов вплоть до четырехкратного:

$$\frac{Q_{\text{БКшунт}}}{Q_{\text{БК}}} \leq 2-4. \quad (6)$$

В этой схеме шунтирование конденсаторов осуществляется высоковольтным выключателем через токоограничивающее реакторы [1].

Применение рассмотренных схем целесообразно для кратковременного форсирования мощности батарей при аварийных режимах, когда требуется поддержание устойчивости системы [3]. Однако приведенные схемы

форсировки создают кратковременные значительные перенапряжения на конденсаторах, входящих в состав батареи, и для них требуются специальные косинусные конденсаторы, способные выдерживать длительное повышение напряжения на своих зажимах.

Рассмотренные схемы находят применение в энергетических системах и на крупных конденсаторных установках промышленного предприятия. Для внедрения этих схем необходима оценка устойчивости системы или угла нагрузки. Для управления режимом форсировки конденсаторных батарей целесообразно использование быстродействующих тиристорных выключателей.

#### Список литературы

1. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий [Текст] / А.В. Кабышев. – Томский политехнический университет – Томск: Издательство томского политехнического университета, 2012. – 234 с.
2. Беляевский Р.В. Вопросы компенсации реактивной мощности [Текст] / Р.В. Беляевский. Кемерово: КузГТУ. 2011. – 132 с.
3. Тимофеев А.С. Компенсация реактивной мощности [Текст] / А.С. Тимофеев. Новокузнецк: СибГИУ. 2010. – 67 с.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДА

**Сахно Владимир Прохорович**

доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**Прогний Павел Богданович**

Аспирант, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

### COMPUTER MODELING OF THE BRAKING DYNAMICS OF LORRY CONVOY

Sakhno Volodymyr, Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Prohnyy Pavlo, Postgraduate, National Transport University, Kyiv, Ukraine

#### АННОТАЦИЯ

Цель исследования - осуществить компьютерное моделирование динамики торможения седельного автопоезда средствами программного комплекса Универсальный механизм.

Метод исследования - численное моделирование.

В статье раскрыты особенности подготовки и проведения исследования динамики торможения автопоезда с использованием компьютерной модели, разработанной в программном комплексе Универсальный механизм. Методом численного моделирования рассчитаны параметры движения седельного автопоезда при торможении с равномерным распределением тормозных сил и при наличии бортовой неравномерности.

#### ABSTRACT

Purpose of the study – the implementation of computer modeling of the braking dynamics of articulated motor vehicle train using software Universal Mechanism.

Research method – numerical simulation.

The article contains the disclosure of features of preparation and conduction of study of the braking dynamics of the lorry convoy, using a computer model, developed in software Universal Mechanism. The parameters of lorry convoy movement during braking with a uniform distribution of braking forces and the presence of side unevenness of braking forces are calculated using the methods of numerical simulation.

Ключевые слова: компьютерная модель; седельный автопоезд; динамика торможения; устойчивость.

Keywords: computer model; articulated motor vehicle train; dynamic of braking; stability.

Для исследования динамики рабочих процессов автомобилей и автопоездов все чаще используют компьютерные модели, ведь по сравнению с натуральным экспериментом компьютерное моделирование обладает рядом преимуществ: не требует наличия реальной физической модели, дорогого измерительного оборудования, больших затрат средств и времени, позволяет безопасно осуществлять многократные испытания и следить за динамикой их развития. В данной работе проведем исследования динамики торможения автопоезда с использованием компьютерной модели.

Проблеме компьютерного исследования динамики автопоездов посвящены работы [1-4] и многих других авторов. В частности, исследователи изучают возможность использования компьютерного моделирования при разработке и реализации алгоритмов управления автопоез-

дами, для исследования показателей устойчивости и маневренности существующих типов и моделей автомобильных поездов, а также при проектировании новых.

Цель работы. Осуществить компьютерное моделирование динамики торможения седельного автопоезда средствами программного комплекса Универсальный механизм.

Основная часть. Средствами инструмента UM Input программного комплекса Универсальный механизм нами разработана упрощенная динамическая модель седельного автопоезда (рис. 1) в составе двухосного автомобиля-тягача и трехосного полуприцепа. Используя инструмент UM Simulation, осуществим исследования разработанной модели.

Для проведения численного исследования в первую очередь необходимо осуществить настройку процесса моделирования, задать необходимые исходные данные, используя инспектор моделирования объекта.

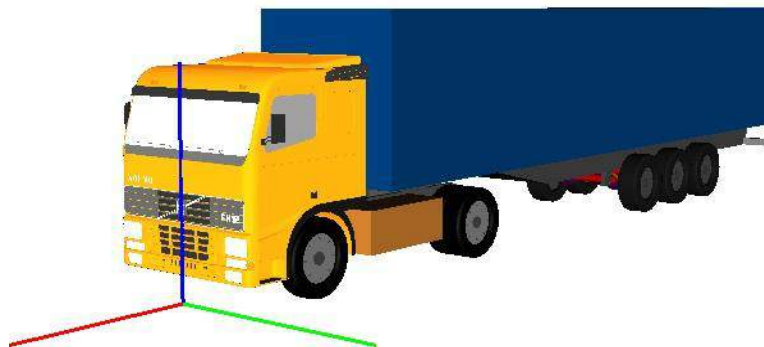


Рисунок 1. Упрощенная динамическая модель автопоезда

Поскольку автомобильный поезд является многомодульным транспортным средством, нужно указать, какие тела принадлежат каждому из модулей (автомобилю-

тягачу и полуприцепа) [4]. Для этого в инспекторе моделирования (рис. 2) делаем соответствующие настройки в за-

кладке «состав». Дополнительно вносим данные о силовой линии, трансмиссии транспортного средства, описы-

ваем характеристики взаимодействия шин с опорной поверхностью и вводим параметры аэродинамического сопротивления.

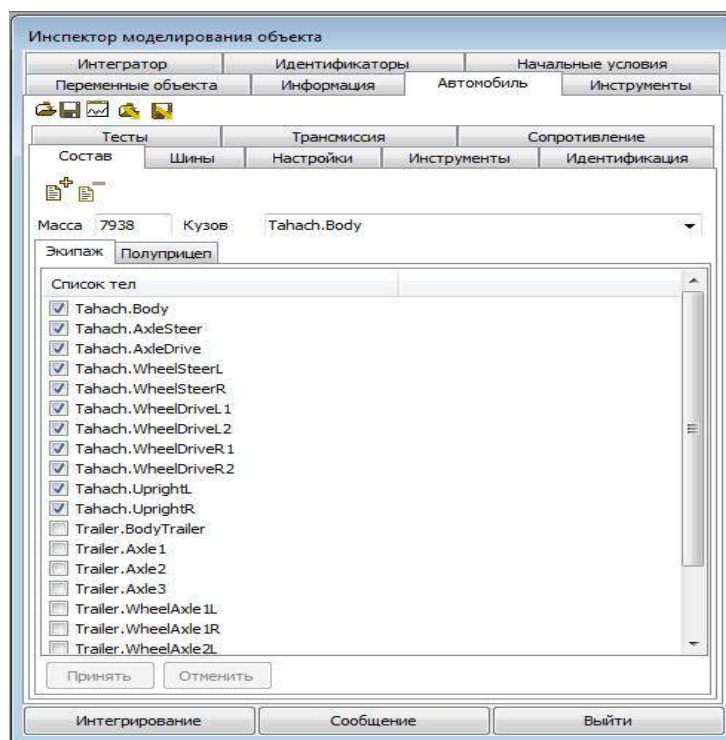


Рисунок 2. Инспектор моделирования объекта

Подготовка компьютерной модели к исследованию предусматривает также разработку модели дороги, на которой происходят исследования. Модель дороги включает следующие элементы [5]:

- геометрию линии дороги (макропрофиль);
- геометрию поверхности дороги (микропрофиль);
- шероховатость, твердость и материал покрытия.

Исследования динамики торможения автопоезда происходит на ровном сухом участке дороги с асфальтобетонным покрытием. Используя средства инструмента

UM Simulation, мы разработали микропрофиль участка дороги для имитации движения автопоезда в тормозном режиме.

Геометрию линии дороги (макропрофиль) (рис. 3) построено средствами UM Simulation в соответствии с требованиями нормативных документов и программы экспериментальных исследований.

Настройку компьютерной модели заканчиваем проведением теста на равновесие, в процессе выполнения, которого вычисляется положения равновесия системы.



Рисунок 3. Макропрофиль тестовых участков дорог

Для обеспечения возможности интерактивного изменения значений параметров модели, а также оказания влияния на поведение модели непосредственно в процессе численного моделирования, был разработан пульт управления моделью. Использование пульта позволяет в

определенной степени имитировать влияние на модель водителя транспортного средства. Разработанный пульт управления позволяет изменять тормозные усилия на колесах модели автопоезда и регулировать распределение тормозных сил по осям и бортам транспортного средства.

Используя компьютерную модель, проведем исследование динамики торможения автопоезда с равномерным распределением тормозных сил, а также с наличием бортовой неравномерности при движении по прямой. При этом будем считать, что в начале исследования автопоезд движется параллельно оси  $Ox$  которая направлена вдоль дороги. Коэффициент сцепления колес с опорной поверхностью  $\phi = 0,8$ . Бортовую неравномерность тормозных сил установим на уровне 15%, для этого величину тормозных сил для каждого колеса по левому борту автопоезда умножим на коэффициент  $k_r = 0,85$ .

Движение автомобильного поезда в тормозном режиме исследуется на промежутке времени  $T = 5$  с. В результате численного моделирования инструментом UM

Simulation получаем данные о положении звеньев автопоезда в каждый момент времени с шагом 0,025 с в интервале 5 с. Результаты исследований представлены в виде графиков (рис. 4, 5).

Для оценки устойчивости автопоезда при торможении проанализируем углы поворота в горизонтальной плоскости (курсовые углы) автомобиля-тягача  $\gamma$  и полуприцепа  $\gamma_1$ . На графиках рис. 4 изображено изменение курсовых углов звеньев автопоезда при торможении с разной начальной скоростью и при установленных исходных условиях. Как видно из графиков, при торможении автопоезда с наличием бортовой неравномерности, углы поворота звеньев в горизонтальной плоскости растут, по сравнению с торможения с равномерным распределением тормозных сил по бортам транспортного средства.

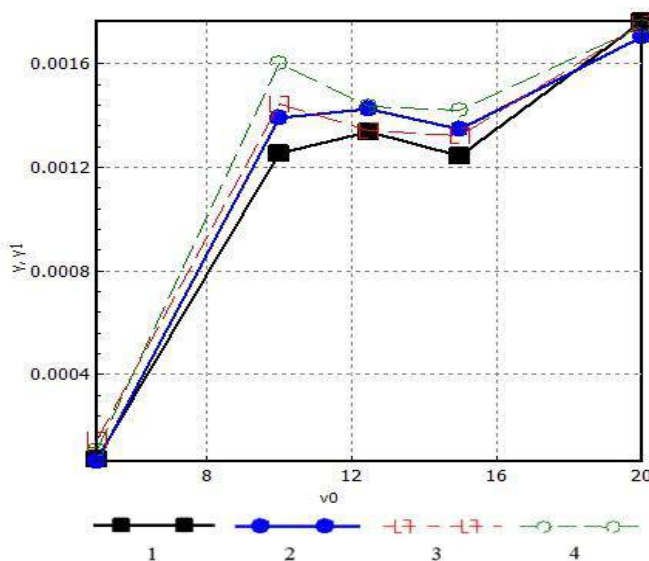


Рисунок 4. Угловые отклонения звеньев автопоезда при торможении, проекция на ось X: 1 - курсовой угол автомобиля-тягача при торможении с равномерным распределением тормозных сил; 2 - курсовой угол полуприцепа при торможении с равномерным распределением тормозных сил; 3 - курсовой угол автомобиля-тягача при торможении с бортовой неравномерностью тормозных сил; 4 - курсовой угол полуприцепа при торможении с бортовой неравномерностью тормозных сил

Изменение со временем линейной скорости автопоезда при торможении с равномерным распределением тормозных сил и при наличии бортовой неравномерности представлено на графиках рисунок 5. Начальная скорость

торможения составляет 5 м/с. Анализ изображенных графиков позволяет сделать вывод, что наличие бортовой неравномерности тормозных сил приводит к увеличению времени торможения автопоезда даже при малых начальных скоростях торможения.

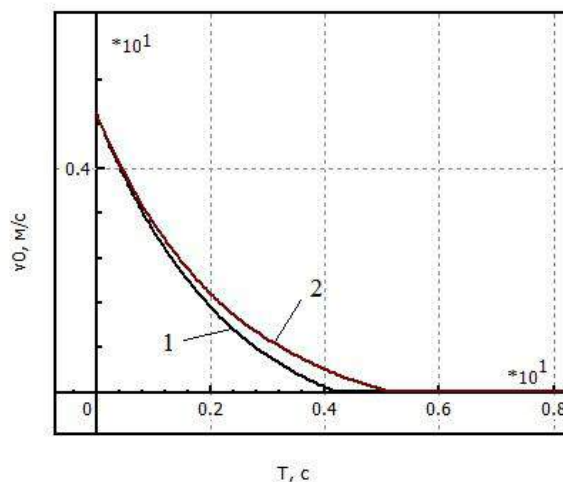


Рисунок 5. Изменение линейной скорости автопоезда при торможении: 1 - с равномерным распределением тормозных сил; 2 - с бортовой неравномерностью тормозных сил

Выводы. В работе проведено исследование динамики торможения автопоезда с применением компьютерной модели, разработанной в программной среде Универсальный механизм. В результате численного моделирования получены данные о положении звеньев автопоезда в каждый момент времени с шагом 0,025 с в интервале 5 с. На основе полученных данных построены графики изменения со временем линейной скорости автопоезда при торможении с равномерным распределением тормозных сил и при наличии бортовой неравномерности. Также в работе проанализированы углы поворота в горизонтальной плоскости автомобиля-тягача  $\gamma$  и полуприцепа  $\gamma_1$  при торможении с разной начальной скоростью.

На основе численного моделирования установлено, что при торможении с бортовой неравномерностью тормозных сил на уровне 15%, устойчивость автопоезда ухудшается по сравнению с торможением с равномерным распределением.

#### Список литературы

1. Житенко О. В., Кузьо І. В. Математично-комп'ютерне моделювання динаміки автопоїзда / О. В. Житенко, І. В. Кузьо // Збірник наукових праць: Галузеве машинобудування, будівництво. – Вип. 2 (32), т.1. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 72-79.
2. Компьютерное моделирование устойчивости и маневренности седельного автопоезда [Текст] / А. Н. Выгонный, О.В. Матушкина, А. А. Калинин, А. Н. Колесникович // Автомобильная промышленность: Научно-технический журнал. – 2011. – № 7. – С. 35-36.
3. Лисенко Р. І. Комп'ютерне та фізичне моделювання руху сідельного автопоїзду / Р. І. Лисенко, П. О. Гуменюк, В. В. Лотиш // Міжвузівський збірник «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – Вип. 8. – С.162-165.
4. Погорелов Д. Ю. Компьютерное моделирование динамики технических систем с использованием программного комплекса «Универсальный механизм» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.universalmechanism.com/index/download/pogorelov\\_vkt.pdf](http://www.universalmechanism.com/index/download/pogorelov_vkt.pdf). – Название с экрана.
5. Проблемы моделирования динамических процессов в реальном времени (на примере тормозной динамики автомобиля) / Е. В. Балакина, Н. М. Зотов, В. М. Зотов, И. А. Платонов, А. П. Федин; под ред. С. В. Бахмутова. – М.: Машиностроение, 2013. – 300 с.

## МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ДЕСЕРТОВ В ТОРГОВОЙ СЕТИ ГОРОДА ОРЛА

*Сергеев Дмитрий Владимирович*

*Магистр, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

*Мамаев Андрей Валентинович*

*Доктор биологич. наук, профессор, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

*Родина Наталья Дмитриевна*

*Кандидат биолог. наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

*Сергеева Екатерина Юрьевна*

*Кандидат техн. наук, ст. препод., Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

### MARKETING RESEARCH DAIRY DESSERTS THE COMMERCIAL NETWORK OF OREL

*Dmitry Sergeev, master, Orel State Agrarian University, Orel*

*Mamaev Andrey V., Doctor of the biological. Sciences, Professor, Orel State Agrarian University, Orel*

*Rodina Natalia, Candidate biologist. Sciences, Associate Professor, Orel State Agrarian University, Orel*

*Sergeeva Ekaterina, The candidate tehn. Science, art. the teacher., Orel State Agrarian University, Orel*

#### АННОТАЦИЯ

Маркетинговое исследование – инструмент, с помощью которого компания определяет основные направления деятельности, которые заключаются в изменении ассортимента, целевой политики, рекламных компаний. Также маркетинговые исследования используются компаниями для определения концепции продаж нового продукта, обоснования его необходимости.

Цель состоит в том, чтобы изучить рынок молочных десертов и разработать новый молочный крем, используя продукцию пчеловодства. Рынок молочных десертов специалисты считают одним из самых динамично развивающихся и маргинальных.

В целом проанализировав результаты опроса, разработка новых десертов с использованием продуктов пчеловодства, является актуальной задачей.

#### ABSTRACT

Marketing research - a tool with which the company defines the main lines of action is to change the range, targeted policies, advertising campaigns. Also, market research companies use to define the concept of new product sales, justify its necessity.

The aim is to explore the market of dairy desserts and develop new dairy cream using bee products. Dairy desserts market experts consider one of the most dynamic and margin.

*In general, analyzing the results of a survey, development of new desserts using bee products is a usual task.*

*Ключевые слова: десерты, маркетинговые исследования.*

*Keywords: desserts, marketing research.*

В настоящее время в РФ замечается тенденция улучшения качества продукта, что регламентируется требованиями Федеральных законов таких как закон «О техническом регулировании», закон «О качестве и безопасности» и закон «О защите прав потребителей». Во всём мире наблюдается устойчивая тенденция увеличения объёмов производства и потребления продуктов функционального питания. Обеспечение населения качественными продуктами питания является одной из актуальных задач.

Маркетинговое исследование – инструмент, с помощью которого компания определяет основные направления деятельности, которые заключаются в изменении ассортимента, целевой политики, рекламных компаний. Также маркетинговые исследования используются компаниями для определения концепции продаж нового продукта, обоснования его необходимости.

Рынок молочных десертов специалисты считают одним из самых динамично развивающихся и маржинальных. За четыре предкризисных года он вырос более чем на 30 %. Причиной этого стала не только высокая востребованность молочных десертов, но и постоянно расширяющийся ассортимент.

Одной из проблем социально-экономического обоснования продвижения инновационных пищевых продуктов, в том числе и молочных десертов на потребительский рынок является осуществление скоординированных маркетинговых подходов. Одним из подходов является социально-экономическое обоснование необходимости производства нового продукта.

В связи с этим, на данном этапе исследований нами проводились маркетинговые исследования рынка молочных десертов. Анализ структуры ассортимента молочных десертов проводился в торговых предприятиях города Орла. В ходе проведения исследований, было установлено, что рынок кремов в основном принадлежит отечественным производителям, особенностью рынка является то, что этот рынок достаточно молодой и активно развивается. При этом нами установлено, что в качестве стран-производителей доминируют предприятия России (82 %).

Одним из важнейших показателей любого товара является ассортиментная характеристика. Структура ассортимента должна быть обоснованной и базироваться на изучении потребностей населения в определенных товарах и их разнообразии, оптимальный торговый ассортимент должен максимально удовлетворять спрос и не быть излишним. Чем шире ассортимент, тем более разнообразные потребности покупателей могут быть удовлетворены. Однако расширение ассортимента может затруднить выбор потребителя, поэтому он должен быть рациональным. Весь существующий ассортимент десертов, представленный в торговой сети города Орла, нами был условно разделен на четыре ассортиментные группы, характеризующиеся разнообразием органолептических свойств, пищевой и энергетической ценностью, упаковкой и ценой: мороженое, крема, пудинги, желе (рисунок 1).

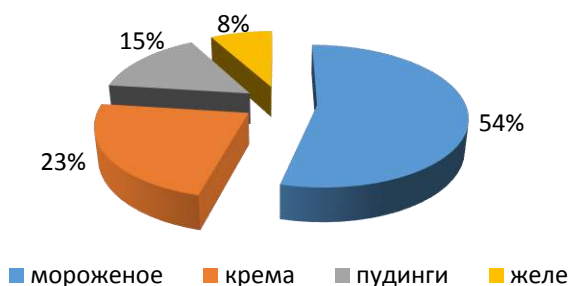


Рисунок 1 – Ассортиментные группы десертов

При этом нами установлено, что наибольшей «популярностью» у производителей пользуются мороженое, занимающие 54 % емкости рынка и включающие крема, пудинги, желе.

Для внедрения на потребительский рынок кремов необходимым условием является востребованность их

потребителями. Анализ потребительских предпочтений является важнейшим условием определения потенциальной возможности продукта на рынке, так как позволяет получить данные о спросе на продукцию, уровне цен, странах производителях и предприятий, вырабатывающих молочные десерты, перспективах развития рынка.

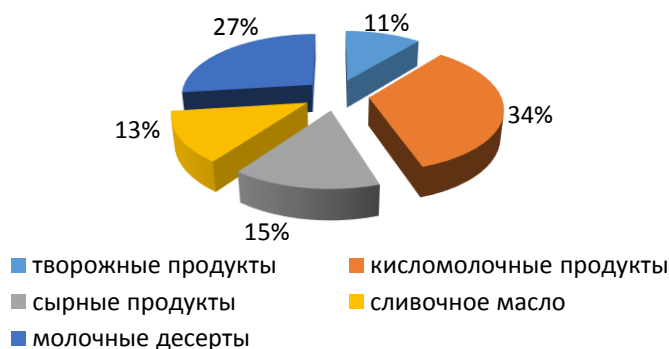


Рисунок 2 – Популярные молочные продукты



Опрос показал, что среди молочных продуктов особенно повышенным спросом пользуются кисломолочные продукты – (34 %) и (27 %) молочные десерты. Менее «популярны» творожные продукты (11 %) и сливочное масло (13 %), в том числе и из-за высокой их стоимости. Определенная часть респондентов (15 %) склонны к сырным продуктам (рисунок 2). На наш взгляд это связано с тем, что

кисломолочные продукты являются продуктами ежедневного спроса и служат важными источниками ценных питательных веществ, в том числе белка, что представляет особую ценность для потребителей.

На вопрос «Как часто вы покупаете десерты?» были получены следующие ответы, представленные на рисунке 3.

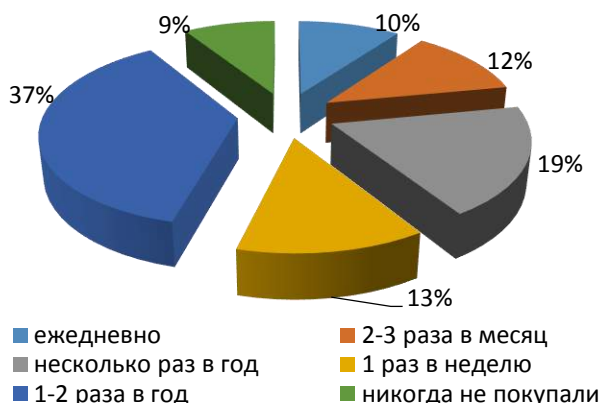


Рисунок 3 – Частота покупок десертов

Значительная часть опрошиваемых (37 %) употребляют продукт 1-2 раза в год. (9 %) респондентов никогда не покупали данный вид продукта. Ежеженедельно в свой рацион крема включают (10 %) потребителей. На долю «несколько раз в год» пришлось (19 %) ответов, принимающих участие в опросе.

Диаграмма результатов опроса респондентов о том, что является критерием качества и основным

мотивом при выборе кремов, представлена (на рисунке 4). Установлено, что для (40 %) респондентов значимым фактором при покупке считается состав продукта, так как он определяет пищевую ценность продукта. В то время как (23 %) опрошенных, отдают предпочтение цене продукта. Меньшее внимание респонденты уделяют стране-изготовителю, виду фасовки и упаковки, а также торговой марке.

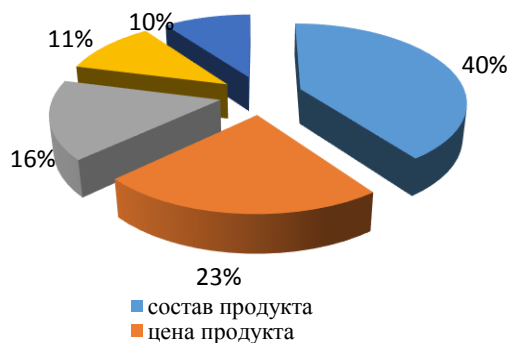


Рисунок 4 – Критерии качества и мотивации при покупке десертов

Одним из аспектов рассматриваемой проблемы явилась оценка мнения опрошенных потребителей о качестве кремов, представленных в торговой сети города Орла, отображенная (на рисунке 5). Анализ данных по оценке качества молочных десертов показал, что (45 %) опрошенных считают качество продукта хорошим и отличным,

(33 %) – удовлетворительным. При этом для (19 %) анкетированных качество представленных продуктов неудовлетворительное, (3 %) респондентов вообще затруднились ответить.

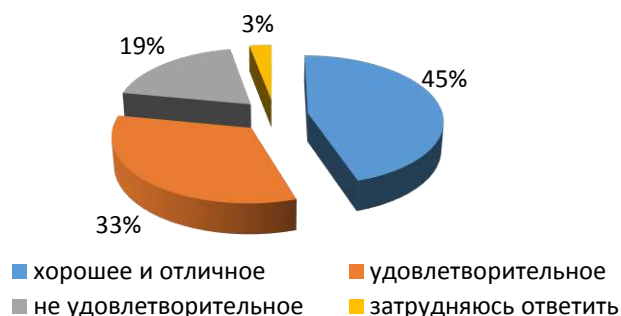


Рисунок 5 – Оценка респондентов о качестве десертов, реализуемых в торговой сети г. Орла

В целом проанализировав результаты опроса, можно сделать вывод, что, во-первых, большинство потребителей знакомо с ассортиментом десертов. Во-вторых, значительная часть анкетированных является активными потребителями подобных продуктов. В-третьих, потребитель, делая свой выбор в пользу продукта, ориентируется на следующие основные критерии: хорошие вкусовые качества, продукт должен относиться к категории здо-

ровой пищи, быть натуральным и комфортным в потреблении. В-четвертых, главным критерием выбора для потребителей является качество в сочетании с низкой ценой продукта. В-пятых, население города Орла не удовлетворено существующим ассортиментом десертов, что связано в том числе и с высокой их ценой.

Следовательно, разработка новых десертов с использованием продуктов пчеловодства, является актуальной задачей.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РК В СООТВЕТСТВИИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ КАЗАХСТАНА

*Шайзаданова Гульнар Сейтбеккызы*

*магистрант 2 курса, Алматинский технологический университет, г. Алматы*

*Сабитова Алима Мукышевна*

*кандидат технических наук, и.о.доцента, Алматинский технологический университет, г. Алматы*

### *PLANNING OF OVERALLS FOR RESCUERS OF MES MEASURES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN ACCORDING THE CLIMATIC TERMS*

*Shayzadanova Gulnar Seytbekkyzy, 2 course master degree student of Almaty Technological University, Almaty city*  
*Sabitova Alima Mukyshevna, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Almaty Technological University, Almaty city*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Рассмотрены особенности климата Республики Казахстан. Проведен анализ условий труда спасателей МЧС РК. Представлен перечень индивидуального снаряжения спасателя или экипировка. Приведены результаты опроса спасателей районного отделения по ЧС. Общими требованиями к спецодежде являются: подбор "дышащих" тканей, сочетание свободного кроя с хорошим облеганием фигуры, удобное и доступное расположение всех деталей и их функциональное сочетание.*

#### **ABSTRACT**

*The features of climate of Republic of Kazakhstan are considered. The analysis of working conditions of the rescue of the Ministry for emergency situations of the Republic of Kazakhstan. The list of individual rescue equipment of rescuer. The results of the survey of rescuers District Branch of the emergency situations. General requirements for protective clothing are: the selection of "breathable" fabrics, the combination of free cut with good secure package shape, convenient and accessible location of all the details and their functional combination.*

*Ключевые слова: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан; спецодежда; индивидуальное снаряжение; климат; чрезвычайные ситуации; категории; экипировка; факторы; защитное снаряжение; аварийно-спасательные работы.*

*Keywords: Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan; overalls; individual equipment; climate; emergency situations; category; equipment; factors; protective equipment; wrecking.*

Климат на земле становится все более неустойчивым. Волны жары, наводнения, штормовые ветра, резкие выпадения осадков в виде снега или ливневого дождя становятся его основными характеристиками и являются последствием глобального изменения климата. Все это приводит к чрезвычайным ситуациям природного характера.

Республика Казахстан расположена на северо-западе Азии в пределах 47–870 в.д. и 41–550 с.ш. Площадь территории составляет 2 млн. 724,9 тыс. км<sup>2</sup>. Большую часть территории страны представляют пустыни - 44% и полупустыни - 14%. Степи занимают - 26% территории Казахстана, леса - 5,5%. По рельефу, на горную часть приходится до 30% территории республики, на равнинную - более 70%.

Отличительными чертами климата Республики Казахстан являются его резкая континентальность и засушливость. С этим связана большая неустойчивость ежегодных погодных условий на территории республики. Влаж-

ные годы нередко сменяются резко засушливыми периодами с интенсивными вспышками засух и суховеев. На большей части Казахстана наблюдаются сильные ветры, вызывающие снежные и пыльные бури и неравномерное залегание снежного покрова на почве. В горах в теплое время года отмечаются интенсивные ливневые дожди, вызывающие наводнения и селевые паводки, опасные для промышленных сооружений, населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий. Водность рек колеблется в больших пределах, что связано с неустойчивым режимом осадков [1].

Средняя температура января - от -19°C (на севере) до -2 °C (на юге), средняя температура июля соответственно - от +19°C до +28°C. Лето в стране повсеместно жаркое и засушливое. Температура может достигать +40–45°C (в городе Туркестан Южно-Казахстанской области максимум зарегистрирован +49°C). Зима в стране ясная и холодная, температура может достигать -40... -50°C (в городе Атбасар Акмолинской области минимальная температура воздуха зарегистрирована -57°C).

В республике четко выражены четыре времени года: лето, осень, зима, весна. Зимой властвуют сильные морозы. Летом господствуют тропические воздушные массы, формирующиеся над Казахстаном и Средней Азией. Для всей республики характерно большое колебание температур, как суточной, так и годовой. Амплитуда летних и зимних температур усиливает континентальность климата.

Таким образом, к особенностям климата, характеризующим его континентальность, относятся: большая амплитуда между зимними и летними температурами, сухость воздуха, незначительное количество атмосферных осадков на большей части республики, продолжительная суровая зима и короткое лето на севере и короткая зима и продолжительное жаркое лето на юге.

Перечень, частота и масштабы стихийных бедствий, а также техногенных катастроф в любом регионе мира определяются особенностями климата и экономическими условиями соответствующих территорий, а также степенью антропогенного воздействия на окружающую среду.

В Казахстане возникновение стихийных бедствий или чрезвычайных ситуаций природного характера связаны со следующими природными явлениями [2]: землетрясения, весенние половодья и паводки, сели, снежные лавины, обвалы и оползни, сгоннонагонные явления на Каспийском море, опасные метеорологические явления, засухи, продолжительные атмосферные осадки, сильные ветры и метели, резкие понижения температуры воздуха, заморозки в приземном слое атмосферы и на почве в период вегетации растений, сильные и продолжительные морозы, гололедные явления и налипания мокрого снега, туманы, пыльные бури, лесные (степные) пожары, эпидемические заболевания людей, эпизоотии, паразитарные и зоонозные заболевания животных и эпифитотии.

Возникновение природных и техногенных ЧС регионального и местного масштабов в республике обусловлено главным образом 8 источниками природного и 7 ис-

точниками техногенного характера. Повторяемость проявления природных источников составляет 72 %, техногенных — 18 %.

Наиболее частыми причинами ЧС являются: весенние половодья и дождевые паводки — 29,4 %; опасные метеорологические явления (ураганы, сильный ветер, град, экстремально низкие температуры воздуха, сильные снегопады, сильные метели) — 13,5 %; эпидемические и особо опасные инфекционные заболевания людей — 13,1 %; пожары и взрывы на производствах — 8 %; пожары и взрывы газа в бытовом секторе — 6,6 % [3]. Глобальные стихийные бедствия в республике случаются крайне редко.

Перечень, частота и масштабы стихийных бедствий, а также техногенных катастроф в любом регионе мира определяются природными и экономическими условиями соответствующих территорий, а также степенью антропогенного воздействия на окружающую среду.

Вследствие этого, вопросам обеспечения безопасности персонала аварийно-спасательных формирований Министерства по чрезвычайным ситуациям при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера всегда уделяется особое внимание. Один из важных аспектов этой задачи заключается в соответствии средств индивидуальной защиты спасателей, и в частности специальной одежды и снаряжения, условиям проведения спасательных работ [4], [5].

Одним из эффективных средств обеспечения высокой работоспособностью спасателя и сохранения его здоровья является правильное использование индивидуального снаряжения, в том числе рациональных типов специальной защитной одежды, которая должна соответствовать условиям выполнения и степени тяжести этих работ и защищать его от вредных и опасных поражающих факторов.

Перечень индивидуального снаряжения спасателя или экипировка существующей в настоящее время спецодежды представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Индивидуальное снаряжение спасателя или экипировка

Один из главных вопросов, решаемых при создании защитной одежды, является правильный, оптимальный выбор тканей с учетом производственных факторов. Применяемые материалы и места соединений деталей одежды должны обладать устойчивостью к истиранию, к светопогоде, к многократным изгибам, растяжению-сжатию, к агрессивным средам. Обладать хорошей воздухопроницаемостью и гигроскопичностью.

В процессе труда возможны механические повреждения отдельных частей тела, особенно рук, ног, лица, головы, инструментом, падающими предметами, движущимися машинами и механизмами. Предлагаемая в настоящее время спецодежда, не всегда соответствует требованиям предъявляемыми условиями труда. В связи с этим, созрела необходимость решения новых задач в проектировании спецодежды для спасателей Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан, которые должны обеспечить максимальную защиту спасателей от вредных производственных факторов учитывая особенности условий труда.

Одежда для спасателей МЧС РК - это средство индивидуальной защиты и новый вид спецодежды, которая появляется на стыке различных видов деятельности. Но в

тоже время необходимо учитывать, что специализированные средства индивидуальной защиты применяются для ЧС, связанных с пожарами, радиационными заражениями, с авариями на различных объектах, с работами под водой.

Для определения видов спецодежды, которую необходимо создать, проведен опрос 50 сотрудников Районного отдела по ЧС РК. Результаты показали, что респонденты хотят комплект спецодежды состоящий из куртки, брюк и футболки (рисунок 2, а), с головным убором (66%), синего цвета (рисунок 2, б), с карманами на линии бедер (66%), на линии груди (44%), прямоугольные с косой линией входа (84%), с застежкой на пуговицы и тесьму-молнию (рисунок 3, а). Основным фактор износа спецодежды - разрывы (рисунок 3, б). 58% респондентам существующая спецодежда по покрою нравится, но по качеству и свойствам ткани (90%), а так же по долговечности (90%) - не удовлетворяет. В качестве пожелания в повышении качества спецодежды, были отмечены улучшить качество ткани (66%) и качество пошива (44%), а так же добавить дополнительные детали - карманы, накладки, разработать широкий пояс.

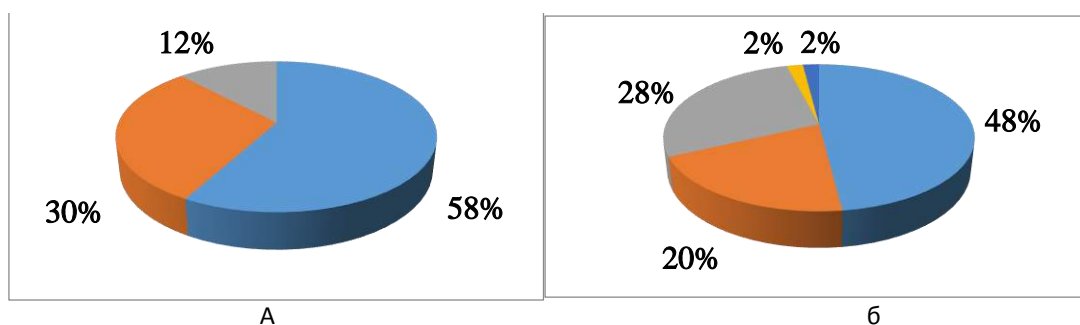


Рисунок 2. Форма (а) и цвет (б) спецодежды

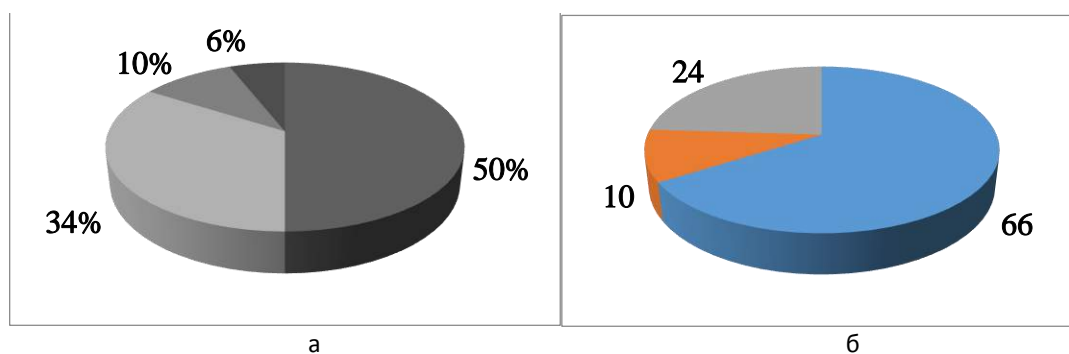


Рисунок 3. Тип застежки (а) и основной фактор износа (б) спецодежды

Один из главных вопросов, решаемых при создании защитной одежды, является правильный, оптимальный выбор тканей с учетом производственных факторов. Применяемые материалы и места соединений деталей одежды должны обладать устойчивостью к истиранию, к светопогоде, к многократным изгибам, растяжению-сжатию, к агрессивным средам. Обладать хорошей воздухопроницаемостью и гигроскопичностью.

Таким образом, в работе по созданию специальной защитной одежды необходимо исходить из того, что защитная одежда для спасателей - это не одежда в бытовом понимании или даже в профессиональном по некоторым профессиям (полиция, таможня, железнодорожники и

др.), а снаряжение, защитное снаряжение. По сути, защитная одежда ближе к таким видам снаряжения, как например, страховочные пояса, специальные кошки, веревки и т.д., чем к обычной одежде. Каска или средство индивидуальной защиты головы относится именно к снаряжению.

Список литературы

1. Климат Казахстана / Под ред. Утешева А.С. – Л.: Гидрометеорологи-ческое изд-во, 1959. – С.3.
2. План подготовленности Казахстана к природным катастрофам. Проект Правительства РК и ПРООН. Алматы, 2000. 306 с.

3. Плеханов П.А. Закономерности чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Казахстане. Гидрометеорология и экология в Казахстане. Алматы. 2004(№3). - С. 120-133
4. Одинцов Л.Г. Требования к защитной одежде спасателей МЧС России и разработка программы по ее созданию / Л.Г.Одинцов // ВИНТИ-2000. - №3.
5. Одинцов Л.Г. Средства индивидуальной защиты спасателей МЧС России / Л.Г.Одинцов // Производство. Технология. Экология. ПРОТЭК-2001: сб. труд, МНПК. М.: «Станкин», 2001. - С.380-390.
6. Казахстанский военный сайт - режим доступа: [http://military-kz.ucoz.org/index/vojska\\_mchs\\_rk/0-15](http://military-kz.ucoz.org/index/vojska_mchs_rk/0-15)

## ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСТНИЧНОГО МАРША МОНОЛИТНО-КАРКАСНОГО ЖИЛОГО ДОМА

**Шувалов Никита Андреевич**

аспирант, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

**Малютин Виктор Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

STUDY AND EVALUATION OF TECHNICAL STATE CONSTRUCTION FLIGHT OF STAIRS MONOLITHIC FRAME DWELLING HOUSE

Nikita Shuvalov, graduate student, South Ural State University, Chelyabinsk

Victor Malutin, Ph.D., assistant Professor, South Ural State University, Chelyabinsk

### АННОТАЦИЯ

Исследованы дефекты конструкции монолитного лестничного марша, определены статистические показатели прочности бетона. Выполнены поверочные расчеты несущей способности. Разработаны рекомендации по усилению конструкции.

### ABSTRACT

Studied design defects monolithic staircases, defined statistical indicators of concrete strength. Calibration calculations performed bearing capacity. Recommendations to strengthen the structure.

Ключевые слова: обследование зданий и сооружений, зимнее бетонирование, контроль качества.

Keywords: inspection of buildings and structures, winter concreting, quality control.

Установлено, что в результате несоблюдения технологии проведения монолитных работ, в частности мероприятий связанных с зимним бетонированием, конструкция лестничного марша 8 этажа монолитно-каркасного жилого дома, расположенного в Тракторозаводском районе г. Челябинска, выполнена с отклонениями от требований проектной документации, а также требований нормативных документов [2],[3].

Целью научно-исследовательской работы являлось обследование состояния конструкции, определение количественных и качественных показателей отклонений,

оценка возможности дальнейшей эксплуатации, а также разработка рекомендаций по усилению с учетом обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик монолитной конструкции.

Дефекты в исследуемом лестничном марше носят следующий характер:

- поверхностное подмораживание по наружному краю и в зоне примыкания к лифтовой шахте
- недоуплотнение бетона в опорной части марша на отм. +20,25 м.

Таблица 1

Результаты измерения прочности бетона лестничных маршей 8го этажа в осях (Зс-4с)(Ес-Кс) секции 18.2 в отм. +20,25...+23,15 м

точки за-мера	Эскиз конструкции, элемента	Прочность (МПа) в точках простукивания										ΣRi., МПа	R̄, МПа
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
		38	34	35	28	31	16	31	20	-	-		
11		18	13	16	28	28	12	13	20	25	22	256	19,7
		17	18	26	-	-	-	-	-	-	-		
12		13	12	17	18	14	15	16	17	14	15	184	15,3
		16	17	-	-	-	-	-	-	-	-		
13'		38	33	32	26	23	23	27	30	29	28	463	28,9
		17	22	22	24	39	37	-	-	-	-		
14		25	23	30	31	23	24	34	32	29	29	429	28,6
		29	30	28	29	34	-	-	-	-	-		
15		29	32	38	26	21	23	34	25	28	29	443	29,5
		9	1	1	7	0							

В ходе работы использовался метод неразрушающего контроля, а также метод частичного разрушения. Статическая обработка результатов замера прочности произведена в соответствии с требованиями нормативной документации и сведена в Таблицу 1, Таблицу 2. На

основании этих данных построена гистограмма и кривая нормального распределения прочности бетона в лестничном марше (Рисунок 1).

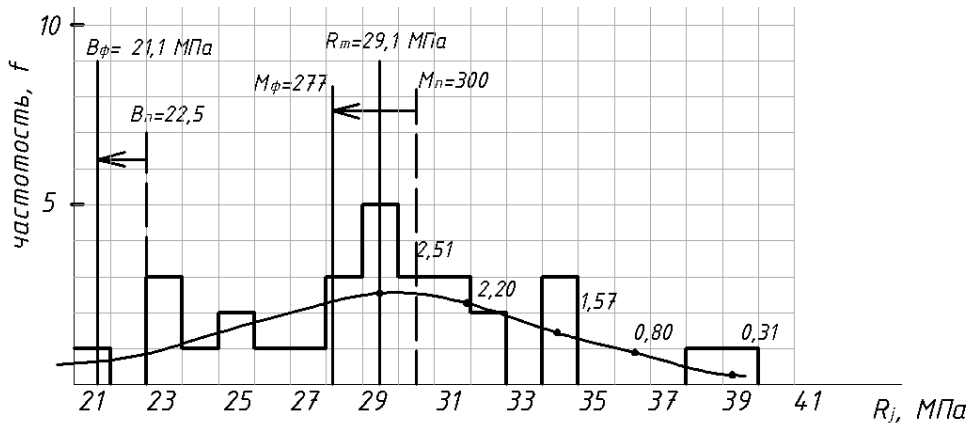


Рисунок 1. Гистограмма и кривая нормального распределения прочности бетона в лестничном марше в отм. +20,25 м...21,70 м. 8-го этажа в осях (Зс-4с)(Ес-Кс) секции 18.2

Таблица 2

Стат. показатели прочности бетона лестничного марша в отм. +20,25...21,70 м 8-го этажа в осях (Зс-4с) (Ес-Кс) секции 18.2

№ п/п	Rj МПа	fj	Rj*fj МПа	Rm	Δ МПа	Δ <sup>2</sup>	Δ <sup>2</sup> * fj	S <sub>m</sub> МПа	V, %	B <sub>факт</sub> МПа	M <sub>факт</sub> кг/см <sup>2</sup>
1	21	1	21	$\frac{872}{30} = 29,1$	8,1	65,6	65,6	$\left(\frac{533,7}{29} + \frac{2,91^2}{2}\right)^{0,5} = (18,4 + 4,23)^{0,5} = 4,76$	$\frac{4,76 \cdot 100}{29,1} = 16,3$	29,1-1,68*4,76=21,1	277
2	23	3	69		6,1	37,2	111,6				
3	24	1	24		5,1	26,0	26,0				
4	25	2	50		4,1	16,8	33,6				
5	26	1	26		3,1	9,6	9,6				
6	27	1	27		2,1	4,4	4,4				
7	28	3	84		1,1	1,2	3,6				
8	29	5	145		0,1	0,01	0,1				
9	30	3	90		0,9	0,81	2,4				
10	31	3	93		1,9	3,6	10,8				
11	32	2	64		2,9	8,4	16,8				
12	34	3	102		4,9	24,0	72,0				
13	38	1	38		8,9	79,2	79,2				
14	39	1	39		9,9	98,0	98,0				
	30		872				533,7				



Рисунок 2. Марш 8го этажа в осях Зс-4с/Ес-Кс секции 18.2 на отм. +20,25



Рисунок 3. Марш 8го этажа в осях 3с-4с/Ес-Кс секции 18.2 в отм. +20,25...21,70

После определения статистических показателей прочности бетона лестничного марша была определена вероятность попадания прочности в зону  $\leq 22,5$  МПа (проектное значение):

$$\Phi_{(x=-1,3886)} = 0,083 \cdot 100 \approx 8,3\% \quad (1)$$

А также определена мера увеличения вероятности попадания прочности в зону  $\leq 22,5$  МПа:

$$\frac{\Phi_{(x=-1,3886)}}{\Phi_{(x=-1,64)}} = \frac{8,3}{5,0} = 1,66 \quad (2)$$

Таким образом, сделан вывод, что каждый 12-ый результат измерения прочности будет в зоне  $< 22,5$  МПа (проектное значение), остальные – в зоне  $\geq 22,5$  МПа. Общий размах прочности бетона  $W=18$  МПа,  $R_m=29,1$  МПа, коэффициент вариации  $V=16,3\% \approx 16,0\%$  (допуск), фактические класс и марку по прочности  $V_f=21,1$  МПа и  $M_{факт}=277$  кгс/см<sup>2</sup>, а также вышеуказанные значительные, но ремонтпригодные дефекты. По отдельным параметрам, конструкция не соответствует требованиям проекта – поэтому необходимо выполнить поверочный расчет несущей способности.

После определения статистических показателей прочности бетона лестничного марша был осуществлен сбор нагрузок с учетом коэффициента надежности, определены внутренние усилия. В качестве расчетной схемы принята балка с защемленными опорами длиной в проекции – 3м. Применительно к данной конструкции определено, что при разрушении марш перемещается вертикально с образованием наклонных трещин в зоне его опирания.

В таком случаи поперечная сила равна:

$$Q = \frac{q_l}{2} = \frac{1,2 \cdot 1,176 \cdot 3}{2} = 2,117 \text{ тс.} \quad (3)$$

Далее рассмотрены несколько пограничных среднестатистических показателей прочности бетона, в следствии чего установлено, что при прочности бетона В 12 (без учета дефектов) предельное усилие составляет:

$$Q_{b1} = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 6,4 \cdot 120 \cdot 14,5 = 5,57 \text{ тс} \quad (4)$$

, где

$$R_{bt} = 7/10,9 = 0,64 \text{ МПа} = 6,4 \text{ кгс/см}^2. \quad (5)$$

Условие выполняется и прочность обеспечена. При более высокой прочности бетона (без учета дефектов): с ростом В (класса) увеличивается  $R_{bt}$  и уменьшается  $\phi_n$ , поэтому прочность будет также обеспечена.

В связи с тем, что у конструкции лестничного марша имеются дефекты в нижней опорной части, в ходе работы также определена несущая способность лестничного маршей на изгиб с учетом дефектов

Дефекты выявлены в виде раковин на нижней опоре и обнажения арматуры (отсутствия защитного слоя) (Рисунок 4).

Прочность на изгиб с учетом раковин средней глубиной  $h=40$  мм на опорах ( $R_b=150 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ ):

$$M_{оп}^{пред} = b_x \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b (h_0 - 0,5x) = 40 \cdot 5,6 \cdot 0,9 \cdot 150 (10,5 - 0,5 \cdot 5,6) = 2,32 \text{ тс} \cdot \text{м}; \quad (6)$$

Условие  $M_{оп}^{пред} = 2,32 > 1,06$  тс · м выполняется.

Прочность на поперечную силу с учётом раковин:

$$Q_{b1} = 0,5 R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 11 \cdot 40 \cdot 10,5 = 2,31 \text{ тс} > 2,117 \text{ тс.} \quad (7)$$

Прочность обеспечивается, но для гарантии необходимо усиление нижней опоры по схеме 1 (Рисунок 5).

Схема 1

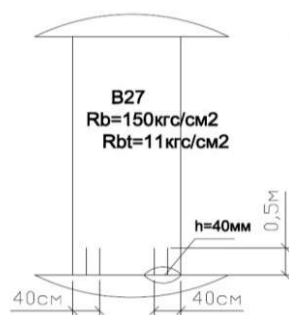


Рисунок 4. Схема повреждений в конструкции лестничного марша

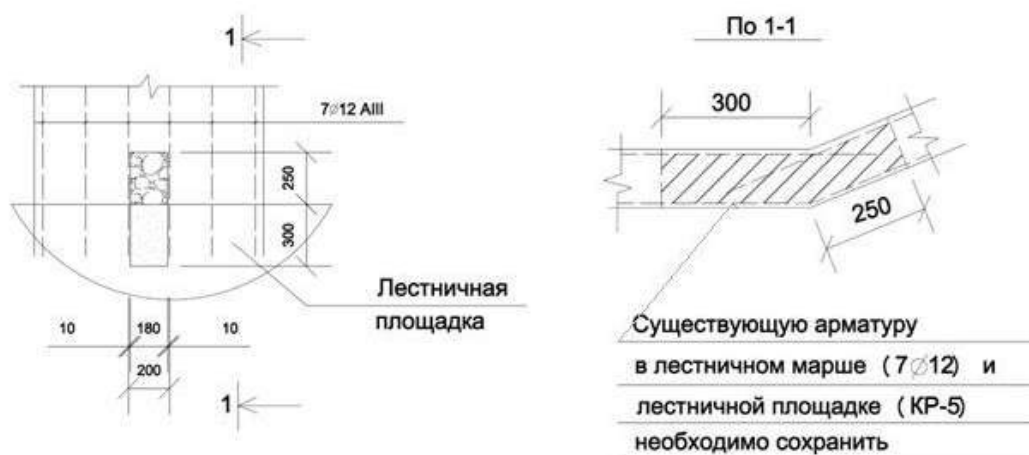


Рисунок 5. Схема усиления лестничного марша

Далее выполнен расчет несущей способности лестничных маршей с учетом усилением КУ-1 (Рисунок 6). В ходе расчета определено, что прочность как на изгиб, так и на поперечную силу обеспечена

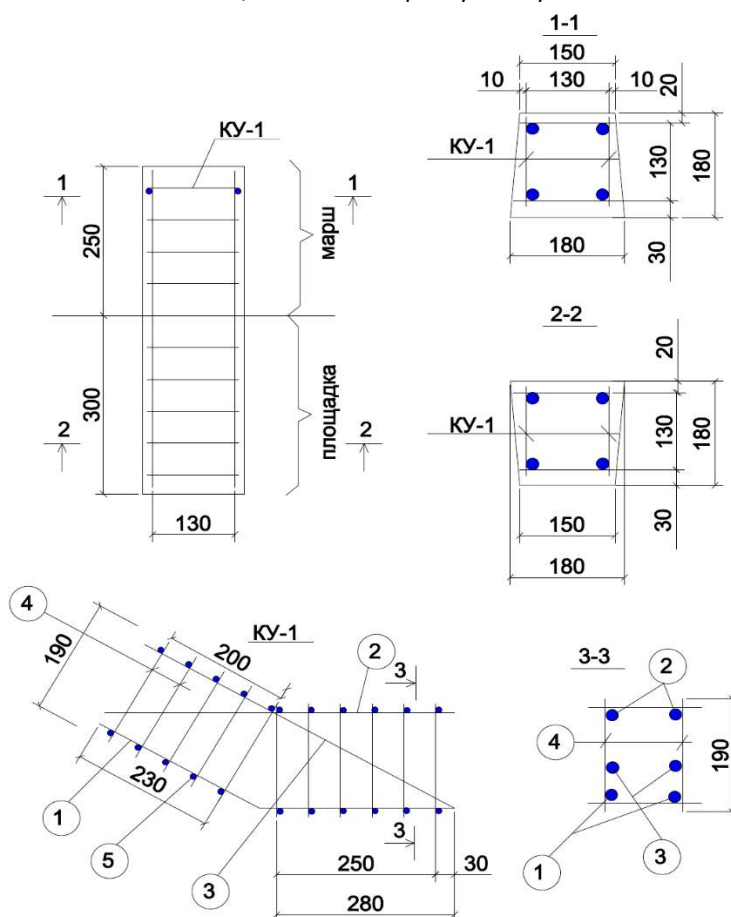


Рисунок 6. Конструкция элементов усиления лестниц

Примечание: КУ-1 каркас, объемный сварной; п.1,2и3 -  $\phi 14 \div 18$  мм; П.4 и 5 -  $\phi 10$  AIII. п.1 – гнутый

В выводах к данной работе можно сказать следующее: конструкция лестничного марша имеет достаточную несущую способность, за исключением нижнего участка опирания, в котором разработано соответствующее усиление, а также текущий ремонт.

В качестве дополнительных рекомендаций, хотелось бы отметить, что подготовленность к зимнему бетонированию подрядной организации, выполнившей данные работы, не соответствует требуемой, качество бетонной смеси, поступающей на объект, в части применения противоморозных добавок – не соответствует требуемой.

#### Литература

1. Байбурин А.Х., Головнев С.Г. Качество и безопасность строительных технологий: Монография. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.
2. ГОСТ 7473-2010. Смеси бетонные. Технические условия. – М., 2012.
3. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87: – М., Издательство станлартов, 2012. – 282 с.



## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБУЧЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Скрыпников Алексей Васильевич**

*доктор техн. наук, профессор, Воронежский Государственный Университет, Инженерных Технологий, г. Воронеж*

**Чернышова Елена Владимировна**

*Аспирант, Воронежский Государственный Университет, Инженерных Технологий, г. Воронеж*

**Смирнова Ольга Олеговна**

*Студент, Воронежский Государственный Университет, Инженерных Технологий, г. Воронеж*

### DEVELOPMENT OF ALGORITHMS OF TRAINING AND RECOGNITION FROM THE POINT OF VIEW OF INCREASE OF INFORMATION SECURITY

*Skrypnikov Alexey Vasilyevich, Doctor of Engineering, professor, Voronezh State University Engineering Technologies Voronezh*

*Chernyshova Elena Vladimirovna, graduate student, Voronezh State University Engineering Technologies, Voronezh*

*Smirnova Olga Olegovna, student, Voronezh State University Engineering Technologies, Voronezh*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассматриваются общие вопросы защиты информации в автоматизированных системах обработки и распознавания данных, предмет и объекты защиты информации, задачи защиты информации в автоматизированных системах обработки и распознавания данных. Рассмотрены типы преднамеренных угроз безопасности и методы защиты информации в автоматизированных системах обработки данных. Рассмотрены принципы обеспечения информационной безопасности.*

#### ABSTRACT

*The general questions of information security in the automated systems of processing and recognition of data are considered, the subject and objects are sewn up information, problems of information security in the automated systems of processing and recognition of data. Types of deliberate threats to security and methods of information security in the automated systems of data processing are considered. The principles of ensuring information security are considered.*

*Ключевые слова: распознавание, целостность, конфиденциальность, доступность.*

*Keywords: recognition, integrity, confidentiality, availability.*

Информационная безопасность, как и защита информации, задача комплексная, направленная на обеспечение безопасности, реализуемая внедрением системы безопасности. Проблема защиты информации является многоплановой и комплексной и охватывает ряд важных задач. Проблемы информационной безопасности постоянно усугубляются процессами проникновения во все сферы общества технических средств обработки и передачи данных и, прежде всего, вычислительных систем.

На сегодняшний день сформулировано три базовых принципа, которые должна обеспечивать информационная безопасность:

1. Целостность данных — защита от сбоев, ведущих к потере информации, а также защита от неавторизованного создания или уничтожения данных;
2. Конфиденциальность информации;
3. Доступность информации для всех авторизованных пользователей.

При разработке компьютерных систем, выход из строя или ошибки, в работе которых могут привести к тяжелым последствиям, вопросы компьютерной безопасности становятся первоочередными. Известно много мер, направленных на обеспечение компьютерной безопасности, основными среди них являются технические, организационные и правовые.

Обеспечение безопасности информации — дорогое дело, и не только из-за затрат на закупку или установку средств защиты, но также из-за того, что трудно квалифицированно определить границы разумной безопасности и

обеспечить соответствующее поддержание системы в работоспособном состоянии. Средства защиты информации нельзя проектировать, покупать или устанавливать до тех пор, пока не произведен соответствующий анализ.

В настоящее время, проблема обработки изображения, расшифровки, анализа и распознавания является одной из основных проблем, решаемых в различных областях научных и прикладных исследований, а так же при разработке систем диагностики, тестирования и управления в промышленности. Автоматизация решения этих проблем — одна из основных задач. Существует множество вариантов решения этих задач, приведем некоторые из них:

1. Алгоритм скелетизации.

Это метод распознавания одинарных бинарных образов, основанный на посторенные скелетов и выделения из них ребер и узлов. По их соотношению и числу строится таблица соответствия образам.

2. Нейросетевые структуры.

Нейросети дают интересный результат, за счет своей нелинейной структуры, но нейроны требуют большую вычислительную мощность, которая обычно отсутствует на простых мобильных платформах.

3. Инвариантные числа.

Из геометрии образов можно выделить некоторые числа, инвариантные относительно размера и поворота образов, из которых можно составить таблицу соответствия чисел конкретному образу.

4. Поточечное процентное сравнение с эталоном.

В данном виде осуществляется сравнение с заготовленной базой эталонов изображений – если совпадение превышает отметки, образ считается распознанным.

Работа алгоритмов обучения сводится к формированию синтермов, а также по строению эталонного дерева  $D_0$  и программы коррекции. Очевидно, что настройка алгоритмов обучения на распознавание других объектов заключается в замене одних синтермов на другие и в частичном изменении конфигурации  $D_0$ .

Работа алгоритмов распознавания состоит:

1. В выведении на дискретном растре точек  $x \in X$ ;
2. В обследовании изображения апертурой и в идентификации окрестности каждой точки  $M_x$ ;
3. В автоматическом выведении множества  $\Psi$  – признаков;
4. В последовательном принятии решения по правилам, предписываемым  $D_0$ .

Первые два уровня распознавания, приведенные выше, просты и не требуют пояснения, остановимся на третьем и четвертом.

Для автоматического выделения множества  $\Psi$  – признаков:

1. Воспользуемся предположением о том, что любой  $\eta$  – мерный процесс может быть представлен из нее менее, чем  $\eta$  одномерных процессов с памятью. Согласно этому, третий уровень распознавания можно представить блок-схемой. На вход а преобразователя поступают элементы  $v \in V^0$ ,  $\eta = \overline{1, p}$ , а на вход «в» элементы  $z_j \in Z$ ,  $j = \overline{1, p}$ ,  $e \ll p$ , образующие предысторию процесса распознавания.
2. На каждой паре  $v_\eta, z_j$  зададим преобразование вида:

$$P_1 = \overline{v_\eta} * z_j, \left( \begin{array}{l} \overline{\omega_{i+4}} * \omega_i, i = \overline{1, 4} \\ \overline{\omega_{i-4}} * \omega_i, i = \overline{5, 8} \end{array} \right), \quad (1)$$

$$P_2 = v_\eta * \overline{z_j}, \left( \begin{array}{l} \omega_{i+4} * \overline{\omega_i}, i = \overline{1, 4} \\ \omega_{i-4} * \overline{\omega_i}, i = \overline{5, 8} \end{array} \right), \quad (2)$$

$$P_3 = v_\eta * z_j, \left( \begin{array}{l} \omega_{i+4} * \omega_i, i = \overline{1, 4} \\ \omega_{i-4} * \omega_i, i = \overline{5, 8} \end{array} \right), \quad (3)$$

$$P_4 = (P_3)^{t_q} V (z'_j)^{t_{q-1}} = (P_3)^{t_q} V (e_j)^{t_{q-1}}, \quad (4)$$

где:  $e_j = \bigvee_{q=1}^Q (P_3)^{t_q}, v_\eta * z'_j = \bigwedge_{i=1}^8 \omega_i$ .

$P_1, P_2$  служат для образования предыстории процесса последовательного разложения графа  $\overline{G^0}(V^0)$ ,  $P_3$  – для выделения из графа элементарного  $\omega_j$  – ориентированного ребра  $E(a_i, a_{i+1})$ , а  $P_4$  для формирования участков постоянной кривизны (множества  $\Psi$  – признаков).

Преобразователь выделяет множество  $\Psi$  – признаков, формирует последовательность  $f_c$  и управляет предысторией процесса распознавания.

Четвертый уровень распознавания:

1. Сопоставляет, согласно, каждому текущему символу  $\Psi \in f_c$  в зависимости от состояния активности  $D_0$ , один из символов  $t^k \in T$ . В описании на первом

месте может присутствовать любая из конечных вершин с  $f(a) = 2$ , на втором месте – любой ориентированный отрезок прямой, кроме горизонтали, на третьем – любая из вершин с  $f(a) \geq 3$ , на четвертом – все, кроме вертикали и т.д.

2. Управляет активностью  $D_0$ . Здесь каждому его состоянию сопоставляется подмножество альтернативных синтермов  $T_A$ . Принятие решения сопровождается направленным движением по дереву и сравнением текущего  $t^k \in T$  с  $T_A$ . Совпадение ( $t^k \oplus t_A^i = 0$ ) вызывает изменение активности дерева и смену  $T_A$ . Указанные правила обладают свойством автоматности.

Это решающее правило имеет вид:

$$F_2(t^k) = \begin{cases} 1, & \text{если } t^k \in T_A, \\ 0, & \text{если } t^k \notin T_A \end{cases} \quad (5)$$

3. При обрыве процесса распознавания вследствие сильной зашумленности изображения включают программу коррекции, состоящую из множества гипотез.

Таким образом, предложенная иерархия описаний позволяет достаточно полно учитывать индивидуальные особенности опознаваемых изображений письменных знаков и не зависит от их изоморфных преобразований.

Эффективность этих описаний во многом определяется рациональным выбором автоматных интерпретаторов, осуществляющих эквивалентные по отношению к опознаваемому изображению преобразования одних описаний в другие. Правила работы таких интерпретаторов, заданные функциями переходов и выходов, определяют, по существу, алгоритмы соответствующих уровней распознавания, а сложность, оцениваемая количеством внутренних состояний, может служить мерой вычислительной сложности алгоритмов распознавания.

#### Список литературы

1. Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Заець О.В. Оценка эффективности системы защиты информации автоматизированной системы проектирования сложных многокомпонентных продуктов. Материалы 5-й научно-практической конференции «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики». Тольятти, 2015г. – с. 31-38.
2. Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Лыжник Е.А. Разграничение доступа к объектам операционной системы. Материалы 5-й научно-практической конференции «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики». Тольятти, 2015г. – с. 39-45.
3. Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Чичасова И.С. Методика построения корпоративной системы защиты информации. Материалы 5-й научно-практической конференции «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики». Тольятти, 2015г. – с. 45-51.

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ, НИТЕВИДНЫХ И ТОЧЕЧНЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ И СЕНСОРНОЙ ТЕХНИКИ

**Соболев Никита Владимирович**

*Студент 3 курса, физико-технического, факультета. Петрозаводский, Государственный Университет, г. Петрозаводск*

**Изотов Юрий Анатольевич**

*Студент 4 курса, физико-технического, факультета. Петрозаводский, Государственный Университет, г. Петрозаводск*

**Тихомиров Александр Андреевич**

*Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электроники и электроэнергетики. Петрозаводский Государственный Университет, г. Петрозаводск*

*DERIVATIZATION AND RESEARCH OF THIN-FILM, WHISKER AND ZERO-DIMENSIONAL NANOSTRUCTURE BASED ON OXIDE AND COMPOSITE MATERIALS FOR APPLICATIONS OF ELECTRONIC AND SENSOR TECHNOLOGY.*

*Sobolev Nikita, 3rd year student, Physics and Technology, faculty. Petrozavodsk, State University, Petrozavodsk.*

*Izotov Yuri, 4rd year student, Physics and Technology, faculty. Petrozavodsk, State University, Petrozavodsk.*

*Tihomirov Alexander, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor department of electronics and electricity.*

### АННОТАЦИЯ

*Цель нашей работы - получение и исследование тонкопленочных, нитевидных и точечных наноструктур на основе оксидных и композиционных материалов. Метод получения наноструктур основан на использовании эрозионного разряда между материалами. Результатом этого метода стало получение порошка «Карбида-Молибдена». Из полученного результата можно сделать вывод, что данный способ можно применять на практике для получения тонкопленочных, нитевидных и точечных наноструктур на основе оксидных и композиционных материалов.*

### ABSTRACT

*The core goal of our research work is producing and analyzing thin-filmed filiform nanostructures on the base of oxidation and composite materials. The method of producing nanostructures is based on use of erosion discharge between the materials. The result of this method is producing the "Carbide-Molibdenum" powder. Basing on the results achieved we can make the conclusion that the method coerced above can be put into practice for producing thin-filmed filiform nanostructures on the base of oxidation and composite materials.*

*Ключевые слова: Эрозионный разряд, наноструктуры.*

*Key Word: Erosion discharge, nanostructure.*

Методы получения наноструктур на основе электрического разряда имеют значительные перспективы [1]. Применения электроэрозионного разряда имеет ряд значительных преимуществ, таких как энергоэффективность, качество процесса [2,3].

Использование микросекундного диапазона импульсов в электроэрозионном разряде приводит к существенному уменьшению частиц порошка.

Целью работы являлось получение и исследование порошков эрозионного разряда.

Для получения импульсов использовались IGBT-транзисторы, так как их характеристики позволяют коммутировать импульсы высокой частоты (порядка десятков килогерц) и в зависимости от задачи собирать транзисторы последовательно или параллельно в составной коммутатор.

Генератор импульсов построен на базе микроконтроллера PIC16F877A компании Microchip. Микроконтроллер питается от интегрального стабилизатора КРЕН5А, который стабилизирует входное напряжение до 5в. В качестве задающего генератора для микроконтроллера использован кварц тактовой частоты 20 МГц. Генератор импульсов позволяет вырабатывать управляющие прямоугольные импульсы амплитудой 5 вольт, длительностью от 1 мкс до 10 секунд, с частотой до 10 кГц. Сигнал с микроконтроллера поступает на шестиамперный быстрый

(фронт 25 нс на нагрузку 2500 пФ) драйвер МАХ4420. Драйвер используется для быстрого заряда затворной ёмкости полевого транзистора VT1 (IRFS4115-7PPbF), который управляет затворами IGBT-транзисторов T2-T5. IGBT-транзисторы подключены параллельно, так как для эрозионного разряда необходим достаточно большой ток (около 600 А). Конденсатор С4 служит для исключения постоянной составляющей тока, резистор R7 – для ограничения тока зарядки затвора VT1 (максимальный выходной ток драйвера - 6 А), R8 – для разрядки затвора после окончания импульса. Для гальванической развязки управляющей и силовой цепей используется трансформатор Tr 1 с ферритным сердечником. Первичная и вторичные обмотки трансформатора Tr1 содержат по 5 витков. Резисторы R9-R12 служат для разрядки затворов, когда транзисторы закрываются. Защитные диод шунтирует выбросы обратной полярности, которые могут возникать при закрытии транзисторов T2, T3, T4, T5 особенно при работе на индуктивную нагрузку. Схема позволяет получать импульсы длительностью от 1 мкс до 10 мкс при частоте до 10 кГц амплитудой до 500 В при токе до 300 А в непрерывном режиме при температуре ключей 40 °С, а в импульсном режиме работы IGBT-транзисторов амплитуда тока доходит до 600А.

Полная схема получения импульсов для электроэрозионного разряда представлена на рисунке 1.

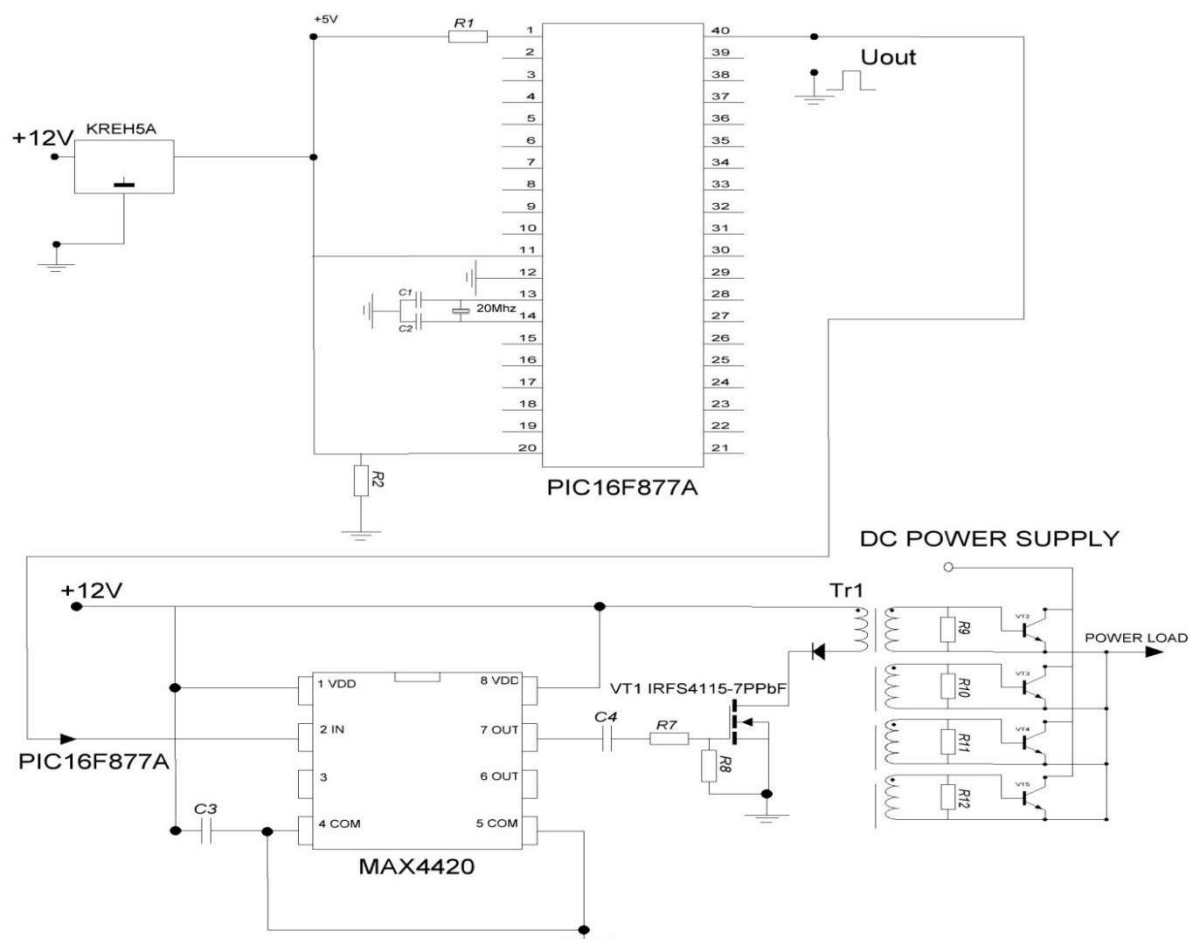


Рисунок 1.Схема получения импульсов для эрозионного разряда.

Фронт импульса с выхода микроконтроллера PIC16F877A представлен на рисунке 3.



Рисунок 2 – Импульс выходного напряжения с выхода микроконтроллера PIC16F877A.

Фронт импульса на затворе IGBT транзисторе представлен на рисунке 3.

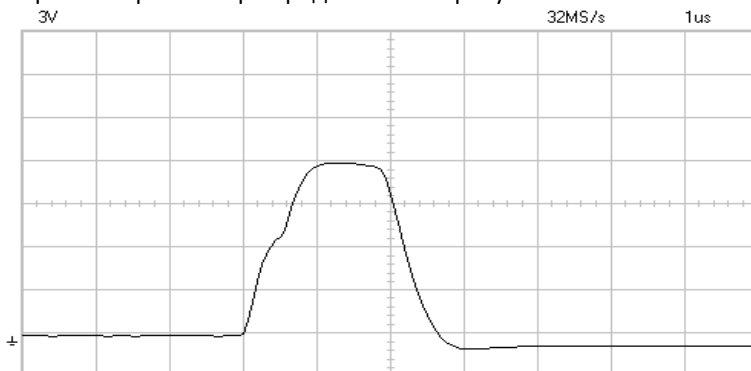


Рисунок 3 – Импульс входного напряжения на затворах IGBT транзисторах.

Из рисунка 3 следует, что уширение импульса происходит практически в 1.5 раза на затворах IGBT транзисторов от импульса на выходе микроконтроллера.

Рабочие электроды для получения металл-углеродных порошков представляют собой графитовый стержень диаметром порядка 6 мм (анод) и молибденовую пластину (катод), которые приводятся в соприкосновение под действием собственного веса графитового стержня. В качестве рабочей жидкости использовалась дистиллированная вода.

В результате действия электроимпульсного разряда в рабочей жидкости образуется взвесь из металл-уг-

леродных структур, плохо выпадающая в осадок. Выделение порошка из жидкой фазы производилось выпариванием в печи при температуре 660 градусов.

Полученные порошки исследовались на сканирующем электронном микроскопе Hitachi SU1510 (рисунок 4).

В значительной степени порошок полученный в электроимпульсном разряде состоит из частиц графита порядка 100 мкм и лежащими на их поверхности сферическими частицами, которые как следует из анализа, представленного на рисунке 5 являются молибденом.

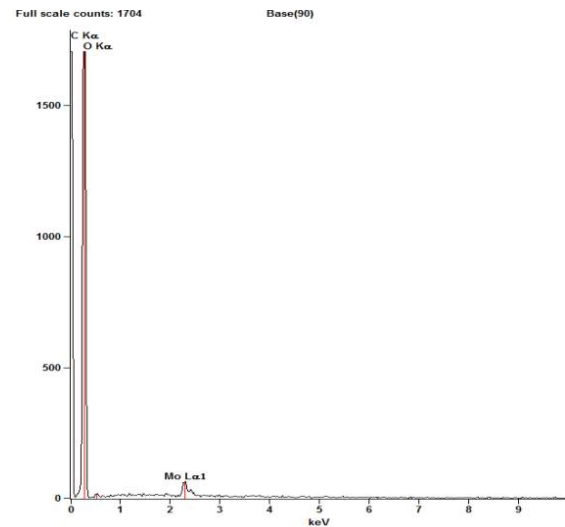
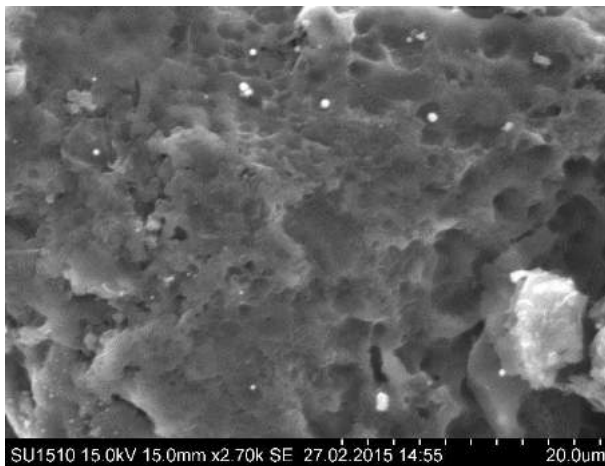


Рисунок 4 – Порошки металл-углеродных структур, полученных электроимпульсным методом.

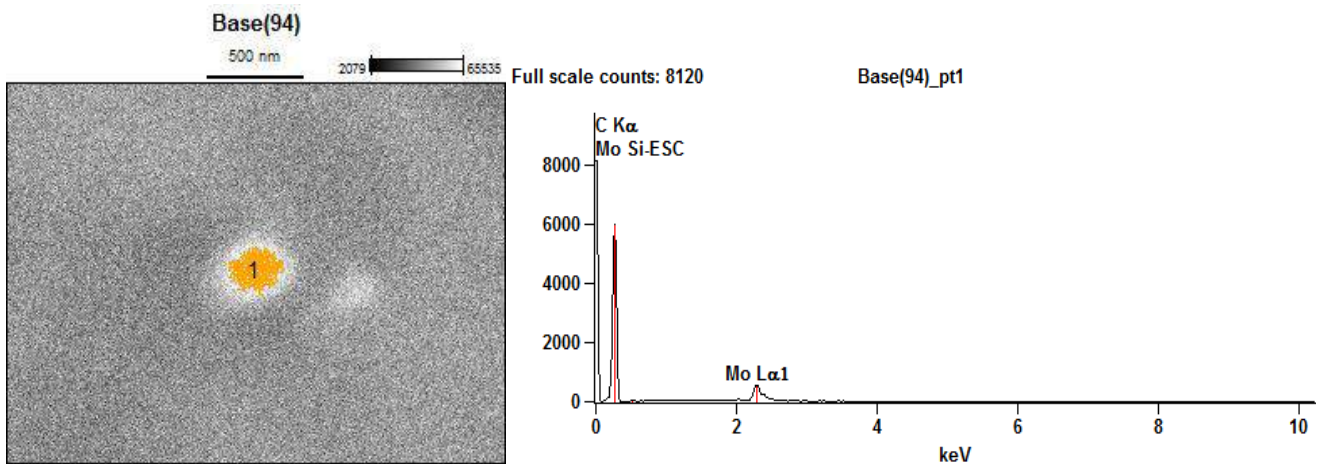


Рисунок 5 – Анализ частиц лежащих на поверхности графита.

В результате проведенных исследований выявлена возможность получения металл-углеродных структур электроимпульсным методом. Структура металл-углеродных порошков достаточно однородна, вместе с тем размер частиц углерода значительно превосходит размеры молибдена, и отличаются по форме. Частицы молибдена имеют сферическую форму и размер порядка несколько сотен нанометров.

#### Список литературы

1. Л.В. Кожитов, И.В. Запороцкова, В.В. Козлов Перспективные наноматериалы на основе углерода // Вестник волгоградского государственного университета. Серия 10 № 4 – 2009, С. 63-85
2. Abu Zaid OA (1997) On the effect of electro-discharge machining parameters on the fatigue life of AISI D6 tool steel. J Mater Process Technol 68 (1): 27-32
3. Ho KH, Newman ST (2003) State of the art electrical discharge machining (EDM). Int J Mach Tool Manufac 43:1287–1300

## ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУНАТУРНОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НАСУЩНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

**Старусев Андрей Викторович**

*кандидат технических наук, Научно-исследовательский испытательный центр, г. Знаменск*

*APPLICATION HALF NATURAL OF THE METHOD OF RESEARCH IN CONDITIONS OF PRESSING NEEDS OF DEVELOPMENT OF THE MODERN SCIENCE*

*Starusev Andrey Viktorovich, Cand.tech.sci., The research test center, Znamensk*

### АННОТАЦИЯ

*Предложен метод, позволяющий применить полунатурное моделирование для оценки обученности операторов автоматизированных рабочих мест (АРМ). Реализация организационно-методических и технических требований к стенду, использующего полунатурное моделирование при решении задач тренировок операторов АРМ, дает возможность обеспечить существенное повышение качества проводимых тренировок и уровня обученности операторов АРМ АСУ, что в целом, будет способствовать эффективному использованию возможностей современных и перспективных АСУ в различных условиях их применения по назначению.*

### THE SUMMARY

*The method, allowing to apply полунатурное modelling for an estimation training operators of the automated workplaces (automated workplace) is offered. Realization organizational-methodical and technical requirements to the stand, using half natural modelling at the decision of problems of trainings of operators of an automated workplace, enables to provide essential improvement of quality of spent trainings and a level training operators of an automated workplace of the management information system, that as a whole, will promote an effective utilization of opportunities of modern and perspective management information systems in various conditions of their application to destination.*

*Ключевые слова: полунатурное моделирование; автоматизированная система управления; автоматизированное рабочее место; уровень обученности; тренировки операторов.*

*Keywords: half natural modelling; the automated control system; the automated workplace; a level training; trainings of operators.*

В современных условиях развития отечественной науки важное место занимает процесс обучения высококвалифицированного персонала для предприятий промышленности. Используя постулаты прошлого и применяя достижения нового времени, определяются перспективные направления в отечественной науке.

В процессе функционирования автоматизированных систем управления (АСУ) главной задачей является обеспечение выполнения задач, стоящих перед АСУ, с наилучшим качеством или с качеством не хуже заданного. Для этого необходимо постоянно повышать профессиональный уровень не только одного оператора, но и слаженность действий всего расчета операторов автоматизированных рабочих мест (АРМ) АСУ. Одной из характерных особенностей современного этапа развития АСУ является широкое использование систем моделирования, которые применяются как для решения задач испытаний и исследований перспективных образцов АСУ, так и для проведения тренировок операторов АРМ этих АСУ.

Понятие «качество выполнения задач» является широким и в каждом конкретном случае представляет функцию многих факторов, влияние которых проявляется случайным образом. Деятельность операторов расчета АРМ, связанная с периодическими измерениями непрерывно меняющихся параметров, может характеризоваться следующими показателями:

- точностью измерения параметра (средняя ошибка измерений);
- среднее время измерения параметра;
- вероятность измерения параметра с заданной точностью за определенный интервал времени  $t$  и т.д.

Деятельность операторов АРМ, характерная для работы с пультовыми органами управления, может характеризоваться следующими показателями:

- среднее количество ошибок при вводе команд управления определенной длины;
- частота возникновения ошибок в наборе команд;
- среднее время ввода управляющих команд различной длины;
- вероятность правильного набора команд и т. д.

Как показывает практика [4, 5], для оценки обученности лиц расчета операторов АРМ чаще всего используются два основных показателя – время решения задач управления и вероятность своевременного и безошибочного решения этих задач. Методы получения данных показателей можно разделить на аналитические, статистические и экспериментальные (полунатурные).

Для аналитических методов обобщенный показатель эффективности деятельности операторов АРМ можно представить в следующем виде:

$$W = \int_{\omega} \varphi(t)P(t)G(t)dt, \quad (1)$$

где  $t$  – время решения оператором задачи управления,  $\varphi(t)$  – плотность распределения вероятности времени решения задачи,  $P(t)$  – вероятность безошибочного решения задачи управления за время  $t$ ,  $G(t)$  – условная эффективность деятельности оператора, когда задача решена правильно за время, не превышающее  $t$ ,  $\omega$  – область изменения случайной величины  $t$ .

Необходимо учитывать, что при ошибочном (неправильном) решении задач управления эффективность деятельности оператора становится равной нулю.

Выражение  $P(t)$  может быть представлено как:

$$P(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < t_1 \\ 1 - \exp(-(t - t_1)/\delta) & \text{при } t \geq t_1 \end{cases} \quad (2)$$

где  $t_1$  - минимальное время, необходимое для решения задач управления,  $\delta$  - среднее квадратичное отношение времени безошибочного решения задач.

Функцию  $G(t)$ , определяемую условием, когда задача должна быть решена не только правильно, но и своевременно (не позднее времени  $t_{\tilde{A}\tilde{I}}$ ), представим как

$$G(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t < t_{\tilde{A}\tilde{I}} \\ 0 & \text{при } t \geq t_{\tilde{A}\tilde{I}} \end{cases} \quad (3)$$

Известно [1], что плотность распределения  $\varphi(t)$  может быть аппроксимирована различными законами:  $\alpha$  - распределением,  $\beta$  - распределением, усеченным нормальным и некоторыми другими.

Для случая усеченного нормального закона распределения получено [3] соотношение для расчета показателя эффективности обученности операторов расчета АРМ в виде:

$$W = 1 - C_0 \left( \hat{O}_0 \left( 1 + \frac{t_{\tilde{A}\tilde{I}} - t_{\tilde{N}D}}{\delta} \right) - \hat{O}_0 \left( 1 + \frac{t_1 - t_{\tilde{N}D}}{\delta} \right) \right), \quad (4)$$

где  $\tilde{N}_i$  - нормирующий множитель для выражения  $\varphi(t)$ ,  $t_{\tilde{N}D}$  - среднее время решения задачи управления оператором,  $t_{\text{ДОП}}$  - время, предельно допустимое для решения задачи управления,  $\hat{O}_i$  (\*) - функция Лапласа.

Данное соотношение позволяет при заданных параметрах  $t_1$ ,  $t_{\tilde{N}D}$ ,  $t_{\tilde{A}\tilde{I}}$ ,  $\delta$  определить значение показателя эффективности  $W$ .

Рассмотренный метод относится к расчетно-аналитическим и наиболее широко используется для получения как прогнозных оценок обученности операторов АРМ (по априорным значениям  $t_1$ ,  $t_{\tilde{N}D}$ ,  $t_{\tilde{A}\tilde{I}}$ ,  $\delta$ ), так и количественной оценки показателя эффективности действий лиц расчета операторов АРМ (при задании указанных величин по результатам действий лиц операторов АРМ в оцениваемых экспериментах (ситуациях)).

Статистический метод, позволяет достаточно точно оценить показатели качества обученности операторов. Этот метод представляет собой метод расчета вероятностных характеристик в виде

$$P = \frac{N_{\delta\hat{a}\phi}}{N_{\tilde{m}\hat{\delta}}}, \quad (5)$$

где  $N_{\delta\hat{a}\phi}$  - число решаемых задач всех типов,  $N_{\tilde{m}\hat{\delta}}$  - число задач поступивших для решения.

Недостатком такого метода является необходимость введения ряда допущений при формализации исследуемого процесса и абстрагирование от психофизиологической сущности анализируемой деятельности.

Свободным от значительного ряда перечисленных выше недостатков является метод полунатурного моделирования процессов функционирования АСУ, когда оценка

качества обученности операторов АРМ проводится в условиях адекватных процессу реального функционирования АСУ. При этом среда функционирования АСУ подыгрывается с помощью средств полунатурного моделирования, которые обеспечивают как имитацию «среды окружения» АСУ, так и автоматизированное оценивание обученности операторов.

Например, в качестве меры оценки обученности оператора АРМ может быть выбран показатель [5]:

$$Y = Q_{\max} \left( -\exp\left(-\frac{\omega\mu N}{Q_{\max}}\right) \right), \quad (6)$$

где  $Q_{\max}$  - максимальный уровень обученности оператора АРМ,  $\omega$  - показатель, характеризующий максимально возможную частоту проведения тренировок на стенде (с применением полунатурного моделирования),  $\mu$  - показатель меры приспособленности стенда, использующего полунатурное моделирование, к реализации методических приемов проведения тренировок,  $N$  - количество проведенных тренировок.

Здесь  $\omega N$  характеризует изменение во времени уровня подготовки операторов АРМ. Параметры  $\omega$  и  $\mu$ , характеризующие степень приспособленности стенда использующего полунатурное моделирование решения задач обучения лиц АРМ, могут быть определены [2] путем анализа особенностей функционирования данного стенда.

Очевидна возможность на основе рассмотренного в данной статье полунатурного метода определить как прогнозируемый, так и фактический уровень обученности лиц АРМ и выработать рекомендации по направленности тренировок операторов АРМ АСУ. Реализация же организационно-методических и технических требований к стенду, использующего полунатурное моделирование для решения задач тренировок операторов АРМ, дает возможность обеспечить существенное повышение качества проводимых тренировок и уровня обученности операторов АРМ АСУ, что в целом, будет способствовать эффективному использованию возможностей современных и перспективных АСУ в различных условиях применения.

#### Список литературы

1. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. - М.: Машиностроение, 1982.
2. Венцель Е.С. Теория вероятности. - М.: Наука, 1969.
3. Слезкин В.Д., Спасенников В.В. Проблемы оценивания операторской деятельности // Техника, экономика. - Сер. Эргономика. - 1990. - Вып. 3.
4. Старусев А.В. Метод оценки трудоёмкости процессов программирования. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - Сер. Системный анализ, математическое моделирование. - 2012. № 4 (20). С. 51- 54.
5. Старусев А.В. Метод повышения эффективности использования ресурсов ЭВМ. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - Сер. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. - 2013. № 1 (21). С. 12 - 16.

## АНАЛИЗ БИЗНЕС ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Строителев В.Н.**

*д-н, профессор, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области, «Финансово-технологическая академия», г. Королев.*

**Жидкова Е.А.**

*старший преподаватель, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области, «Финансово-технологическая академия», г. Королев.*

### ANALYSIS OF BUSINESS PROCESSES ON THE BASIS OF STATISTICAL DATA

Stroitelev V.N.,

Zhidkova E.A.

#### АННОТАЦИЯ

*Начальный и основной этап научного анализа бизнес процесса любой направленности включает в себя построение аналитической модели процесса. Для «владельца» процесса подобная модель должна позволять с некоторой степенью доверия проводить оценку и измерение настоящих и будущих (перспективных) характеристик анализируемой продукции, являющейся участником процесса.*

#### SUMMARY

*The initial and main stage of the scientific analysis business of process any orientation includes creation analytical model of process. For "owner" process the similar model has to allow to carry out an assessment and measurement of the present and future (perspective) characteristics the analyzed production which is the participant of process with some degree trust.*

*Ключевые слова: процесс; модель; качество; инновации.*

*Keywords: process; model; quality; innovations.*

Основой для построения аналитической модели процесса служат результаты предыдущего опыта применения аналогичной продукции или результаты планируемых и проведенных экспериментальных испытаний создаваемой продукции. Каким бы сложным ни был процесс, прежде всего, должны быть определены его цели, задачи и конечные результаты. И, в конечном счете, модель должна быть достаточно простой, позволяющей наглядно и с требуемой точностью анализировать процесс, предвидеть его результаты. Следует иметь в виду, что любая модель всегда является лишь приближенной

копией реально происходящих преобразований. При выборе аналитической модели всегда необходимо исходить из возможности выбора простейших вариантов, обеспечивающих требуемую точность аппроксимации анализируемого процесса.

Рассмотрим гипотетический пример.

Предположим, что по результатам проведения и исследования некоторого бизнес процесса получены значения входного (X) и выходного (Y) показателей качества продукции. Соответствующие численные показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Матрица процесса испытаний продукции

X	Y
1	2
2	5
3	9
4	15
5	9
6	5
7	7

По набору экспериментальных данных желательно построить аналитическую модель процесса, которая бы позволяла с требуемой точностью и достоверностью предсказывать и другие пары значений ( $x_i$ ,  $y_i$ ), как внутри анализируемого диапазона значений, так и за его пределами. Имея аналитическую модель, в дальнейшем можно прогнозировать рациональное распределение ресурсов, предвидеть возможные изменения и принимать меры для устранения негативных последствий.

Варианты различного вида аналитических моделей, построенные по результатам экспериментальных исследований, приведены в табл. 1.

Из рисунка видно, что из всех приведенных аппроксимаций статистических данных аналитическими моделями, только одна из них точно проходит через все 7 анализируемых точек. Другие модели в большей или меньшей степени имеют отклонения от наборов экспериментальных точек ( $x_i$ ,  $y_i$ ). В общем случае набор из  $n$  точек ( $x_i$ ,  $y_i$ ) может быть описан полиномом  $(n - 1)$ -й степени, кривая которого проходит через все  $n$  экспериментальных точек. Наряду с этим, возникает вопрос - стоит ли добиваться такой высокой степени аппроксимации? Во-первых, сами экспериментальные точки, являясь результатами измерений, получены с некоторой погрешностью.



Поэтому любая аналитическая модель не является идеальной. Во-вторых, полиномиальная модель не адаптивна относительно числа точек эксперимента, т.к. любое их изменение приводит к необходимости нового этапа вычислений для определения всех коэффициентов полинома. И наконец, коэффициенты полинома высокой степени должны рассчитываться с предельной точностью.

Иначе ошибки аппроксимации могут превосходить любые разумные пределы.

На рис. 2 приведены полиномиальные модели различной степени – от первой (Y1) до шестой (Y6). Полиномы первой и шестой степени выделены по цвету.

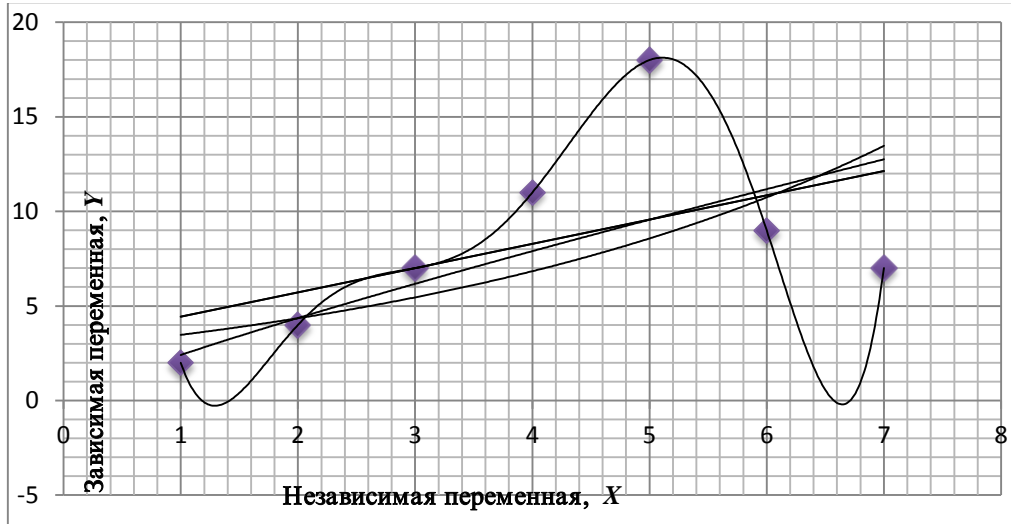


Рис. 1. Варианты аналитических моделей, построенные по результатам эксперимента

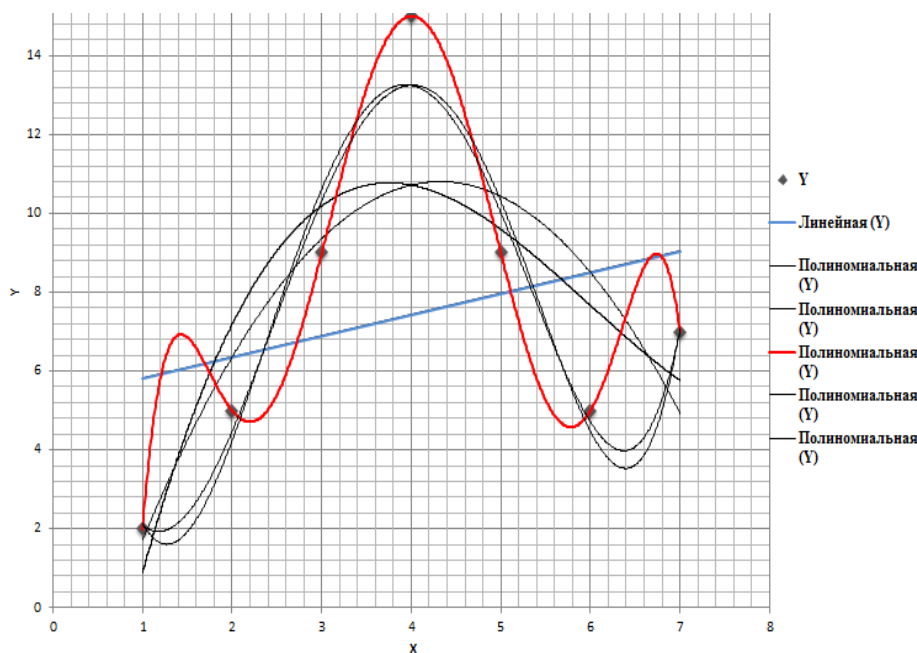


Рис. 2. Полиномиальные модели аппроксимации статистических данных

Ниже приведена система полиномиальных уравнений (1), коэффициенты каждого из которых определены по методу наименьших квадратов (МНК). Это означает, что для каждого полинома *i*-й степени его коэффициенты гарантируют минимальную сумму квадратов отклонений экспериментальных точек (xi, yi)эксп. от их соответствующих теоретических значений (xi, yi) теорет., получаемых из моделей аппроксимации полиномами первой (Y1),...,шестой (Y6) степени.

$$\begin{aligned}
 Y1 &= 5,2857 + 0,5357x \\
 Y2 &= -4,5714 + 7,1071x - 0,8214x^2 \\
 Y3 &= -9,5714 + 12,802x - 2,4881x^2 + 0,1389x^3
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 Y4 &= 18,286 - 31,376x + 18,792x^2 - 3,8005x^3 + 0,2462x^4 \\
 Y5 &= 10,429 - 15,856x + 8,375x^2 - 0,7102x^3 - 0,1705x^4 + 0,0208x^5 \\
 Y6 &= -140 + 331,22x - 285,7x^2 + 119,56x^3 - 25,687x^4 + 2,7208x^5 - 0,1125x^6
 \end{aligned}$$

Из представленного набора полиномов, попытаемся определить какой из них целесообразно использовать для практического применения. С этой целью, прежде всего, вычислим в заданных точках эксперимента Xi числовые значения зависимой переменной Yi для каждой из шести моделей аппроксимации. Результаты вычислений приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Теоретические оценки результатов эксперимента

Числовые значения							
X исходные	Y исходные	Y1 теорет.	Y2 теорет.	Y3 теорет.	Y4 теорет.	Y5 теорет.	Y6 теорет.
1	2	5,821	1,719	0,881	2,148	2,088	2,001
2	5	6,357	6,366	7,191	4,237	4,473	4,994
3	9	6,893	9,371	10,192	10,615	10,305	8,975
4	15	7,428	10,734	10,717	13,249	13,203	14,947
5	9	7,964	10,455	9,599	10,019	10,186	8,913
6	5	8,500	8,534	7,671	4,709	4,163	4,869
7	7	9,036	4,971	5,768	7,017	6,428	6,806

Очевидно, что из всех шести моделей простейшей моделью является линейная аппроксимация результатов эксперимента. Другие модели более сложные, и эта сложность будет проявляться в результате дальнейшего использования и практического применения того или иного аналитического выражения.

Учитывая тот факт, что все полином описывают один и тот же набор статистических данных, применим к набору чисел Y, представленных в семи столбцах табл.2, методологию дисперсионного анализа. При этом мы ясно понимаем, что в дальнейшем необходимо обосновать корректность принимаемых решений. Результаты однофакторного дисперсионного анализа приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ						
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
Столбец Y исх.	7	52	7,428571	17,28571		
Столбец Y1теор.	7	51,999	7,428429	1,33964		
Столбец Y2теор	7	52,15	7,45	10,80747		
Столбец Y3теор	7	52,019	7,431286	11,48407		
Столбец Y4теор	7	51,994	7,427714	16,06284		
Столбец Y5теор	7	50,846	7,263714	16,32554		
Столбец Y6теор	7	51,505	7,357857	17,23523		
Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Знач.	F крит.
Между группами	0,183394	6	0,030566	0,00236	0,9999	2,324
Внутри групп	543,2431	42	12,93436			
Итого	543,4265	48				

Из таблицы дисперсионного анализа следует, что все аналитические зависимости примерно с равной степенью успеха характеризуют среднее арифметическое значение набора исходных статистических данных. На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  оценки средних значений, получаемые различными моделями, статистически не различимы:

$$F = 0,00236 \ll F \text{ крит.} = 2,324.$$

Однако при этом выполнении дисперсионного анализа было нарушено одно из необходимых условий его применения, заключающееся в однородности дисперсий. Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что дисперсия выборочных значений для Y1теор. существенно меньше дисперсий выборок, полученных по другим моделям.

Для проверки однородности дисперсий в группах выборок используется критерий Левенэ или F-критерий. Результаты оценки существенности различий дисперсий для двух выборок (Y исх. и Y1теор.), выполненные с помощью программы Microsoft Excel, приведены в табл.4.

О чем свидетельствуют результаты табл. 4, и какие выводы нужно сделать при принятии решений о качестве бизнес процесса? Во-первых, линейная модель является простейшей моделью из всех рассматриваемых и ее целесообразно использовать для анализа бизнес процессов. Особенно часто возникает подобная необходимость при выполнении ориентировочных предположений о качестве анализируемой продукции. Во-вторых, дисперсии двух выборок, полученные экспериментально и рассчитанные по линейной модели, существенно различаются:

$F = 12,90322489 \gg F_{кр.} = 4,283865714$ .

Поэтому, даже в случаях крайней необходимости при использовании линейной модели для аппроксимации реального бизнес процесса, характеризуемого данными табл. 1, следует делать поправки на диапазон рас-

пределения возможных результатов. Учитывая, что доверительный интервал для точечной оценки прямо пропорционален выборочному стандартному отклонению  $S$ , то доверительный интервал для анализируемого процесса (см. табл. 1), определяемый по линейной модели необходимо умножить на коэффициент 3,592.

Таблица 4

Двухвыборочный F-тест для дисперсии

	Y исх.	Y1теор.
Среднее	7,428571429	7,428428571
Дисперсия	17,28571429	1,339642952
Наблюдения	7	7
df	6	6
<b>F</b>	<b>12,90322489</b>	
P(F<=f) одностороннее	0,003331048	
F критическое одностороннее	<b>4,283865714</b>	

Этот коэффициент получен из данных, представленных в табл. 4:

$$\frac{\sqrt{17,28571}}{\sqrt{1,33964}} = 3,592.$$

Метод расчета доверительного интервала для предсказываемого значения зависимой переменной для линейной модели подробно изложен в работе [4], в разделе «Регрессионный анализ».

Еще раз следует подчеркнуть, что для процессов, подобных анализируемому, использование линейной модели весьма проблематично. Приведенный выше материал иллюстрирует только ход и возможные модели анализа, которые необходимо использовать для подтверждения адекватности аналитической модели набору реальных статистических данных. Некорректность непосредственного применения линейной модели лучше всего иллюстрируют данные табл. 5, в которой показано, что корреляция между исходным набором данных и теоретических данных линейной модели крайне низкая - коэффициент корреляции Пирсона  $K = 0,278$ .

Таблица 5

Парный двухвыборочный t-тест для средних

	Y исх.	Y1
Среднее	7,428571	7,428429
Дисперсия	17,28571	1,339643
Наблюдения	7	7
Корреляция Пирсона	<b>0,278245</b>	
Гипотетическая разность средних	0	
df	6	
t-статистика	9,46E-05	
P(T<=t) одностороннее	0,499964	
t критическое одностороннее	1,94318	
P(T<=t) двухстороннее	0,999928	
t критическое двухстороннее	2,446912	

Теоретически любой набор точек можно аппроксимировать линейной моделью, но адекватность полученной модели статистическому набору данных подлежит дополнительному исследованию. А если уж имеется настоятельная потребность опираться только на линейные модели, то можно попытаться разбить анализируемый интервал на перекрывающиеся участки более или менее близкие к линейным. Например, в табл. 6 представлены результаты аппроксимации статистических данных, приведенных в табл. 1, двумя прямыми, подобранными

по МНК соответственно для четырех первых и четырех последних эксперимента. Уравнения этих прямых приведены в первой строке таблицы, а их теоретические значения при 7-и фиксированных значениях  $X_{исх}$  – в третьем и шестом столбцах табл. 6.

Результаты сравнений статистических данных и теоретических значений, получаемых линейной аппроксимацией представленного набора двумя прямыми с различными углами наклона, приведены в табл. 7 и табл. 8. Из рассмотрения таблиц можно сделать вывод о том, что

экспериментальные и теоретические данные статистически не различимы и между ними имеется высокий уровень корреляции.

В заключении попытаемся установить, какая простейшая модель, из приведенных в системе уравнений (1), позволяет адекватно описать характер изменения статистических данных. Анализ начнем с, простейшего из всех оставшихся, уравнения:

$$Y_2 = - 4,5714 + 7,1071x - 0,8214x^2 \quad (2)$$

Как и ранее, проведем парные сравнения теоретических значений ( $Y_{2\text{теор}}$ ) с исходными опытными данными ( $Y_{\text{исх}}$ ) при соответствующих значениях независимой переменной ( $X_{\text{исх}}$ ). Исследования по сравнению статистических и теоретических результатов будем проводить, опираясь на опции пакета «Анализ данных» программы Microsoft Excel.

Прежде всего, определим, статистически различимы и нет дисперсии двух пар данных (см. табл. 2). Результаты вычислений с помощью программы Microsoft Excel приведены в табл.9.

Таблица 6

Слайдовая аппроксимация результатов эксперимента

Y11= - 3+4,3X			Y12 = 24,4 - 2,8x		
X исх.	Y исх.	Y11тер.	X исх.	Y исх.	Y12 тер
1	2	1,3	4	15	13,2
2	5	5,6	5	9	10,4
3	9	9,9	6	5	7,6
4	15	14,2	7	7	4,8

Таблица 7

Парный двухвыборочный t-тест для средних

	Y исх.	Y11тер.
Среднее	7,75	7,75
Дисперсия	31,58333	30,81667
Наблюдения	4	4
Корреляция Пирсона	0,987788	
Гипотетическая разность средних	0	
df	3	
t-статистика	3,8E-16	
P(T<=t) одностороннее	0,5	
t критическое одностороннее	2,353363	
P(T<=t) двухстороннее	1	
t критическое двухстороннее	3,182446	

Таблица 8

Парный двухвыборочный t-тест для средних

	Y исх.	Y12 тер
Среднее	9	9
Дисперсия	18,66667	13,06667
Наблюдения	4	4
Корреляция Пирсона	0,83666	
Гипотетическая разность средних	0	
df	3	
t-статистика	1,88E-16	
P(T<=t) одностороннее	0,5	
t критическое одностороннее	2,353363	
P(T<=t) двухстороннее	1	
t критическое двухстороннее	3,182446	

Таблица 9

Двухвыборочный F-тест для дисперсии

	Y исх	Y2теор
Среднее	7,428571	7,45
Дисперсия	17,28571	10,8074727
Наблюдения	7	7
df	6	6
F	1,599422	
P(F<=f) одностороннее	0,291356	
F критическое одностороннее	4,283866	

Полученные результаты:

$$F = 1,599422 < F_{кр} = 3,238867 -$$

свидетельствуют, что между дисперсиями внутри каждой группы существенной разницы нет. Дополни-

тельные исследования по проверке статистического равенства средних, приведенные в табл. 10, подтверждают: гипотеза  $H_0$  отклонена быть не может, т.к.  $Y_{исх}$  и  $Y_{2теор}$  статистически не различимы ни по дисперсиям, ни по средним значениям и между существует довольно высокий уровень корреляции.

Таблица 10

Парный двухвыборочный t-тест для средних

	$Y_{исх}$	$Y_{2теор}$
Среднее	7,428571	7,45
Дисперсия	17,28571	10,80747
Наблюдения	7	7
Корреляция Пирсона	0,789909	
Гипотетическая разность средних	0	
df	6	
t-статистика	-0,02224	
$P(T \leq t)$ одностороннее	0,49149	
t критическое одностороннее	1,94318	
$P(T \leq t)$ двухстороннее	0,98298	
t критическое двухстороннее	2,446912	

Уравнение (2) является простейшим из системы (1), предназначенным для аппроксимации исходных данных бизнес процесса.

#### Список литературы

1. Глоссарий по управлению качеством, стандартизации, метрологии [Текст]: учебное пособие / Под ред. Т.Е. Старцевой, О.А. Горленко. Сост. Н.П. Асташева, Т.Н. Антипова, Е.А. Гришина, А.В. Грекова, А.В. Знайда, М.В. Максимова, И.А. Меркулова, Е.С. Слуднякова, В.Н. Строителев. – Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2010. – 184 с.
2. Основы методологии нормирования и оценки показателей качества испытаний технической продукции на соответствие установленным требованиям:

учебное пособие для вузов/ Г.П. Богданов, Е.А. Жидкова, В.Н. Строителев, Л.П. Шумская, А.В. Яшин.-М: РГУИТП, 2012.

3. Управление инновациями и качеством [Текст] / Т.Н. Антипова, Н.П. Асташева, О.А. Горленко, В.Г. Исаев, О.А. Копылов, В.А. Коновалова, Е.А. Жидкова, В.Н. Строителев, А.Г. Суслов: учебное пособие / под.ред. Т.Е. Старцевой. - Москва. ФТА, 2013-300с.
4. Управление инновациями на основе априорной и статистической информации: монография / В. Н. Строителев, Е. Ю. Гаврючин, Е. А. Жидкова, Л. П. Шумская, Е. А. Росовская, Е. С. Слуднякова. - М.: РГУИТП, 2011.-260с.

## НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА ОТ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

*Стулова Наталья Вячеславовна*

*Аспирант, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, г. Волгоград*

*FUZZY-MULTIPLE APPROACH IN THE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL HARM FROM THERMAL POWER PLANTS*

*Stulova Natalya, Postgraduate student, Volgograd state University of architecture and construction, Volgograd*

#### АННОТАЦИЯ

*Определено понятие риска загрязнения окружающей среды промышленным предприятием на примере теплоэлектростанций. Представлен порядок формализации исходной качественной информации с помощью аппарата нечетких множеств. Нечеткий логический вывод производится по алгоритму Мамдани.*

#### ABSTRACT

*The concept of environmental pollution risk of industrial enterprise on the thermal power plants' example is defined. The procedure of formalization quality information using fuzzy sets is considered. Fuzzy inference is made on the Mamdani algorithm.*

*Ключевые слова: риск; нечеткий вывод.*

*Keywords: risk; fuzzy conclusion.*

В законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ экологический риск понимается как вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного

негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Степень риска зависит от используемого закона распределения ущерба, и представляет собой величину математического ожидания ущерба [1]:

$$R = \sum_{i=0}^n P_i X_i, \quad (1)$$

где

$P_i$  — вероятность наступления события, которое повлечет за собой ущерб;

$X_i$  — величина ущерба в стоимостном выражении;

$R$  — количественная мера риска, выражаемая в тех же показателях, что и ущерб;

$n$  — число возможных вариантов ущербов, которые могут проявляться при наступлении неблагоприятного события.

Топливо-энергетические комплексы (ТЭК) активно воздействуют на окружающую среду. Их функционирование сопровождается значительным поступлением техногенных веществ и тепла в атмосферу, почвы, водоемы, подземные воды вследствие тепловых потерь, сбросов теплообменных вод, газодымовых выбросов, утечек сточных вод из золоотвалов, отстойников и шламонакопителей, складирования на поверхности земли твердых отходов тепловых электростанций и пород угольных выработок и др. Все это приводит к тепловому и химическому загрязнению природной среды.

Для оценки степени риска экологической безопасности городской среды целесообразно применение аппарата нечетких множеств. Так, нечеткий подход использовался при оценке экологической безопасности города от воздействия автотранспорта [2].

Для оценки степени риска экологической безопасности городской среды от деятельности ТЭК целесообразно применение аппарата нечетких множеств.

Нечеткий логический вывод для оценки экологических рисков включает в себя следующие основные этапы. При заполнении базы правил выполняется формализация эмпирических данных о предмете исследования в виде нечетких продукционных правил. На этапе фаззификации для всех входных переменных строятся соответствующие функции принадлежности. Затем, после фаззификации находится степень истинности условий по каждому из правил и определяется степень истинности каждого из подзаключений. Полученные функции принадлежности объединяются по всем правилам, и выполняется дефаззификация: находится количественное значение для выходной переменной.

Для предприятий топливо-энергетического комплекса целесообразно применение нечеткого логического вывода по алгоритму Мамдани, так как данный логический вывод осуществляется по нечеткой базе знаний,

в которой все значения входных и выходных переменных заданы нечеткими множествами. Посредством дефаззификации определяется четкое значение выходной переменной [3]. Нечеткой базой знаний называется совокупность нечетких правил «Если-то», задающих взаимосвязь между входами и выходами исследуемого объекта.

Экспертные знания в области оценки риска деятельности ТЭК можно формализовать в виде системы нечетких продукционных правил. Например:

ЕСЛИ [Вероятность реализации угрозы - Низкая] И [Величина ущерба - Низкая] ТО [Риск - Низкий];

ЕСЛИ [Вероятность реализации угрозы - Средняя] И [Величина ущерба - Средняя] ТО [Риск - Умеренный]; и т.д.

По продукционным правилам находится результат логического вывода, путем агрегирования нечетких множеств, которое выполняется как объединение нечетких множеств, полученных в результате нечеткого вывода.

Для принятия решения об экологическом риске необходимо воспользоваться процедурой дефаззификации, т. е. рассчитать четкое значение выхода  $y$ , соответствующее входному вектору  $X^*$ :

$$y = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(x^*) y_j}{\sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(x^*)}. \quad (4)$$

Вычислив дефаззификацию нечеткого множества  $\tilde{y}$ , например, методом центра тяжести, получаем количественное значение интегрального показателя риска.

#### Литература

1. Санжапов Б. Х., Стулова Н. В. Модель поддержки принятия решений в задаче анализа экологического риска загрязнения городской среды объектами топливо-энергетического комплекса // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. Вып. 11(32). Ст. 1. Режим доступа: <http://vestnik.vgasu.ru/attachments/SanzhapovStulova.pdf>
2. Санжапов Б. Х., Стулова Н. В. Оценка экологического риска загрязнения окружающей среды от эксплуатации шламоотвала ТЭЦ // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. Вып. 12(36). Ст. 5. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>
3. Стулова Н. В. Применение аппарата нечетких множеств для анализа экологического риска загрязнения городской среды // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Технические науки. № 4. 2014. С. 114-116.

## ПОВЕДЕНИЕ ВОДОРОДА В ДЕФЕКТАХ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ

*Суранов Григорий Иванович*

*кандидат технических наук, доцент, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта*

*Латышев Александр Александрович*

*кандидат технических наук, доцент, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта*

### THE BEHAVIOR OF HYDROGEN IN THE STRUCTURAL IMPERFECTIONS OF THE METALS

*Suranov Grigoriy Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of Ukhhtinskiy the state technical university, Ukhhta*

*Latyshhev Alexander Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of Ukhhtinskiy the state technical university, Ukhhta*

## АННОТАЦИЯ

Дефекты в структуре металла трущихся поверхностей (поры, трещины, дислокации) рассматриваются как магнитные ловушки для водорода и элементов примесей, движение которых определяется законам движения заряженных частиц в магнитном поле, что подтверждает автограф водорода в лунке (модель трещины), вырезанной на поверхности стального образца.

В процессе электролитического наводороживания чугунных образцов образуется не только метан, но и другие гомологи углеводорода (от этана до гексана). При длительном хранении в отбираемых пробах газа увеличивается содержание метана (на два порядка и более). Поскольку метан образуется с уменьшением объема, в бутылке создается разрежение, ее пластичные стенки деформируются, повышается уровень гидрозатвора, поступает воздух. Разрежение в дефектах способствует диффузии водорода и других газообразных элементов и примесей, и определяет длительность инкубационного периода до начала необратимого изменения механических свойств (охрупчивания) наводороживаемых материалов.

Ключевые слова – дефекты, модель, трещина, ловушка, заряженная частица, водород, метан, электролитическое наводороживание, проба, газ, разрежение, диффузия, трущиеся поверхности

## ANNOTATION

Defects in the structure of metal (the discontinuity, crack, dislocation) are considered as magnetic traps for hydrogen and elements of the admixtures, whose motion is determined to the laws of the motion of the charged particles in the magnetic field, which confirms the autograph of hydrogen in the hole (model of crack), cut out on the surface of steel specimen.

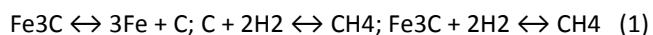
In the process of the electrolytic hydrogen enrichment (absorption) of cast iron models is formed not only methane, but also other homologues of hydrocarbon (from ethane to the hexane). During the prolonged storage in gas sample the content of methane is increased (to two orders and more). Since methane is formed with the decrease of volume, in the bottle the rarefaction is created, its plastic walls are deformed, the level of hydro lock rises, air enters. Rarefaction in the defects contributes to the diffusion of hydrogen and other gaseous elements and admixtures, and it is determined the duration of incubative period up to the beginning of the irreversible change in the mechanical properties (embrittlement) of the absorbing hydrogen materials.

The keywords – defects, model, crack, trap, charged particle, hydrogen, methane, electrolytic hydrogen, absorption, test, gas, rarefaction, diffusion, the friction surfaces

С увеличением содержания водорода в металлах ухудшаются их физико-механические свойства, прежде всего, снижается пластичность, проявляется хрупкость, что объясняется накоплением под высоким давлением водорода в микротрещинах, порах, на границах зерен, дислокациях и других дефектов кристаллической структуры металлов [1].

Свободный водород, проникающий в дефекты в протонном диффузионно-подвижном состоянии, переходит в атомарное, затем в молекулярное связанное состояние и не может выйти из них, накапливается в них под высоким давлением, вызывая дальнейший рост дефектов и растрескивание металла. В них накапливаются также неметаллические включения и примеси в металлах (С, O<sub>2</sub>, N, S, P и др.).

Поступающий свободный водород проявляет высокую химическую активность, взаимодействуя со свободным углеродом и карбидами железа стали и чугуна, что приводит к обезуглероживанию металла.



При этом прочность и пластичность металлов снижаются через некоторое время после начала наводороживания (инкубационный период), длительность которого определяется скоростью диффузии и концентрацией водорода и углерода в дефектах, скоростью их реакции. При газовом наводороживании интенсивность этих процессов зависит от состава металла, температуры и давления водорода [2, 3].

Цель работы – уточнение представлений о поведении водорода в дефектах структуры металла трущихся поверхностей и механизме его влияния на пластичность и прочность.

Методика эксперимента. Наводороживание образцов-катодов и отбор проб выделяющегося газа в емкость (бутылку) выполняли в U-образной пробирке (рис.1). Электролит – подкисленная серной кислотой дистиллированная вода, материал катода – цинк и чугун гильз цилиндра дизеля, анод – платиновая проволока. Напряжение – 24В. Продолжительность отбора проб (400мл) достигала нескольких десятков часов.

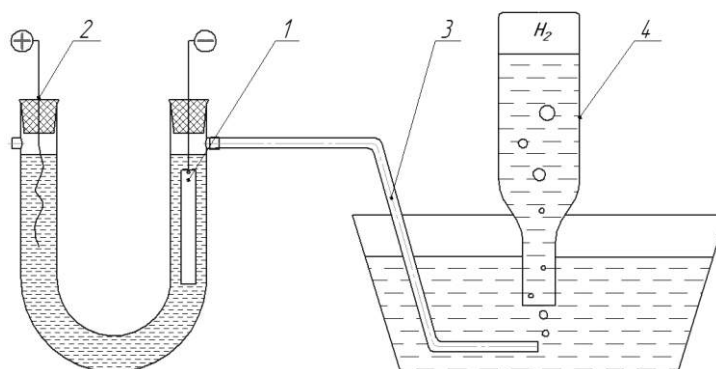


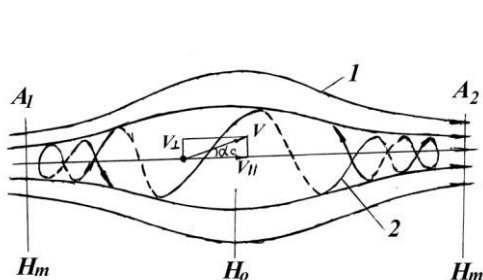
Рисунок 1. Схема электролитического наводороживания образцов и отбора газа: 1 – образец - катод; 2 – анод (платиновая проволока); 3 – капилляр отвода газа; 4 – емкость (бутылка) для собираемого газа, заполненная гидрозатвором

В качестве модели микротрещины принималась лунка, вырезанная на поверхности стального образца, для выделения водорода в которой внутреннюю поверхность лунки смачивали соляной кислотой. Поведение водорода в лунке фиксировали на засвеченной фотопленке водородографическим методом [4].

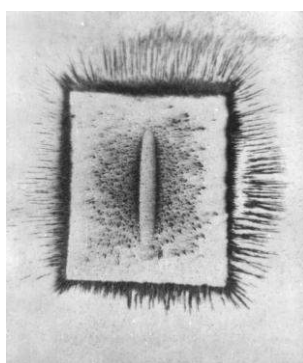
Взаимодействие водорода с углеродом на поверхности микродефектов, наблюдали на модели трещины в виде пластмассовой бутылки, в которую отбирали пробу газа, выделяющегося при наводороживании материала катода. Компонентный состав пробы анализировали на хроматографе «КристаллЛюкс 4000М» методом нормализации.

Результаты исследований и их обсуждение. Схема и модель микротрещины в металлах, а также автограф движения водорода внутри лунки, показаны на рис. 2 [1, 5].

Для водорода и элементов примесей в металлах, находящихся в заряженном (ионном) состоянии, дефекты структуры являются ловушками в магнитных и электрических полях, появляющихся при нагружении, деформировании и нагревании металлов, и их миграция по границам зерен, в микротрещинах, порах, дислокациях определяется законами движения заряженных частиц в магнитном поле (рис.2,а).



а



б



в

Рисунок 2. Схема (а) и модель (б) магнитной ловушки ионов водорода в виде лунки, вырезанной на поверхности стального образца, в магнитном поле: 1 – магнитные силовые линии; 2 – траектория движения заряженной частицы; в – автограф движения водорода внутри лунки в магнитном поле

На рис. 2, в видны следы циркуляции диффузионно-подвижного атомарного водорода в лунке, удерживаемого в магнитной ловушке. Из ловушки могут выйти лишь заряженные частицы, траектория движения которых совпадает с осью лунки (рис.2,а), поэтому в ней накапливается под высоким давлением молекулярный водород и метан, образующийся в результате реакции водорода с углеродом материала лунки.

При исследовании разрушения металлов катода (чугун) в процессе электролитического наводороживания

(рис.1) в пробах выделяющегося газа, собираемых в стеклянную бутылку, установлено образование не только метана, но и других углеводородов [6,7]. Высокая химическая активность водорода подтверждается значительным увеличением метана и других углеводородов (С-Н) в пробах, собранных при довольно кратковременном движении отводимого газа по полиэтиленовой трубке 3 в процессе наводороживания цинкового катода (в котором углерод отсутствует), по сравнению с заменившим ее стеклянным капилляром (пробы 5, 6, табл.1).

Таблица 1

Содержание компонентов в пробах газа, % об.

Компоненты газа	Пробы									
	1	2	3	5 Zn пт	6 Zn ст	16	17	19	23	24
метан	0,126	0,106	0,019	0,028	0,018	11,321	13,193	20,184	27,575	14,588
этан	0,032	0,033	0,012	0,058	0,007	0,011	0,029	0,007	0,025	0,021
пропан	0,040	0,100	0,043	0,141	0,011	0,018	0,061	0,005	0,021	0,016
изо-бутан	0,009	0,039	0,020	0,040	0,004	0,006	0,022	0,001	0,003	0,001
н-бутан	0,032	0,114	0,056	0,113	0,012	0,010	0,053	0,003	0,012	0,008
нео-пентан	0,0002	0,0005	0,0003	отс.	отс.	0,0001	0,0003	0,0000	отс.	отс.
изо-пентан	0,016	0,048	0,028	0,034	0,007	0,003	0,021	0,001	0,003	0,001
н-пентан	0,022	0,051	0,029	0,041	0,009	0,003	0,021	0,002	0,006	0,003
гексаны+в.	0,058	0,059	0,044	0,056	0,017	0,004	0,024	0,002	0,020	0,020
азот	2,416	4,884	4,144	4,037	0,989	70,513	68,872	25,918	8,183	52,338
кислород	0,720	1,059	1,087	1,518	0,810	17,852	17,637	6,065	7,729	20,513



Компо- ненты газа	Пробы									
	1	2	3	5 Zn пт	6 Zn ст	16	17	19	23	24
углекислый газ	2,979	2,876	2,615	3,797	1,475	0,176	0,059	0,425	3,227	0,795
гелий	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	отс.	0,004
водород	93,550	90,631	91,902	90,137	96,641	0,083	0,008	47,388	53,197	11,693
						pH=1	pH=7		NaCl	H2O
<i>Примечание: проба 1 – смесь газа, выделяющегося в процессе наводороживания и после выключения тока; 2 – сбор газа, выделяющегося после выключения тока; 3 – сбор газа только в процессе наводороживания. Анализ проб 16 – 24 – после длительного хранения</i>										

Однако анализ проб газа 16 и 17, собранных при наводороживании чугунных образцов, выполненный после длительного (3 года) хранения, неожиданно показал многократное увеличение содержания метана, практически исчезновение водорода и уменьшение количества углекислого газа, а также большое количество азота и кислорода. Так, содержание метана увеличилось более чем на 2 порядка (в 100 раз), количество водорода уменьшилось в 104 раз (исчезновение водорода), углекислого газа в 15-50 раз; резкое увеличение содержания азота (до 70%) и кислорода (17,5%), (соотношение между ними указывает на попадание в пробу атмосферного воздуха).

Очевидно, результаты анализа этих проб, будь они выполнены вскоре после их отбора, были бы близки по составу к первым пробам, например 1,2,3. Такое сильное изменение содержания компонентов в пробах 16-17 обусловлено реакциями водорода и углерода в ней в течение длительного хранения и проникновением воздуха через гидрозатвор (насыщенный раствор NaCl или дистиллированная вода) в случае создания разрежения в стеклянной бутылке. В связи с этим в дальнейшем собранные пробы хранили при двойном затворе: внутреннем гидрозатворе в бутылке, закрытой пробкой, и внешнем – дополнительной емкостью с гидрозатвором, в которую погружали горло бутылки.

Водород, поступающий в микро-и макронесплошности, в стали и чугуне взаимодействует с карбидами и свободным углеродом (1) на поверхности стенок с образованием различных углеводородов и метана высокого давления. Эта реакция начинается с поверхности металла, приводит к обезуглероживанию, образованию и развитию трещин, которые распространяются вглубь металла, снижая необратимо его прочность и пластичность и вызывая водородную коррозию и разрушение металла.

Образование метана при комнатной температуре, полагают, маловероятно, и водородная коррозия сталей прекращается при температуре ниже 300°C, несмотря на напряжения и деформации, ускоряющие развитие химических реакций [2, с.136]. Диффузионная подвижность атомов водорода при этом достаточно высока, но в стали коэффициент диффузии атомов углерода, необходимого для образования метана, в 1010 раз меньше, чем для водорода (всего 10-14 см<sup>2</sup>/с). Обнаруживаемый метан в дефектах стали рассматривается как результат высокотемпературных реакций в процессе охлаждения стали.

Однако метан и другие С-Н в пробах газа (табл.1) образовались при комнатной температуре в течение длительного наводороживания образцов и хранения проб,

достаточного для диффузии и увеличения концентрации углерода на поверхности несплошностей. При этом углерод поступает к стенкам микродефектов не только в результате диффузии его атомов в структуре металла, но и диффузии газообразных продуктов реакции углерода с водородом (гомологов углеводородов).

Следует отметить также, что метан образуется с уменьшением объема. Поэтому взаимодействие водорода с углеродом стенок дефектов можно наблюдать по результатам анализа собираемых в пластмассовую бутылку проб газа, выделяющегося при электролитическом наводороживании чугунных образцов (табл.1, пробы 19, 23, 24, которые анализировали через 1,5 месяца после отбора). Увеличение количества метана в этих пробах до 20-27%, несомненно, вызвано взаимодействием выделяющегося водорода и углерода, содержащегося в стенках пластмассовой бутылки. За время выдержки пробы лишь часть водорода прореагировала с углеродом стенок пластмассовой бутылки (водорода в пробе более 47%, ср. с пробами 16, 17). Появление значительного количества азота (52,3%) и кислорода (20,5%) в пробах, обусловлено тем, что реакция образования метана сопровождается весьма значительным уменьшением объема и созданием в бутылке с пробой разрежения, под воздействием которого в течение длительного хранения в пластмассовую бутылку проникает атмосферный воздух даже при двойном гидрозатворе пробы. Разрежение в пластмассовой бутылке вызывает сильную деформацию ее тонких пластичных (гибких) стенок (рис. 3,а), или повышение уровня гидрозатвора в ней над начальным уровнем, обозначенным меткой (рис. 3,б). При этом объем пробы в бутылке уменьшается многократно (в 2 и более раз).

Пластмассовая бутылка является физической моделью трещины, в стенках которой содержится большое количество углерода. В начальный период поступления химически активного водорода в трещине создается не избыточное давление молекулярного водорода (как обычно предполагается), а разрежение, вызываемое образованием в них метана, объем которого меньше объема реагирующих элементов (водорода и углерода). В этот период вследствие разрежения в дефекты диффундируют элементы и газовые примеси, содержащиеся в металлах. Продолжительность периода низкого давления в дефектах, который, вероятно, соответствует инкубационному периоду, зависит от скорости реакции и количества образующегося метана, наличия на стенках углерода, скорости диффузии углерода и водорода.

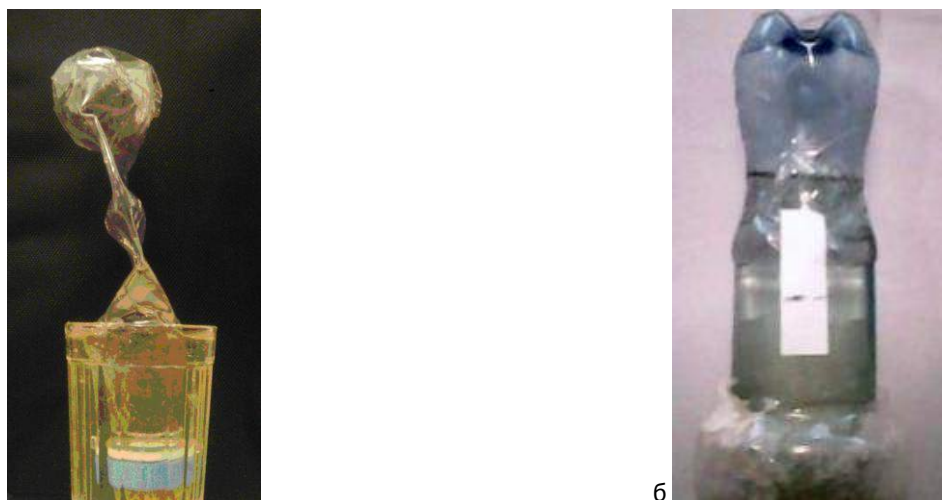


Рисунок 3. Деформация пластмассовой бутылки пробы 23 (а) и подъем уровня гидрозатвора (двойного) выше начального, отмеченного чертой, (б) в результате разрежения при длительном хранении пробы газа 24, собранного в процессе электролитического наводороживания

Полученные результаты позволяют уточнить общепринятые представления о поведении водорода внутри микро- и макротрещин, трещин, пор в структуре металла.

Выводы.

1. Дефекты в структуре металла (поры, трещины, дислокации) рассматриваются как магнитные ловушки для водорода и элементов примесей, движение которых определяется законам движения заряженных частиц в магнитном поле. На модели трещины в виде лунки, вырезанной на поверхности стального образца, показан автограф водорода, выделяющегося с ее стенок.
2. В процессе электролитического наводороживания чугуновых образцов в результате взаимодействия активного водорода с углеродом материала катода образуется не только метан, но и другие гомологи углеводорода (от этана до гексана). При длительном хранении в отбираемых пробах газа увеличивается содержание метана (на два порядка и более), создается разрежение в емкости, вызывающее деформацию ее пластичных стенок, повышение уровня гидрозатвора и поступление атмосферного воздуха.
3. Реакция образования метана протекает с уменьшением объема и созданием разрежения в дефектах металла, способствующего диффузии водорода и других газообразных элементов, и примесей. Продолжительность реакции образования метана и пониженного давления в дефектах определяет дли-

тельность инкубационного периода до начала необратимого изменения механических свойств (охрупчивания) наводороживаемых материалов.

4. Взаимодействие водорода с углеродом на поверхности дефектов можно наблюдать на модели трещины в виде пластмассовой емкости, в которую отбирается проба газа, выделяющегося при наводороживании материала катода.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Водородное изнашивание деталей машин / Д.Н. Гаркунов, Г.И. Суранов, Ю.А. Хрусталева. — Ухта: УГТУ, 2007. — 260с.
2. Арчаков Ю. И. Водородоустойчивость стали. — М.: Металлургия, 1978. — 152с.
3. Колачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. — М.: Металлургия, 1985. — 216с.
4. Гаркунов Д.Н., Суранов Г.И., Коптяева Г.Б. О природе повышения износостойкости деталей и инструмента магнитной обработкой. // Трение и износ, 1982 т.3, № 2.- С. 327-330
5. Суранов Г.И. Снижение износа деталей машин (Монография), УГТУ, М., 1999.- 225 с.
6. Латышев А.А. Водородное разрушение металлов катода при электролитической обработке /А.А. Латышев, Г.И. Суранов // Практика противокоррозионной защиты. — 2013, № 3 (69). — С.57-67.
7. Суранов Г.И. Триботехника. Повышение долговечности транспортных двигателей. [Текст]: Монография / Г.И.Суранов.— УГТУ, 2011.—335с.

## НЕЙРОННОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ

*Тедеева Надя Вадимовна*

*аспирант кафедры САПР, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «СевероКавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», г. Владикавказ*

NEURON RATTERN RECOGNITION

*Tedeeva Nadia, graduate student CAD, North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz*

## АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены проблемы нейронного распознавания образов. Проанализированы их основные задачи. Показано, что часто встречаются такие задачи, конфигурация искусственных нейронных сетей которых по принципу обучения не подходит ни под обучение с учителем, ни под обучение без учителя. Так же выявлено, что искусственные нейронные сети могут справляться с большим классом распознавания образов, нежели обычные компьютеры.

## ABSTRACT

This article deals with the problems of neural pattern recognition. Analyze their main tasks. It is shown that frequent tasks such configuration of artificial neural networks on the basis of which the training does not match training with the teacher, nor a learning without a teacher. As revealed that the artificial neural network can deal with a large class of pattern recognition, rather than conventional computers.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети; образ; учитель.

Keywords: artificial neural networks; image; teacher.

Распознавание образов - раздел математической кибернетики, в рамках которого разрабатываются принципы и методы классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций — всех тех объектов, которые могут быть описаны конечным набором некоторых признаков или свойств, характеризующих объект. Как синонимы термина «образ» в некоторых методах используются термины класс, группа, таксон, кластер.

Основная задача распознавания образов заключается в том, чтобы исходя из обучающей последовательности определить класс, к которому принадлежит описание некоторого объекта, подвергаемого классификации или идентификации. К данной схеме приводится любая задача принятия решений, если процесс такого принятия базируется в основном на изучении ранее накопленного опыта.

Интеллектуальные системы на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) позволяют с успехом решать проблемы распознавания образов, выполнения прогнозов, оптимизации, ассоциативной памяти и управления. Известны и иные, более традиционные подходы к решению этих проблем, однако они не обладают необходимой гибкостью за пределами ограниченных условий. ИНС дают многообещающие альтернативные решения, и многие приложения выигрывают от их использования.

Представим некоторые проблемы, решаемые в контексте ИНС и представляющие интерес для ученых и инженеров.

- Классификация образов. Задача состоит в указании принадлежности входного образа (например, речевого сигнала или рукописного символа), представленного вектором признаков, одному или нескольким предварительно определенным классам.
- Кластеризация/категоризация (классификация образов без учителя). Алгоритм кластеризации основан на подобию образов и размещает близкие образы в один кластер.
- Аппроксимация функций. Предположим, что имеется обучающая выборка  $((x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots, (x_n, y_n))$  (пары данных вход-выход), которая генерируется неизвестной функцией  $f(x)$ , искаженной шумом. Задача аппроксимации состоит в нахождении оценки неизвестной функции  $f(x)$ .
- Предсказание/прогноз. Пусть заданы  $n$  дискретных отсчетов  $\{y(t_1), y(t_2) \dots, y(t_n)\}$  в последовательные моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Задача состоит в предсказании значения  $y(t_{n+1})$  в некоторый будущий момент времени  $t_{n+1}$ .

- Оптимизация. Задачей алгоритма оптимизации является нахождение такого решения, которое удовлетворяет системе ограничений и максимизирует или минимизирует целевую функцию.
- Память, адресуемая по содержанию. Ассоциативная память, или память, адресуемая по содержанию, доступна по указанию заданного содержания. Содержимое памяти может быть, вызвано даже по частичному входу или искаженному содержанию. Ассоциативная память чрезвычайно желательна при создании мультимедийных информационных баз данных.
- Управление. Рассмотрим динамическую систему, заданную совокупностью  $\{u(t), y(t)\}$ , где  $u(t)$  является входным управляющим воздействием, а  $y(t)$  - выходом системы в момент времени  $t$ . В системах управления с эталонной моделью целью управления является расчет такого входного воздействия  $u(t)$ , при котором система следует по желаемой траектории, диктуемой эталонной моделью [4].

ИНС может рассматриваться как направленный граф со взвешенными связями, в котором искусственные нейроны являются узлами. По архитектуре связей ИНС могут быть сгруппированы в два класса: сети прямого пространства, в которых графы не имеют петель, и рекуррентные сети, или сети с обратными связями.

## Обучение искусственных нейронных сетей

Среди всех интересных свойств искусственных нейронных сетей ни одно не захватывает так воображения, как их способность к обучению. Их обучение до такой степени напоминает процесс интеллектуального развития человеческой личности что может показаться, что достигнуто глубокое понимание этого процесса. Но проявляя осторожность, следует сдерживать эйфорию. Возможности обучения искусственных нейронных сетей ограничены, и нужно решить много сложных задач, чтобы определить, на правильном ли пути мы находимся.

Обучение – это процесс, в котором свободные параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена. Тип обучения определяется способом подстройки этих параметров.

Это определение процесса обучения нейронной сети предполагает следующую последовательность событий:

- В нейронную сеть поступают стимулы из внешней среды.
- В результате первого пункта изменяются свободные параметры нейронной сети.

- После изменения внутренней структуры нейронная сеть отвечает на возбуждения уже иным образом.

Свойство сети обучаться на примерах делает их более привлекательными по сравнению с системами, которые следуют определенной системе правил функционирования, сформулированной экспертами [1, с. 344].

#### Обучение с учителем

Различают алгоритмы обучения с учителем и без учителя. Обучение с учителем предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Вместе они называются обучающей парой. Обычно сеть обучается на некотором числе таких обучающих пар. Предъявляется выходной вектор, вычисляется выход сети и сравнивается с соответствующим целевым вектором, разность (ошибка) с помощью обратной связи подается в сеть и веса изменяются в соответствии с алгоритмом, стремящимся минимизировать ошибку. Векторы обучающего множества предъявляются последовательно, вычисляются ошибки и веса подстраиваются для каждого вектора до тех пор, пока ошибка по всему обучающему массиву не достигнет приемлемо низкого уровня.

Когда в сети только один слой, алгоритм ее обучения с учителем довольно очевиден, так как правильные выходные состояния нейронов единственного слоя заведомо известны, и подстройка синоптических связей идет в направлении, минимизирующем ошибку на выходе сети. По этому принципу строится, например, алгоритм обучения однослойного перцептрона. В многослойных же сетях оптимальные выходные значения нейронов всех слоев, кроме последнего, как правило, не известны, и двух или более слойный перцептрон уже невозможно обучить, руководствуясь только величинами ошибок на выходах ИНС. Один из вариантов решения этой проблемы – разработка наборов выходных сигналов, соответствующих входным, для каждого слоя ИНС, что, конечно, является очень трудоемкой операцией и не всегда осуществимо. Второй вариант – динамическая подстройка весовых коэффициентов синапсов, в ходе которой выбираются, как правило, наиболее слабые связи и изменяются на малую величину в ту или иную сторону, а сохраняются только те изменения, которые повлекли уменьшение ошибки на выходе всей сети. Очевидно, что данный метод "тыка", несмотря на свою кажущуюся простоту, требует громоздких рутинных вычислений. И, наконец, третий, более приемлемый вариант – распространение сигналов ошибки от выходов ИНС к ее входам, в направлении, обратном прямому распространению сигналов в обычном режиме работы. Этот алгоритм обучения ИНС получил название процедуры обратного распространения.

#### Обучение без учителя

Несмотря на многочисленные прикладные достижения, обучение с учителем критиковалось за свою биологическую неправдоподобность. Трудно вообразить обучающий механизм в мозге, который бы сравнивал желаемые и действительные значения выходов, выполняя коррекцию с помощью обратной связи. Если допустить подобный механизм в мозге, то откуда тогда возникают желаемые выходы? Обучение без учителя является намного более правдоподобной моделью обучения в биологической системе. Развитая Кохоненом и многими другими, она не нуждается в целевом векторе для выходов и,

следовательно, не требует сравнения с predetermined идеальными ответами. Процесс обучения, как и в случае обучения с учителем, заключается в подстраивании весов синапсов. Некоторые алгоритмы, правда, изменяют и структуру сети, то есть количество нейронов и их взаимосвязи, но такие преобразования правильнее назвать более широким термином – самоорганизацией. Очевидно, что подстройка синапсов может проводиться только на основании информации, доступной в нейроне, то есть его состояния и уже имеющихся весовых коэффициентов. Исходя из этого соображения и, что более важно, по аналогии с известными принципами самоорганизации нервных клеток, построены алгоритмы обучения Хебба.

Сигнальный метод обучения Хебба заключается в изменении весов по следующему правилу:

$$w_{ij}(t) = w_{ij}(t-1) + a y_i^{(n-1)} * y_j^{(n)} \quad (1)$$

где  $y_i^{(n-1)}$  – выходное значение нейрона  $i$  слоя  $(n-1)$ ,  $y_j^{(n)}$  – выходное значение нейрона  $j$  слоя  $n$ ;  $w_{ij}(t)$  и  $w_{ij}(t-1)$  – весовой коэффициент синапса, соединяющего эти нейроны, на итерациях  $t$  и  $t-1$  соответственно;  $a$  – коэффициент скорости обучения. Здесь и далее, для общности, под  $n$  подразумевается произвольный слой сети. При обучении по данному методу усиливаются связи между возбужденными нейронами [3, с. 1104].

Среди различных конфигураций ИНС встречаются такие, при классификации которых по принципу обучения, строго говоря, не подходят ни обучение с учителем, ни обучение без учителя. В таких сетях весовые коэффициенты синапсов рассчитываются только однажды перед началом функционирования сети на основе информации об обрабатываемых данных, и все обучение сети сводится именно к этому расчету. С одной стороны, предъявление априорной информации можно расценивать, как помощь учителя, но с другой – сеть фактически просто запоминает образцы до того, как на ее вход поступают реальные данные, и не может изменять свое поведение, поэтому говорить о звене обратной связи с "миром" (учителем) не приходится. Из сетей с подобной логикой работы наиболее известны сеть Хопфилда и сеть Хэмминга, которые обычно используются для организации ассоциативной памяти.

Структурная схема сети Хопфилда приведена на рисунке 1. Она состоит из единственного слоя нейронов, число которых является одновременно числом входов и выходов сети. Каждый нейрон связан синапсами со всеми остальными нейронами, а также имеет один входной синапс, через который осуществляется ввод сигнала. Выходные сигналы, как обычно, образуются на аксонах.

Задача, решаемая данной сетью в качестве ассоциативной памяти, как правило, формулируется следующим образом. Известен некоторый набор двоичных сигналов (изображений, звуковых оцифровок, прочих данных, описывающих некие объекты или характеристики процессов), которые считаются образцовыми. Сеть должна уметь из произвольного неидеального сигнала, поданного на ее вход, выделить ("вспомнить" по частичной информации) соответствующий образец (если такой есть) или "дать заключение" о том, что входные данные не соответствуют ни одному из образцов. В общем случае, любой сигнал может быть описан вектором  $X = \{ x_i: i=0...n-1 \}$ ,  $n$  – число нейронов в сети и размерность входных и выходных век-

торов. Каждый элемент  $x_i$  равен либо +1, либо -1. Обозначим вектор, описывающий  $k$ -ый образец, через  $X_k$ , а его компоненты, соответственно, —  $x_{ik}$ ,  $k=0\dots m-1$ ,  $m$  — число образцов. Когда сеть распознает (или "вспомнит") какой-либо образец на основе предъявленных ей данных, ее выходы будут содержать именно его, то есть  $Y = X_k$ , где  $Y$  —

вектор выходных значений сети:  $Y = \{y_i: i=0,\dots,n-1\}$ . В противном случае, выходной вектор не совпадет ни с одним образцовым [2, с. 240].

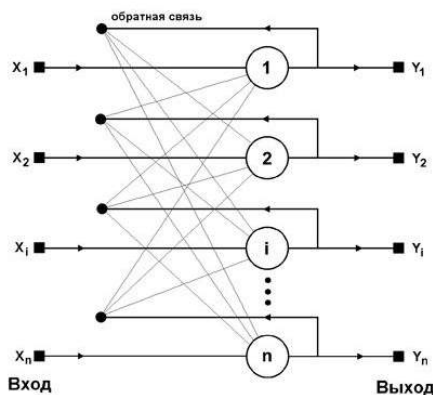


Рисунок 1. Структурная схема сети Хопфилда

#### Вывод

Искусственные нейронные сети не являются панацеей. Отклик сети после обучения может быть до некоторой степени нечувствителен к небольшим изменениям входных сигналов. Из-за этого они, очевидно, не годятся для выполнения таких задач, как начисление заработной платы. Важно отметить, что искусственная нейронная сеть делает обобщения автоматически благодаря своей структуре, а не с помощью использования «человеческого интеллекта» в форме специально написанных компьютерных программ. Похоже, однако, что им будет отдаваться предпочтение в большом классе задач распознавания образов, с которыми плохо или вообще не справляются обычные компьютеры.

#### Литература

1. Осовский Станислав. Нейронные сети для обработки информации = Sieci neuronowe do przetwarzania informacji (польск.) / Перевод И. Д. Рудинского. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 344 с.
2. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика = Neural Computing. Theory and Practice. — М.: Мир, 1992. — 240 с.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
4. Портал по искусственным нейронным сетям: [http://www.dmoz.org//Computers/Artificial\\_Intelligence/Neural\\_Networks](http://www.dmoz.org//Computers/Artificial_Intelligence/Neural_Networks)

## ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВИДЕОПАМЯТЬЮ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

**Богодистова Елена Сергеевна,**

кандидат техн. наук, доцент, Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), г. Москва

**Тельнов Георгий Геннадьевич,**

старший преподаватель, Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), г. Москва

#### EXPERIMENTS WITH VIDEO MEMORY USING VISUALIZATION PROGRAM

*Bogodistova Elena, Master of Science, Assistant Professor, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Russia, Moscow*

*Telnov Georgy, Lecturer, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Russia, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

Представлена специализированная программа, позволяющая проводить в интерактивном режиме эксперименты с видеоподсистемой компьютера. Исследование проходит не на модели, а в реальной системе: на уровне непосредственной записи видеоданных в кадровый буфер. Эксперименты позволяют исследовать структуру видеопамати, кодирование информации и цветовую палитру в текстовых и графических режимах. Предложен удобный пользовательский интерфейс и сервис для экспериментов с аппаратурой.

#### ABSTRACT

*A program-explorer is presented for interactive experiments with a computer video subsystem. Research takes place not on model, and in real system: at the level of direct record of video data in the frame buffer. Experiments allow investigating video memory layout, information encoding and a color palette in the text and graphic modes. The convenient user interface and service for experiments with the equipment is offered.*

*Ключевые слова:* видеоадаптер; VGA; SVGA; видеомонитор, видеоконтроллер; видеопамять; структура видеопамяти; кадровый буфер; текстовый режим; графический режим; палитра.

*Keywords:* video adapter; VGA (Video Graphics Adapter, Video Graphics Array); SVGA (Super VGA); video monitor; video controller; video memory; video memory layout; frame buffer; text mode; graphics mode; palette.

Специализированная программа "PERUN\VGA\_SVGA" входит в состав комплекса программ "PERUN" (PERipheral UNits), описанного в [1]. Данная работа посвящена описанию экспериментов с видеопамятью, которые обеспечиваются программой. Здесь не затрагиваются принципы взаимодействия видеоадаптера и видеомонитора, которые рассмотрены в [2, 3].

Программа "PERUN\VGA\_SVGA" обеспечивает непосредственную запись в видеопамять для создания произвольных изображений. Она позволяет проводить с видеоподсистемой множество экспериментов, работать с различными структурами и моделями видеопамяти, с кодированием информации и цветовой палитрой в различных текстовых и графических режимах.

Исследование видеоподсистемы проходит не на модели, а в реальной системе. Обеспечивается работа как с ЭЛТ монитором, так и с жидкокристаллическим (ЖК) монитором при использовании аналогового интерфейса VGA (D-SUB) и цифрового DVI-D.

Меню программы включает следующие основные опции: «Инфо», «Видеопамять», «Регистры», «Нестандартные видеорежимы». В данной работе рассматриваются две первые опции меню, связанные с работой видеопамяти.

Опция меню «Инфо» позволяет получить информацию о структуре видеоподсистемы и видеоадаптера, организации видеопамяти и способах кодирования пиксельной информации в различных режимах; получить информацию о регистрах видеоадаптера; ознакомиться с руководством пользователя; получить индивидуальное задание на проведение эксперимента, при первом обращении требуется регистрация.

Опция «Видеопамять» позволяет:

- выбирать режимы в одной из трех групп режимов (текстовые режимы, графические режимы VGA, графические режимы SVGA), создавать в определенном формате и редактировать файлы для записи данных в кадровый буфер и сохранять файлы на диске, а затем загружать для демонстрации результатов;
- сразу в процессе создания или после загрузки с диска созданного ранее файла запускать режим записи данных в кадровый буфер и просмотра созданного изображения на экране видеомонитора; при необходимости корректировать изображение;
- получать контекстную помощь при проведении любого эксперимента.

Программа автоматически определяет доступность режимов в используемой видеоподсистеме.

Интегрированный текстовый редактор позволяет заранее готовить информацию для работы с видеопамятью. Автоматический компилятор заданий генерирует индивидуальные варианты заданий из исходного файла, составленного разработчиком.

Три группы экспериментов по работе с видеопамятью позволяют освоить кодирование и располо-

жение информации в видеопамяти в текстовых и графических режимах, поддерживаемых современным видеоадаптером. Здесь и далее для режимов указывается разрешение и одновременное количество цветов (или уровней серого) на экране.

В первую группу входят четыре текстовых режима: 40×25-16, 80×25-16, 132×25-16, 132×43-16.

Во второй группе возможна работа с девятью графическими режимами видеоадаптера VGA: 320×200-4 и 640×200-2 (совместимые с видеоадаптером CGA); 320×200-16; 640×200-16; 640×350-4 (реально 3 варианта отображения); 640×350-16; 640×480-2; 640×480-16; 320×200-256.

В третью группу входят 16 графических режимов видеоадаптера SVGA (расширение VESA): 640×400-256, 640×480-256, 800×600-16, 800×600-256, 1024×768-16, 1024×768-256, 1280×1024-16, 1280×1024-256, 640×480-32768, 640×480-65536, 800×600-32768, 800×600-65536, 1024×768-32768, 1024×768-65536, 1280×1024-32768, 1280×1024-65536.

Видеоданные в текстовом режиме представляют собой ASCII-коды и байты-атрибуты всех символов на экране. Видеоданные в графических режимах (All Points Addressable, APA) представляют собой битовую карту изображения, то есть, информацию о коде цвета каждого пиксела на экране. Расположение пикселов на экране однозначно определяется расположением соответствующих кодов в видеопамяти. Данные представляются в определенном формате (формате ввода) с учетом модели организации видеопамяти (кадрового буфера) в выбранном режиме.

Для перечисленных режимов характерны две модели организации видеопамяти: линейная ("packed pixel", дословно упакованные пикселы) и планарная, соответствующая видеографической матрице ("planar video graphics array"). Видеографическая матрица подразумевает использование 4-х битовых плоскостей, или 4-х слоев видеопамяти. Кроме того, для совместимости с адаптером CGA (Color Graphics Adapter), поддерживается модель с двумя банками видеопамяти.

Отметим характеристики видеорежимов, включая кодирование цвета пиксела и модель видеопамяти:

1. В текстовых режимах применяется планарная модель видеопамяти; ASCII-коды располагаются в 0-й плоскости, атрибуты – в 1-й, таблицы знакогенератора – во 2-й. Без смены таблицы знакогенератора можно использовать линейную модель видеопамяти.
2. В графических режимах с 200 линиями раstra используется два банка памяти – модель видеопамяти, совместимая с адаптером CGA, причем современный адаптер отображает на экране 400 линий (режим "double scan"). Модель видеопамяти в банке линейная.
3. При глубине цвета один бит (два цвета), два бита (четыре цвета) или восемь бит (256 цветов) применяется упакованный формат, когда один байт

содержит коды цвета соответственно восьми, четырёх или одного пиксела. Модель видеопамати линейная.

4. В графических режимах 16-ти цветов применяется планарная модель видеопамати (видеографическая матрица) и косвенное кодирование цвета пиксела. Одноименные биты в четырех байтах слоев кодируют номер (индекс) цвета пиксела.
5. В графическом монохромном режиме 640×350-4 (реально 3 варианта отображения), применяется планарная модель видеопамати и только два слоя. Каждому пикселу соответствует по одному биту из нулевого и первого цветовых слоев, пиксел отображается черным, ярко-белым или мигающим.
6. В графических режимах High Colour 32K и 64K (соответственно 32768 и 65536 цветов) применяется прямое кодирование цвета пиксела и линейная модель видеопамати. В этих режимах требуется два байта для кода цвета пиксела, при этом в режиме 32K старший бит старшего значащего байта нулевой, в режиме 64K на зеленый отведено 6 бит с учетом особенностей восприятия цвета человеком.

Для работы с видеопаматью используются две видеостраницы. Первая видеостраница используется для записи видеоданных в файл в формате ввода. Вторая видеостраница используется для просмотра закодированного изображения. В формате ввода указывается каждый байт видеоданных и его смещение относительно начального адреса видеостраницы, используемой для просмотра изображения.

В любой момент времени можно перейти к видеостранице просмотра, что позволяет проверить правильность кодирования и наблюдать связь между расположением информации в видеопамати и на экране видеомонитора.

Формат ввода зависит от режима. В текстовых режимах это четыре байта для каждого символа: <смещение> - <ASCII-код>, <смещение+1> - <атрибут>; в этих режимах <смещение> – четное число.

В графических режимах 32K и 64K формат ввода представляется в виде: <смещение> - <младший значащий байт>, <смещение+1> - <старший значащий байт>.

В основных режимах видеографической матрицы четыре одноименных разряда из четырех слоев видеопамати задают номер цвета пиксела. Для описания восьми пикселов формат ввода представлен 4-мя группами по числу слоев, каждая группа состоит из трех байтов: <номер слоя (i)> - <смещение> - <байт> (i = 0, 1, 2, 3). Для восьми пикселов, описываемых четырьмя байтами, смещение в 4-х группах одинаковое. При нулевом смещении пиксел с номером цвета, заданном в старших значащих битах четырех байтов, будет отображен в левом верхнем углу изображения на экране.

В программе нельзя изменить содержимое таблицы цветовой палитры (Colour Look-up Table) и регистров цветовой таблицы RAMDAC. Используется стандартное (по умолчанию) содержимое цветовой таблицы – стандартная палитра. Кроме того, в текстовом режиме нельзя сменить таблицу знакогенератора, используется таблица по умолчанию. Поэтому программа имеет следующие особенности:

1. Формат байта-атрибута символа в текстовом режиме приведен на рис. 1. По умолчанию в программе: бит 7 – мигание символа (Blinking), бит 3 – интенсивность цвета символа (Intensity). Таким образом, используется номер таблицы знакогенератора (Character generator table number, CG) по умолчанию (латиница), стандартная палитра с 16-ю цветами символа, 8-ю цветами фона, возможно мигание символа. Так как нет смены таблицы знакогенератора, хранимой в слое 2, в текстовых режимах используется линейная модель видеопамати.

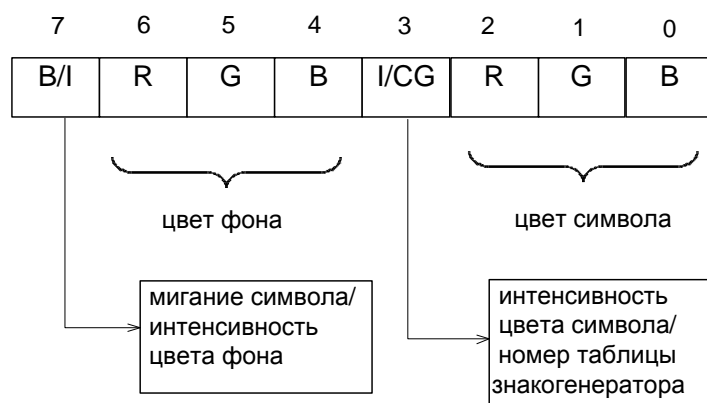


Рисунок 1. Формат байта-атрибута символа в текстовом режиме

2. В режиме 320×200-4, совместимом с видеоадаптером CGA, при стандартной палитре имеет место стандартный набор из 4-х цветов CGA (черный; светло-синий, точнее, бирюзовый; малиновый; ярко-белый).
3. В режимах 256 цветов (восьми битный цвет) цвет пиксела может быть одним из 256-ти, но интересно, что при стандартной палитре можно задать

байт формата 0000IRGB и получить на экране любой из 16 основных цветов пиксела – цвета аддитивной модели RGB и субтрактивной модели CMY (Cyan, Magenta, Yellow).

4. В графических режимах с четырехбитным цветом (в которых используется видеографическая матрица) при стандартной палитре можно получить пиксел любого из 16-ти основных цветов, то есть, номер

(индекс) цвета пиксела имеет формат IRGB. При этом получается, что слой 3 содержит информацию об интенсивности цвета всех пикселей экрана (Intensity, I). Слой 2 содержит информацию о наличии красной составляющей цвета всех пикселей экрана, то есть, образ экрана в красном цвете (R), слой 1 – образ экрана в зеленом цвете (G), слой 0 – образ экрана в синем цвете (B).

5. В графических режимах 32К и 64К цветов при стандартной палитре можно получить непосредственно любой из 65536 цветов и при желании любой из 16 основных цветов, задав максимальную интенсивность цветовых составляющих.

#### Заключение

Программа "PERUN\VGA\_SVGA" обеспечивает непосредственную запись в видеопамять для создания произвольных изображений, позволяет в интерактивном режиме исследовать структуру видеопамати, кодирование информации и цветовую палитру в текстовых и графических режимах. Предложен удобный пользовательский интерфейс и сервис для экспериментов с аппаратурой.

Эксперименты с видеоподсистемой на уровне непосредственной работы с кадровым буфером, которые обеспечиваются программой, представляются интересными и полезными для освоения учебных дисциплин

«Периферийные устройства», «Интерфейсы периферийных устройств», способствуют развитию компетенций студентов информационных специальностей.

При разработке программы были использованы инструментальные программные средства, наиболее подходящие для решения данного класса функциональных задач. Программа является аппаратно-зависимой. Результаты экспериментов зависят от режимов, поддерживаемых видеоадаптером и монитором, интерфейса и других особенностей видеоподсистемы компьютера.

#### Список литературы

1. Богодистова Е. С. Тельнов Г. Г. Эксперименты с периферийными устройствами с помощью компьютерных обучающих программ-тренажеров. Материалы докладов XI Международной научно-практической конференции "ИНФО-2014" ("Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий") – М: НИУ ВШЭ, 2014, с. 50-55.
2. Богодистова Е. С., Мамченко А. Е., Шамров М. И. Программируемые контроллеры в компьютерных и управляющих системах // Информационные технологии. – 2014. – № 11 – с. 53-59
3. Богодистова Е. С. Организация и функционирование видеоподсистем. Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2007. – 252 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА САМОПРОИЗВОЛЬНОГО ВПИТЫВАНИЯ ЖИДКОСТИ ПОРИСТЫМИ СРЕДАМИ

*Трещалин Юрий Михайлович*

*кандидат технических наук, Московский государственный университет, имени М.В. Ломоносова, г. Москва.*

### MATHEMATICAL ANALYSIS PROCESS OF SPONTANEOUS FLUID UPTAKE OF THE POROUS MEDIUM

*Treschalin Yuri, candidate of technical sciences, Moscow state University, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье производится математический анализ процесса самопроизвольного впитывания жидкости пористыми волокнистыми средами. В результате получена зависимость высоты подъема жидкости от пористости материала.*

#### ABSTRACT

*In this paper, a mathematical analysis of the spontaneous absorption of fluid porous fibrous media. As a result, the dependence of the height of liquid rise on the porosity of the material.*

*Ключевые слова: структура, нетканый материал, впитывание, пористость, высота подъема жидкости.*

*Keywords: structure, nonwoven, absorption, porosity, height lifting fluid..*

Отсутствие капилляров, как таковых, в строении нетканого материала, требует разработки принципиально иного аналитического подхода для описания процесса впитывания жидкости. Сложность поставленной задачи заключается в использовании в качестве определяющего параметра не линейного размера капилляра (радиуса), а объемной характеристики, например, пористости или плотности, что особенно актуально для нетканых полотен с неориентированным расположением структурных элементов.

Многообразие способов производства нетканых полотен, технологических особенностей процесса их изготовления, применения различных видов волокон опреде-

ляет большое количество факторов, влияющих на интенсивность впитывания жидкости материалом, выявить и определить количественное выражение которых при математическом моделировании крайне затруднительно. С другой стороны изначально не требуется получение результатов с высокой точностью. В связи с этим целесообразно рассматривать процесс впитывания жидкости на примере волокнистой массы, что достаточно близко по структуре и свойствам к нетканым полотнам и позволяет учесть как характеристики материала, так и физические параметры жидкости.

Анализ экспериментальных данных [1-4] показывает, что интенсивность впитывания жидкости нетканым



материалом изменяется во времени. Подъем осуществляется до тех пор, пока силу поверхностного натяжения не уравновесит сила давления столба поднятой жидкости. Причем, скорость впитывания первоначально резко возрастает, а затем постепенно замедляется и через некоторый промежуток времени становится равной нулю [5].

Учитывая, что кинетика впитывания одинакова для нетканых полотен, выработанных различными способами и состоящих из различных видов волокон (мононитей), для аналитического описания процесса подъема жидкости может быть использована функция вида:

$$G(x) = f \cdot \frac{\alpha+x}{\alpha+x^2} - f, \tag{1}$$

где:  $x = \xi$  – пористость материала;

$G(x) = h(\xi)$  – высота подъема жидкости;

$\alpha, f$  – коэффициенты пропорциональности.

Из необходимого условия существования экстремума функции определяется точка  $x^*$ :

$$x_{1,2}^* = -\alpha \pm \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}, \tag{2}$$

Учитывая физические особенности процесса впитывания, рассматриваются только положительные значения  $x^*$ . Значение функции в точке экстремума равно:

$$G(x^*) = \frac{f \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} - 1}{2}, \tag{3}$$

С целью определения численных значений коэффициентов пропорциональности  $\alpha$  и  $f$  допустим наличие некоторой функции  $Y(x)$ , идеально описывающей процесс впитывания вязкой жидкости материалом. При этом предполагается, что в точке  $x^*$  достигается минимум функционала:

$$\int_0^1 [G(x) - Y(x)]^2 dx = V + W$$

где:  $V = \int_0^{x^*} [f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{(\alpha+x)^2} - f - \beta \cdot x]^2 dx$ ;  $W = \int_{x^*}^1 [f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{(\alpha+x)^2} - f - \gamma \cdot (1-x)]^2 dx$ .

Изображение  $G(x)$  и  $Y(x)$  в диапазоне  $0 \leq x \leq 1$  представлен на рис. 1. Заштрихованная площадь между графиками соответствующих функций соответствует условию  $\int_0^1 [G(x) - Y(x)]^2 dx \rightarrow \min$ .

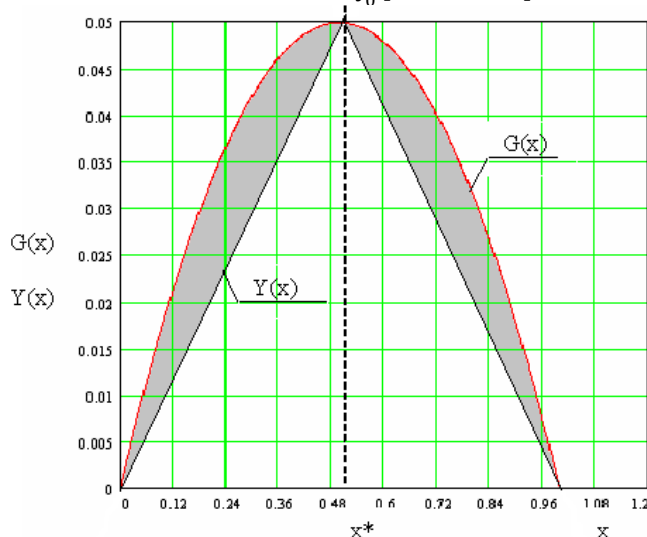


Рис. 1. График функций  $G(x)$  и  $Y(x)$

Функция  $Y(x)$  состоит из двух прямых:  $Y(x) = \frac{G(x^*)}{x^*}$ .  
 $x = \frac{f}{2 \cdot \alpha} \cdot x$  и  $Y(x) = \frac{G(x^*)}{1-x^*} \cdot (1-x) = \frac{f}{2 \cdot \sqrt{\alpha + \alpha^2}} \cdot (1-x)$ .

С целью получения математических зависимостей для определения  $V$  и  $W$  первоначально необходимо вычислить неопределенные интегралы:

$$V = \int [f^2 \cdot \frac{(\alpha+x)^2}{(\alpha+x^2)^2} + f^2 + \beta^2 \cdot x^2 + 2 \cdot f \cdot \beta \cdot x - 2 \cdot f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{\alpha+x^2} - 2 \cdot f \cdot \beta \cdot (\frac{\alpha+x}{\alpha+x^2}) \cdot x] dx;$$

$$W = \int [f^2 \cdot \frac{(\alpha+x)^2}{(\alpha+x^2)^2} + f^2 + \gamma^2 \cdot (1-x)^2 + 2 \cdot f \cdot \gamma \cdot (1-x) - 2 \cdot f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{\alpha+x^2} + 2 \cdot f \cdot \gamma \cdot (\frac{\alpha+x}{\alpha+x^2}) \cdot (1-x)] dx,$$

где:  $\beta = \frac{f}{2 \cdot \alpha}$  и  $\gamma = \frac{f}{2 \cdot \sqrt{\alpha + \alpha^2}}$ .

Дальнейшее интегрирование проводится по отдельным составляющим вышеприведенных уравнений.

После преобразований, выражения для неопределенных интегралов будут иметь вид:

$$V = \arctg\left(\frac{x}{\sqrt{\alpha}}\right) \cdot \left[\frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f \cdot \alpha \cdot \beta}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2 \cdot (\alpha-1)}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} - 2 \cdot f^2 \cdot \sqrt{\alpha}\right] - \ln(\alpha + x^2) \cdot (f^2 + f \cdot \alpha \cdot \beta) - \frac{f^2 \cdot \alpha}{\alpha+x^2} + \frac{f^2 \cdot (\alpha-1) \cdot x}{2 \cdot (\alpha+x^2)} + f^2 \cdot x + \frac{\beta^2 \cdot x^3}{3} + f \cdot \beta \cdot x^2 - 2 \cdot f \cdot \beta \cdot x$$

$$W = \arctg\left(\frac{1}{\sqrt{\alpha}}\right) \cdot \left[\frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2 \cdot (\alpha-1)}{\sqrt{\alpha}} - \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{\alpha}} + 4 \cdot f \cdot \gamma \cdot \sqrt{\alpha}\right] - f^2 \cdot \ln(\alpha + 1) \cdot \left(f^2 + \frac{f \cdot \gamma}{1-\alpha}\right) + x \cdot (f^2 + 2 \cdot f \cdot \gamma) - \frac{\gamma^2}{3} \cdot (1-x)^3 - f \cdot \gamma \cdot (1-x)^2$$

алее вычисляются определенные интегралы:

$$V = \int_0^{x^*} [f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{(\alpha+x)^2} - f - \beta \cdot x]^2 dx = \left[ \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left( \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} - f^2 \cdot \sqrt{\alpha} + \frac{(\alpha-1)}{\sqrt{\alpha}} \right) - \ln \left[ 2 \cdot \left( \alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \cdot \frac{3 \cdot f^2}{2} \right] - \frac{1}{2 \cdot \left( 1 + \alpha - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)} + \frac{(\alpha-1) \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)}{2 \cdot \left( 1 + \alpha - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)} - f^2 \cdot \left( -\alpha + \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \frac{1}{12} \cdot f^2 \cdot \alpha \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^3 - f^2 \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \ln(\alpha) + 1 \right] \cdot \frac{3 \cdot f^2}{2}$$

$$W = \int_{x^*}^1 [f^2 \cdot \frac{\alpha+x}{(\alpha+x)^2} - f - \gamma \cdot (1-x)]^2 dx = \arctg \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \right) \cdot \left[ \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2 \cdot (\alpha-1)}{\sqrt{\alpha}} - \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{1+\alpha}} \right] - \ln(\alpha + 1) \cdot \left( f^2 + \frac{f^2}{2 \cdot (1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) + f^2 + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}} - \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left[ \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2 \cdot (\alpha-1)}{\sqrt{\alpha}} - \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{1+\alpha}} \right] + \ln \left[ 2 \cdot \left( \alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \right] \cdot \left( f^2 + \frac{f^2}{2 \cdot (1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) - \left( f^2 + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) \cdot \left( -\alpha + \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \frac{f^2}{12 \cdot (\alpha+\alpha^2)} \cdot \left( 1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^3 + \frac{f^2}{2 \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \cdot \left( 1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^2$$

где:  $x^* = -\alpha + \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}$

Математические выражения для вычисления неизвестных  $\alpha$  и  $f$  могут быть получены с использованием необходимого условия экстремума. Следовательно, необходимо вычислить производные  $\frac{\partial V}{\partial f}, \frac{\partial V}{\partial \alpha}, \frac{\partial W}{\partial f}, \frac{\partial W}{\partial \alpha}$ .

Производная по  $f$  выражения  $V$ :

$$\frac{\partial V}{\partial f} = \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left[ \frac{4 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} - 4 \cdot f \cdot \sqrt{\alpha} \right] - \ln \left[ 2 \cdot \left( \alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \right] \cdot 3 \cdot f - 4 \cdot f \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \frac{f \cdot \alpha}{6} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^3 \quad (4)$$

Производная  $\frac{\partial V}{\partial \alpha}$ :

$$\frac{\partial V}{\partial \alpha} = \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left[ -\frac{f^2}{\sqrt{\alpha^3}} + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{1}{4 \cdot \sqrt{\alpha}} + \frac{1}{4 \cdot \sqrt{\alpha^3}} \right] + \frac{1}{1 + (\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha})^2} \cdot \left( \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{\alpha}} - 2 \cdot f^2 \cdot \sqrt{\alpha} + \frac{\alpha-1}{2} \cdot \sqrt{\alpha} \right) \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot \sqrt{1+\alpha}} - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} \right) - \frac{3 \cdot f^2}{2} \cdot \left[ \frac{2 \cdot \alpha + 1 - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}}{(\alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}})} \right] - \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{1 - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}}{(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}})^2} \right] + \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{\left( 1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + (\alpha-1) \cdot \left( -\frac{1}{2 \cdot \alpha^2} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}}{(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}})^2} \right] - \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{(\alpha-1) \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \cdot \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \left( -\frac{1}{2 \cdot \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}}{(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}})^2} \right] - f^2 \cdot \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \left( -\frac{1}{2 \cdot \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}} \right] + \frac{1}{12} \cdot f^2 \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^3 + \frac{1}{6} \cdot f^2 \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^2 \cdot \left( -\frac{1}{2 \cdot \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}} + \left( \frac{1}{2 \cdot \alpha^2} \right) \cdot \frac{f^2}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}} + \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

Для вычисления производных  $\frac{\partial W}{\partial f}$  и  $\frac{\partial W}{\partial \alpha}$  получены следующие математические зависимости:

$$\frac{\partial W}{\partial f} = \arctg \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \right) \cdot \left[ \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} \cdot (\alpha - 1) - \frac{4 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} + \frac{4 \cdot f}{\sqrt{1+\alpha}} \right] - \ln(\alpha + 1) \cdot \left[ 2 \cdot f + \frac{f}{(1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right] + \left( 2 \cdot f + \frac{2 \cdot f}{\sqrt{1+\alpha}} \right) - \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left[ \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} \cdot (\alpha - 1) - \frac{4 \cdot f}{\sqrt{\alpha}} + \frac{4 \cdot f}{\sqrt{1+\alpha}} \right] + \ln \left[ 2 \cdot \left( \alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \right] \cdot \left[ 2 \cdot f + \frac{f}{(1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right] - \left( 2 \cdot f + \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) \cdot \left( -\alpha + \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) + \frac{f}{6 \cdot (\alpha+\alpha^2)} \cdot \left( 1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^3 + \frac{2 \cdot f}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}} \cdot \left( 1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right)^2 \quad (6)$$

$$\frac{\partial W}{\partial \alpha} = \left[ \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} \cdot (\alpha - 1) - 2 \cdot f^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{\alpha}} + 2 \cdot f^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\alpha}} \right] \cdot \left( \frac{1}{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} + \arctg \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \right) \cdot \left[ \frac{f^2}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} + \frac{f^2}{(\sqrt{\alpha})^3} \cdot (\alpha - 1) + \frac{2 \cdot f^2}{(\sqrt{1+\alpha})^3} \right] - \frac{1}{1 + \alpha} \cdot \left( f^2 + \frac{f^2}{2 \cdot (1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) - \ln(\alpha + 1) \cdot \frac{f^2}{2} \cdot \frac{(1-\alpha) \cdot (1+2 \cdot \alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}}{[(1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}]^2} - \frac{f^2 \cdot (1+2 \cdot \alpha)}{(\sqrt{\alpha+\alpha^2})^3} - \left[ \frac{1}{2 \cdot \sqrt{1+\alpha}} - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} \right] \cdot \left[ \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha}} \cdot (\alpha - 1) - \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{\alpha}} + \frac{2 \cdot f^2}{\sqrt{1+\alpha}} \right] - \arctg(\sqrt{1+\alpha} - \sqrt{\alpha}) \cdot \left[ \frac{f^2}{\sqrt{\alpha^3}} + \frac{f^2}{2 \cdot \sqrt{\alpha}} - \frac{2 \cdot f^2}{(\sqrt{1+\alpha})^3} \right] + \left[ \frac{4 \cdot \alpha + 2 - 4 \cdot \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}}{2 \cdot (\alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}})} \right] \cdot \left( f^2 + \frac{f^2}{2 \cdot (1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}} \right) + \ln \left[ 2 \cdot \left( \alpha^2 + \alpha - \alpha^2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} \right) \right] \cdot$$

$$\frac{f^2 \cdot \frac{\sqrt{\alpha+\alpha^2} \cdot (1-\alpha) \cdot (1+2\alpha)}{2\sqrt{\alpha+\alpha^2}}}{[(1-\alpha) \cdot \sqrt{\alpha+\alpha^2}]^2} - \left(f^2 + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}}\right) \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} - \frac{1}{\alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}\right) - \left(-\alpha + \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}\right) \cdot \left[-f^2 \cdot \frac{(1+2\alpha)}{\alpha \cdot (\sqrt{\alpha+\alpha^2})^3}\right] + \frac{f^2 \cdot [-(1+2\alpha)]}{12 \cdot (\alpha+\alpha^2)^2} \cdot \left(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}\right)^3 + \frac{f^2}{12 \cdot (\alpha+\alpha^2)} \cdot 3 \cdot \left(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}\right)^2 \cdot \left(1 - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}\right) + \frac{f^2}{\sqrt{\alpha+\alpha^2}} \cdot \left(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}\right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}} + \frac{1}{2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}}\right) - \frac{f^2 \cdot (1+2\alpha)}{4 \cdot (\sqrt{\alpha+\alpha^2})^3} \cdot \left(1 + \alpha - \alpha \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha}}\right)^2 \quad (7)$$

Таким образом, для определения численных значений  $\alpha$  и  $f$  необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial V}{\partial f} + \frac{\partial W}{\partial f} = 0 \\ \frac{\partial V}{\partial \alpha} + \frac{\partial W}{\partial \alpha} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Решение уравнений (4) - (8) проводилось при помощи программного комплекса Mathcad 15. В результате проведенных вычислений установлено, что функция  $G(x)$  имеет экстремум в точке  $x^* = 0,01719425$  в которой:  $G(x^*) = 1,58810317$ ;  $\alpha = 0,00030617$ ;  $f = 0,0565574$  (рис. 2).

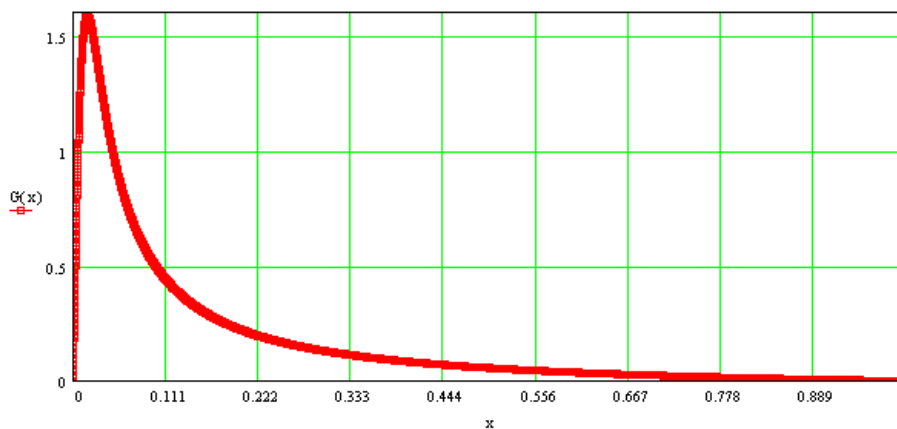


Рис. 2. График функции  $G(x)$

Таким образом, дальнейший анализ кинетики впитывания проводится для  $x^* = 0,01719425$  и  $G(x^*) = 1,58810317$ , полагая, что значение  $x^*$  соответствует пористости материала  $\xi^*$ , выраженной в относительных единицах, а величина  $G(x^*)$  равна максимальной высоте подъема жидкости  $h(\xi^*)$ , выраженной в метрах. При этом высота подъема в зависимости от пористости определяется из уравнения:

$$h(\xi) = (0,0565574 \cdot \frac{0,00030617 + \xi}{0,00030617 + \xi^2} - 0,0565574) \quad (9)$$

#### Список литературы

1. Трещалин М.Ю. Исследование процесса капиллярного подъема жидкости в нетканых материалах / М.Ю. Трещалин, В.С. Мандрон, Г.К. Мухамеджанов. - Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. - 2009, № 4С, с. 24 - 26.
2. Кленов В.Б. Фильтрация жидкости через слой деформируемого текстильного материала: монография / В.Б. Кленов.- М.: Легкая индустрия, 1972.- 88 с.
3. Браславский В.А. Капиллярные процессы в текстильных материалах. - М.: Легпромбытиздат, 1987. - 112 с.
4. Шейдеггер А.Э. Физика течения жидкостей через пористые среды. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. - 254 с.
5. Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/konfer27/550.pdf>. Боев Ю.А., Сафьянц С.М., Качковский А.Д. Численное исследование динамики капиллярного подъема жидкости.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ВПИТЫВАНИЯ ЖИДКОСТИ ПОРИСТЫМИ СРЕДАМИ

*Трещалин Юрий Михайлович*

*кандидат технических наук, Московский государственный университет, имени М.В. Ломоносова, г. Москва.*

**АННОТАЦИЯ**

В статье производится математический анализ кинетики впитывания жидкости пористыми волокнистыми средами. В результате получены зависимости высоты поднятия жидкости в пористом волокнистом материале от времени.

**ABSTRACT**

In this paper, a mathematical analysis of the kinetics of absorption of fluid porous fibrous media. As a result, depending on the height of lift produced fluids in a porous fibrous material from time to time.

Ключевые слова: кинетика, впитывание, нетканый материал, время, высота подъема жидкости.

Keywords: kinetics, absorption, nonwoven time, height of the liquid.

Зависимость высоты поднятия жидкости в пористом волокнистом материале от времени, как один из возможных вариантов, может быть выражена следующей функцией:

$$F(x) = (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} + C, \quad (10)$$

где:  $x = \tau$  – время насыщения материала;  
 $F(x) = h(\tau)$  – высота подъема жидкости в момент времени  $\tau$ ;  
 $D, a, C$  – константы, учитывающие способ производства и пористость материала, вид и степень гладкости волокнистого состава.

Функция  $F(x)$ :

- является унимодальной, т.е. существует единственный экстремум  $x^* > 0$ , при котором  $F(x)$  достигает максимума:

$$\frac{dF}{dx} = e^{-a \cdot (x-D)} - a \cdot (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} = 0$$

Из этого уравнения точка экстремума  $x^*$  и значение функции в этой точке  $F(x^*)$ :

$$x^* = \frac{1}{a} + D = \frac{1+a \cdot D}{a}; \quad (11)$$

$$F(x^*) = \frac{1}{a} \cdot e^{-1} + y. \quad (12)$$

- в диапазоне от 0 до  $\infty F(x)$  имеет следующие значения:

$$F(x = 0) = 0 \text{ и } F(x \rightarrow \infty) = y. \quad (13)$$

При проведении математического анализа предполагается, что в точке  $x^*$  достигается минимум функционала:

$$\int_0^\infty [F(x) - f(x)]^2 dx \rightarrow \min \quad (14)$$

где:  $f(x)$  – некоторая функция, выбранная из физических соображений, идеально описывающая процесс впитывания вязкой жидкости волокнистым материалом и удовлетворяющая следующим условиям:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{y}{x^*}, & 0 \leq x < x^* \\ y, & x^* \leq x < \infty \end{cases}$$

Совместное расположение функций  $F(x)$  и  $f(x)$  представлено на рис. 3. Заштрихованная площадь между графиками функций  $F(x)$  и  $f(x)$  соответствует условиям (14).

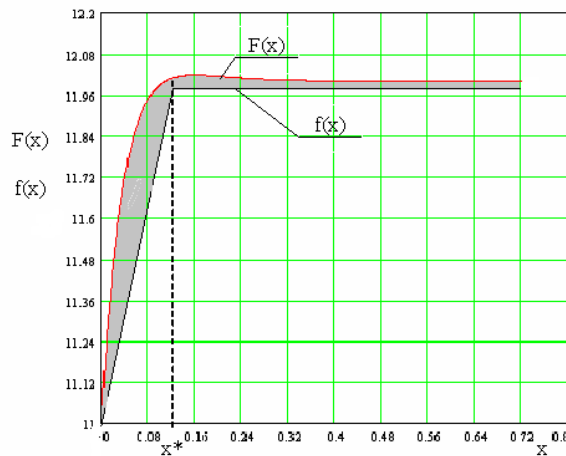


Рис. 3. Графическое изображение функций  $F(x)$  и  $f(x)$

Функционал (14) можно записать в виде:

$$\int_0^\infty [F(x) - f(x)]^2 dx = A + B = \Psi \quad (15)$$

где:  $A = \int_0^{x^*} [F(x) - f(x)]^2 dx$ ;  $B = \int_{x^*}^\infty [F(x) - y]^2 dx$ .

Из условия (13) выражается система:

$$\begin{cases} 0 = -D \cdot e^{a \cdot D} + C \\ y = C \end{cases},$$

которая дает возможность определить уравнение связи параметров:  $y = D \cdot e^{a \cdot D}$

С целью оценки адекватности выбранной функции  $F(x)$  исследуемому физическому процессу, проведен анализ влияния коэффициентов  $D, a, C$  на поведение функции

$F(x)$ , а также значения  $x^*$  и  $F(x^*)$ . В результате установлено следующее:

1. Численное значение коэффициента  $C$ , как следует из уравнения  $C = D \cdot e^{a \cdot D}$ , зависит от величин  $D$  и  $a$ ;
2. При соотношении коэффициентов:
  - $a \ll D$  – изменяется характер расположения кривой функции  $F(x)$  и точка экстремума  $x^* \rightarrow \infty$  (рис. 4 а). Если численные значения  $a$  и  $D$  одного порядка, но  $a < D$ , экстремум функции смещается к нулю (рис. 4 б). Соответственно изменяется и величина  $F(x)_{\max}$ ;

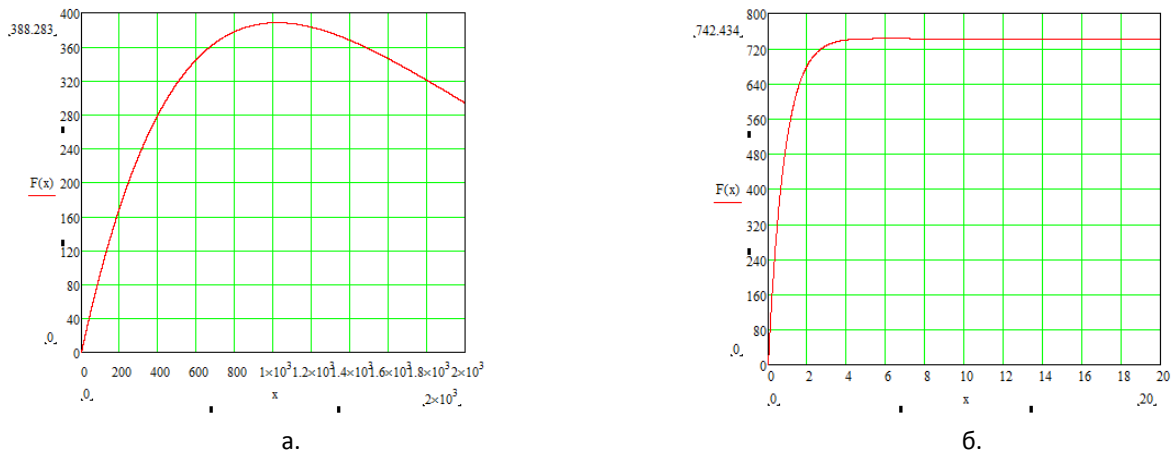


Рис. 4. Характер расположения кривой функции  $F(x)$  при  $\alpha \ll D$ : а.  $a = 0,001$ ,  $D = 20$  и  $C = 20,404$ ; б.  $a = 1$ ,  $D = 5$  и  $C = 742,066$ .

–  $a \gg D$  – изменяется численное значение  $F(x^*)$ , но характер расположения кривой функции  $F(x)$  остается практически постоянным. Точка экстремума находится в интервале  $0 \leq x^* \leq 1$  и, чем больше  $a$

превышает значения  $D$ , тем ближе к нулю располагается точка экстремума\* (рис. 5).

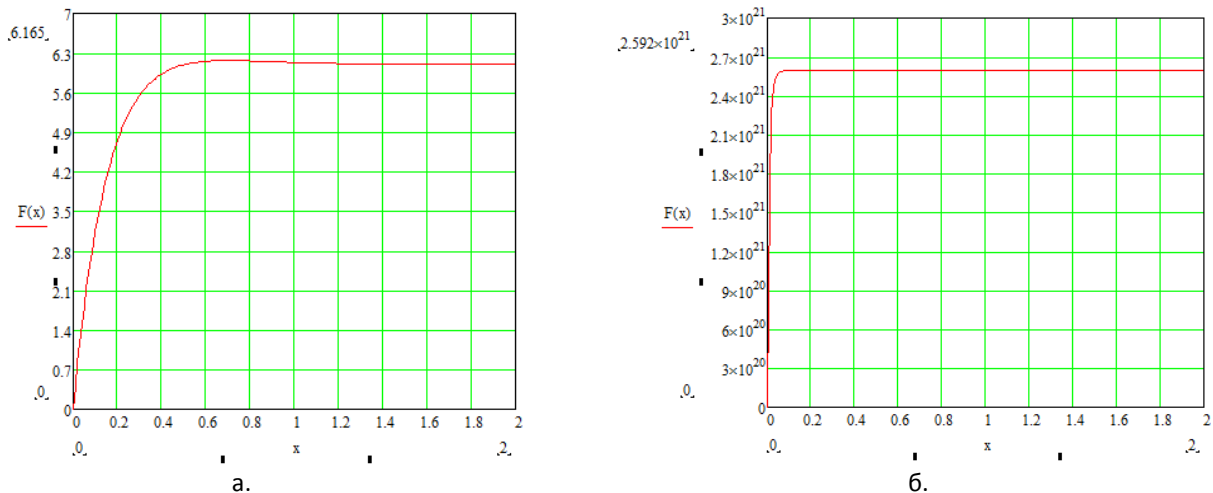


Рис. 5. Характер расположения кривой функции  $F(x)$  при  $a \gg D$ : а.  $a = 5$ ,  $D = 0,5$  и  $C = 6,091$ ; б.  $a = 100$ ,  $D = 0,5$  и  $C = 2,59 \cdot 10^{21}$

3. Равенство коэффициентов  $D$  и  $a$  оказывает влияние на характер расположения кривой функции  $F(x)$ : точка экстремума  $x^*$  с уменьшением  $D$  и  $a$  смещается к 0, а величина  $F(x^*)$  возрастает (рис. 6 а, б). Коэффициент  $C$ , при

значениях  $a$  и  $D$  в интервале  $0,0001 \div 0,4$ , приблизительно равен  $D$  и  $a$  ( $C = 0,0001 \div 0,469$ ), но с увеличением  $D$  и  $a$  больше  $0,5$  резко возрастает (например, при  $D = 1$  и  $a = 1$ ,  $C = 2,718$ ; а при  $D = 2$  и  $a = 2$ ,  $C = 109,196$ );

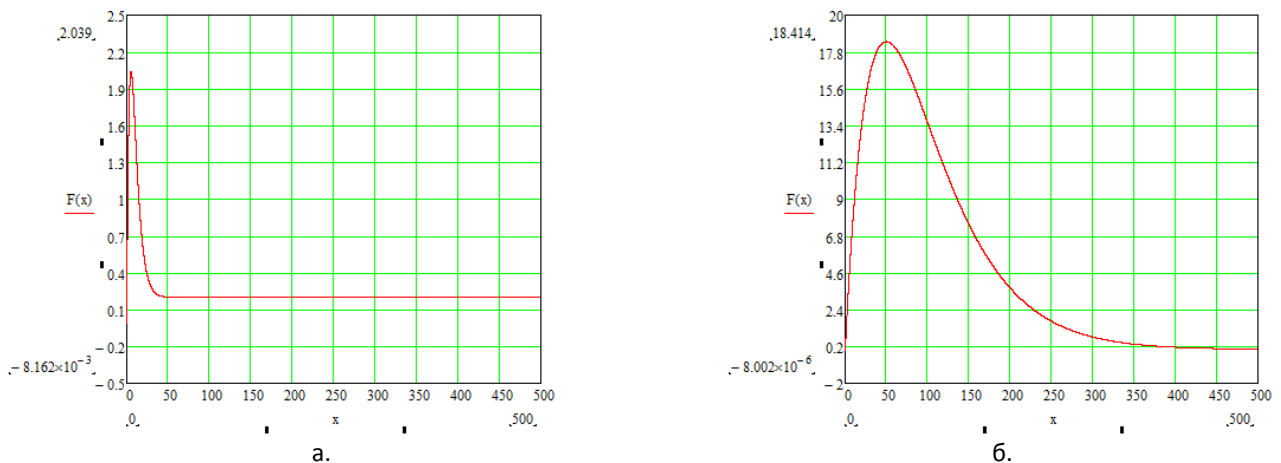


Рис. 6. Характер расположения кривой функции  $F(x)$  при равенстве коэффициентов  $D$ ,  $a$  и  $c$ : а.  $a = 0,2$ ,  $D = 0,2$  и  $C = 0,208$ ; б.  $a = 0,02$ ,  $D = 0,02$  и  $C = 0,02$ .

4. Варьирование одного из коэффициентов (а или D) при фиксированных значениях другого (D или а) не оказывает существенного влияния на характер расположения кривой функции F(x), но точка экстремума смещается по оси абсцисс и F(x\*) изменяется на несколько порядков;

Проведенный анализ различных сочетаний численных значений коэффициентов пропорциональности в уравнении  $F(x) = (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} + C$  позволяет сделать вывод о правильности выбранной функции для математического описания кинетики впитывания жидкости волокнистым материалом, что подтверждается экспериментальными данными [1, 2].

В результате, постановка задачи формулируются следующим образом: в диапазоне изменения  $0 \leq x \leq \infty$  значение  $x = x^*$  имеет место при максимальной высоте впитывания  $F(x) = y$ , которая остается постоянной  $F(x) = y = \text{const}$  при  $x = x^*$ . Фактически, задача сводится к аналитическому определению математических выражений, позволяющих вычислить неизвестные D, y, a.

Для решения (14) необходимо проинтегрировать уравнение (15) и, после чего, определить условия для нахождения искомого минимума функционала.

Первоначально вычисляются вспомогательные неопределенные интегралы, используя формулу интегрирования по частям:

$$\int x \cdot e^{-a \cdot x} dx = -\frac{x}{a} \cdot e^{-a \cdot x} - \frac{1}{a^2} \cdot e^{-a \cdot x}, \quad (16)$$

где:  $u = x; dw = e^{-a \cdot x} dx$

$$A = \int_0^{x^*} [F(x) - f(x)]^2 dx = \int_0^{x^*} [(x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} + y - \beta \cdot x]^2 dx$$

где  $\beta = \frac{y}{x^*} = \frac{a \cdot y}{1 + a \cdot D}$

$$A = \int_0^{x^*} [(x - D)^2 \cdot e^{-2 \cdot a \cdot (x-D)} + y^2 - \beta^2 \cdot x^2 + 2 \cdot y \cdot (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} - 2 \cdot y \cdot \beta \cdot x - 2 \cdot \beta \cdot x \cdot (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)}] dx$$

где:  $A_i = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$  – слагаемые в предыдущем интеграле

$$A_2 + A_3 + A_5 = \int_0^{x^*} [y^2 + \beta^2 \cdot x^2 - 2 \cdot y \cdot \beta \cdot x] dx = y^2 \cdot x^* + \frac{\beta^2 \cdot x^{*3}}{3} - y \cdot \beta \cdot x^{*2} = \frac{3 \cdot y^2 \cdot (1 + a \cdot D)}{a}$$

$$A_1 = \int_0^{x^*} [(x - D)^2 \cdot e^{-2 \cdot a \cdot (x-D)}] dx = e^{-2 \cdot a \cdot (x^* - D)} \cdot \left[ -\frac{(x^* - D)^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot (x^* - D)}{4 \cdot a^2} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right] = e^{-2} \cdot \left[ -\frac{1}{2 \cdot a^3} - \frac{2}{4 \cdot a^3} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right] + e^{2 \cdot a \cdot D} \cdot \left[ \frac{D^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot D}{4 \cdot a^2} + \frac{2}{8 \cdot a^3} \right]$$

$$A_4 = 2 \cdot y \cdot \int_0^{x^*} [(x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)}] dx = 2 \cdot y \cdot \left[ -\frac{(x^* - D) \cdot e^{-a \cdot (x^* - D)}}{a} - \frac{1 \cdot e^{-a \cdot (x^* - D)}}{a^2} + \frac{D \cdot e^{a \cdot D}}{a} - \frac{1 \cdot e^{a \cdot D}}{a^2} \right] = 2 \cdot y \cdot \left[ -\frac{2 \cdot e^{-1}}{a^2} + \frac{D \cdot e^{a \cdot D}}{a} - \frac{1 \cdot e^{a \cdot D}}{a^2} \right]$$

$$A_6 = -2 \cdot \beta \cdot \int_0^{x^*} [x \cdot (x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)}] dx = -2 \cdot \beta \cdot e^{a \cdot D} \cdot \left[ \int_0^{x^*} [x^2 \cdot e^{-a \cdot x}] dx - D \cdot \int_0^{x^*} [e^{-a \cdot x}] dx \right]$$

Разность интегралов равна:

$$\int_0^{x^*} [x^2 \cdot e^{-a \cdot x}] dx - D \cdot \int_0^{x^*} [e^{-a \cdot x}] dx = e^{-a \cdot x^*} \cdot \left[ -\frac{x^{*2}}{a} - \frac{2 \cdot x^*}{a^2} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D \cdot e^{-a \cdot x}}{a} - \frac{D}{a}$$

$$\int x^2 \cdot e^{-a \cdot x} dx = -\frac{x^2}{a} \cdot e^{-a \cdot x} - \frac{2 \cdot x}{a^2} \cdot e^{-a \cdot x} - \frac{2}{a^3} \cdot e^{-a \cdot x} \quad (17)$$

где:  $u = x^2; dw = e^{-a \cdot x} dx$

Выражения (16) и (17) позволяют произвести интегрирование выражений для B и A в уравнении (15). Приравнительно к B можно записать:

$$B = \int_{x^*}^{\infty} [(x - D) \cdot e^{-a \cdot (x-D)} + y - y]^2 dx = \int_{x^*}^{\infty} [(x - D)^2 \cdot e^{-2 \cdot a \cdot (x-D)}]^2 dx.$$

Используя соотношение (16) имеем:

$$B = \int_{x^*}^{\infty} [(x - D)^2 \cdot e^{-2 \cdot a \cdot (x-D)}]^2 dx = [e^{-2 \cdot a \cdot (x-D)} \cdot \left( \frac{(x - D)^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot (x - D)}{4 \cdot a^2} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right)]$$

В связи с тем, что на бесконечности первообразная равна нулю, получим:

$$B = e^{-2 \cdot a \cdot (x^* - D)} \cdot \left( \frac{(x^* - D)^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot (x^* - D)}{4 \cdot a^2} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right)$$

С учетом (11), уравнение для определения B преобразуется к виду:

$$B = e^{-2} \cdot \left( \frac{1}{2 \cdot a^3} - \frac{2}{4 \cdot a^3} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right) = e^{-2} \cdot \frac{5}{4 \cdot a^3}$$

Вычисление интеграла A производится в следующей последовательности:

В результате получим:

$$A_6 = -2 \cdot \beta \cdot \{e^{-a \cdot x^*} \cdot \left[ -\frac{x^{*2}}{a} - \frac{2 \cdot x^*}{a^2} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D \cdot e^{-a \cdot x}}{a} - \frac{D}{a}\} = -2 \cdot \frac{a \cdot y}{1+a \cdot D} \cdot \{e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^3} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^3} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D \cdot e^{-(1+a \cdot D)}}{a} - \frac{D}{a}\}$$

Необходимое условие минимума функционала (15) выполняется при решении следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d\Psi}{da} = 0; \\ \frac{d\Psi}{dD} = 0; \end{cases}$$

где:  $\Psi = A + B = e^{-2} \cdot \frac{5}{4 \cdot a^3} + e^{-2} \cdot \left[ -\frac{1}{2 \cdot a^3} - \frac{2}{4 \cdot a^3} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right] + \left[ \frac{D^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot D}{4 \cdot a^2} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right] \cdot e^{2 \cdot a \cdot D} + 2 \cdot y \cdot \left[ \frac{2}{a^2} \cdot e^{-1} + \frac{D}{a} \cdot e^{a \cdot D} - \frac{1}{a^2} \cdot e^{a \cdot D} \right] - \frac{2 \cdot a \cdot y}{1+a \cdot D} \cdot \{e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^3} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^3} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D}{a} \cdot e^{-(1+a \cdot D)} - \frac{D}{a}\} = \left[ \frac{D^2}{2 \cdot a} - \frac{2 \cdot D}{4 \cdot a^2} - \frac{2}{8 \cdot a^3} \right] \cdot e^{2 \cdot a \cdot D} - \frac{4 \cdot y}{a^2} \cdot e^{-1} + \frac{2 \cdot D \cdot y}{a} \cdot e^{a \cdot D} - \frac{2 \cdot y}{a^2} \cdot e^{a \cdot D} - \frac{2 \cdot a \cdot y}{1+a \cdot D} \cdot \{e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^3} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^3} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D}{a} \cdot e^{-(1+a \cdot D)} - \frac{D}{a}\}$

Первоначально вычисляется производная  $\Psi$  по  $a$ :

$$\frac{d\Psi}{da} = 2 \cdot D \cdot e^{2 \cdot a \cdot D} \cdot \left( \frac{D^2}{2 \cdot a} - \frac{D}{2 \cdot a^2} - \frac{1}{4 \cdot a^3} \right) + e^{2 \cdot a \cdot D} \cdot \left( -\frac{D^2}{2 \cdot a^2} + \frac{3 \cdot D}{2 \cdot a^3} + \frac{1}{a^4} \right) - \frac{8 \cdot y}{e \cdot a^3} + D \cdot e^{a \cdot D} \cdot \left( \frac{2 \cdot y \cdot a}{a} - \frac{2 \cdot y}{a^2} \right) + e^{a \cdot D} \cdot \left( \frac{4 \cdot y}{a^3} - \frac{2 \cdot y \cdot D}{a^2} \right) + \frac{2 \cdot y \cdot D}{(1+a \cdot D)^2} \cdot \left[ e^{-1} \cdot e^{-a \cdot D} \cdot \left( -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^2} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^2} - \frac{2}{a^2} \right) + \frac{2}{a^2} + \frac{D}{e} \cdot e^{-a \cdot D} - D \right] - \frac{2 \cdot D \cdot y}{(1+a \cdot D)^2} \cdot \left[ -\frac{6}{a^3} - \frac{D^2}{e} \cdot e^{-a \cdot D} \cdot \frac{D}{e} \cdot e^{-a \cdot D} \cdot \left( -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^2} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^2} - \frac{2}{a} \right) + e^{-1} \cdot e^{-a \cdot D} \cdot \left( \frac{14}{a^3} + \frac{4 \cdot D}{a^2} \right) \right] = 0 \quad (18)$$

При дифференцировании  $\frac{d\Psi}{dD}$  целесообразно учесть уравнение связи  $y = D \cdot e^{a \cdot D}$ . Тогда справедливо соотношение:  $dy = e^{a \cdot D} \cdot (1 + a \cdot D) \cdot dy$ . Отсюда следует, что производная имеет вид:  $\frac{dy}{dD} = e^{a \cdot D} \cdot (1 + a \cdot D)$ . Тогда:

$$\frac{d\Psi}{dD} = 2 \cdot a \cdot e^{a \cdot D} \cdot \left[ \frac{D^2}{2 \cdot a} - \frac{D}{2 \cdot a^2} - \frac{1}{4 \cdot a^3} \right] + e^{a \cdot D} \cdot \left[ \frac{D}{a} - \frac{1}{2 \cdot a^2} \right] - \frac{4}{e \cdot a^2} \cdot e^{a \cdot D} \cdot (1 + a \cdot D) + \frac{2}{a} \cdot e^{a \cdot D} \cdot [y - a \cdot y \cdot D + D \cdot e^{a \cdot D} \cdot (1 + a \cdot D)] - \frac{2}{a^2} \cdot e^{a \cdot D} \cdot [e^{a \cdot D} \cdot (1 + a \cdot D) + a \cdot y] - 2 \cdot a \cdot \{e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^3} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^3} - \frac{2}{a^3} \right] + \frac{2}{a^3} + \frac{D}{a} \cdot e^{-(1+a \cdot D)} - \frac{D}{a}\} \cdot \left[ \frac{e^{a \cdot D} \cdot (1+a \cdot D) - a \cdot y}{(1+a \cdot D)^2} \right] + \frac{2 \cdot a \cdot y}{(1+a \cdot D)} \cdot \left\{ -\frac{1}{a} + \frac{1}{a} \cdot e^{-(1+a \cdot D)} - e^{-(1+a \cdot D)} + \left( -a \cdot e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{(1+a \cdot D)^2}{a^3} - \frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^3} - \frac{2}{a^3} \right] + e^{-(1+a \cdot D)} \cdot \left[ -\frac{2 \cdot (1+a \cdot D)}{a^2} - \frac{2}{a^2} \right] \right\} = 0 \quad (19)$$

#### Список литературы

1. Трещалин М.Ю. Исследование процесса капиллярного подъема жидкости в нетканых материалах / М.Ю. Трещалин, В.С. Мандрон, Г.К. Мухамеджанов. - Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. - 2009, № 4С, с. 24 - 26.
2. Браславский В.А. Капиллярные процессы в текстильных материалах. - М.: Легпромбытиздат, 1987. - 112 с.

## ПОЗИЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МАНИПУЛЯТОРА С ОПТИМАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

**Третьякова Марина Николаевна**

Кандидат педагогических наук, доцент, Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

**Бородин Олег Александрович**

Студент 5-ого курса, Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

#### POSITION THE ACTUATOR ARM WITH THE OPTIMAL REGULATOR

Tretyakova Marina Nikolaevna, Candidate of pedagogical Sciences, associate Professor, Togliatti state University, Togliatti  
Borodin Oleg Aleksandrovich, Student of the 5th course, Togliatti state University, Togliatti

#### АННОТАЦИЯ

Разработана позиционная система электропривода с оптимальным регулятором, обеспечивающая предельное быстродействие и улучшенные показатели качества процесса перемещения каретки портала манипулятора. Приведены структура и расчет параметров оптимального регулятора, а также осциллограммы электромеханических процессов работы системы электропривода.

ABSTRACT

Developed positional drive system with an optimal controller that provides maximum performance and improved quality processes of carriage travel portal manipulator when mining a given move. Given the structure and calculation of parameters of the optimal regulator, as well as waveforms of Electromechanical processes of the system drive.

Ключевые слова: позиционные быстродействующие системы, электроприводы с оптимальным регулятором.

Keywords: positional fast systems, electrical drives with optimal regulator.

Для обслуживания металлообрабатывающих станков механосборочного производства ОАО «АВТОВАЗ» широко используются порталные манипуляторы. Рабочий цикл манипулятора состоит из трех основных этапов: разгрузка детали, перемещение каретки в позицию загрузки, затем загрузка детали. Здесь наиболее длительными этапами являются этапы разгрузки и загрузки детали (86% от времени разгрузки – загрузки). Существующая система

электропривода, построенная на базе промышленного контроллера с коллекторным двигателем, не способна обеспечить требуемое быстродействие, что ведет к общей потере производительности автоматической линии. В связи с этим эффективным средством решения такой задачи является применение системы электропривода с оптимальным регулятором [1, с.23].

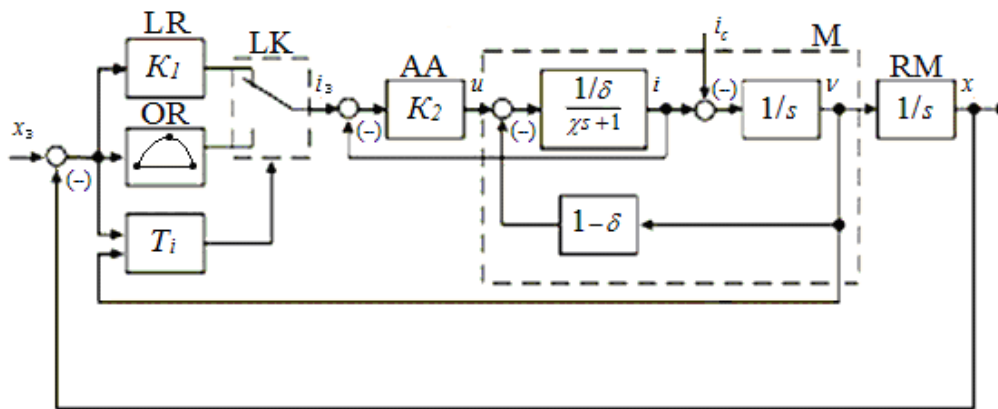


Рисунок 1. Позиционный электропривод с оптимальным регулятором

Силовая часть системы позиционного электропривода (рисунок 1) содержит вентильный двигатель М, выполненный на базе синхронной машины с возбуждением от редкоземельных постоянных магнитов и управлением транзисторных ключей инвертора от датчика углового положения ротора. Вал ротора двигателя соединен с редуктором и реочной парой RM. Использование в схеме оптимального OR регулятора и идентификатора Ti позволяет достичь требуемого быстродействия, а затем через логический LK ключ после окончания отработки заданного угла  $x_3$  осуществить переключение на линейный регулятор LR.

При математическом описании уравнения вентильного двигателя [2, 3] запишем в относительных единицах

$$\frac{di}{d\tau} = \frac{1}{\delta \cdot \chi} u - \frac{1-\delta}{\delta \cdot \chi} v - \frac{1}{\chi} i ; \tag{1}$$

$$\frac{dv}{d\tau} = \mu - \mu_c ; \tag{2}$$

$$\frac{dx}{d\tau} = v, \tag{3}$$

где  $i$  – относительная величина тока двигателя;  $u$  – относительная величина напряжения статора;  $v$  – относительная величина угловой скорости;

$\delta$  – скольжение;  $\mu$  – относительная величина вращающего момента двигателя;  $\mu_c$  – относительная величина момента статической нагрузки;  $x$  – относительная величина перемещения каретки;  $\tau$  – относительное (безразмерное) время;  $\chi$  – относительная (безразмерная) электромагнитная постоянная времени двигателя.

При использовании относительных единиц электромагнитный момент двигателя равен току якоря, т.е.  $\mu = i$ . Наличие в схеме жесткой отрицательной обратной связи по току, безынерционного широтно-импульсного преобразователя и регулятора тока AA с общим коэффициентом передачи K2 позволяет получить практически безынерционное протекание электромагнитных процессов в статорной цепи двигателя. Учитывая, что  $K2 \gg 1$ , уравнение для тока имеет вид

$$i = i_3 - (1-\delta)/K_2 \cdot v, \tag{4}$$

где  $i_3$  – заданное значение тока.

Для описания движения замкнутой позиционной системы требуется к уравнениям двигателя добавить уравнение ошибки  $\mathcal{E}$  (отклонения)

$$\mathcal{E} = x_3 - x . \tag{5}$$



Расчет параметров оптимального регулятора производится на основании постановки и решения задачи линейного перемещения каретки на величину  $x_3$  за наименьшее время при действии на валу момента нагрузки  $\mu_c = const$ . На управление наложено ограничение по току (вращающему моменту):  $-i_{max} < i < i_{max}$ , где  $i_{max}$  – величина ограничения.

Требуется найти такое управление, при котором объект переводится из начального состояния  $x(0) = 0, v(0) = 0$  в конечное состояние  $x(\tau_k) = x_3, v(\tau_k) = 0$  за минимальное время  $\tau_k = T_{min}$ . Здесь  $\tau_k$  – время перемещения каретки манипулятора. Для решения задачи используем принцип максимума Л.С. Понтрягина. Оптимальное управление может быть представлено в виде [3, 4]

$$i = \begin{cases} i_{max}, & \text{если } 1 \geq \varepsilon \geq \varepsilon_n; \\ -i_{max}, & \text{если } \varepsilon_n > \varepsilon \geq 0, \end{cases} \quad (6)$$

где  $\varepsilon_n$  – ошибка в момент переключения.

Значения  $\varepsilon_n$  и  $\tau_k$  определяются исходя из граничных условий  $x(\tau_k) = x_s$  и  $v(\tau_k) = 0$  с использованием уравнений (2) и (3). Время перемещения, равное времени переходного процесса, определяется как

$$\tau_k = 2 \cdot \sqrt{\frac{i_{max} \cdot x_3}{(i_{max})^2 - (i_c)^2}} \quad (7)$$

Относительная ошибка переключения

$$\varepsilon_n = 1 - (i_{max} - i_c) \frac{(i_{max} + i_c)^2 \cdot (\tau_k)^2}{8(i_{max})^2 \cdot x_3} \quad (8)$$

В соответствии с приведенными уравнениями для реализации оптимального управления необходимо в начальный момент времени, когда  $\varepsilon = 1$ , с помощью OR создать на валу двигателя максимально допустимый момент  $i_{max}$ . Затем, при достижении ошибки  $\varepsilon = \varepsilon_n$ , создать на валу двигателя максимально допустимый момент обратного знака ( $-i_{max}$ ) и после окончания переходного процесса  $\tau_k = t_k / T_M$  осуществить переключение в режим работы с регулятором положения LR.

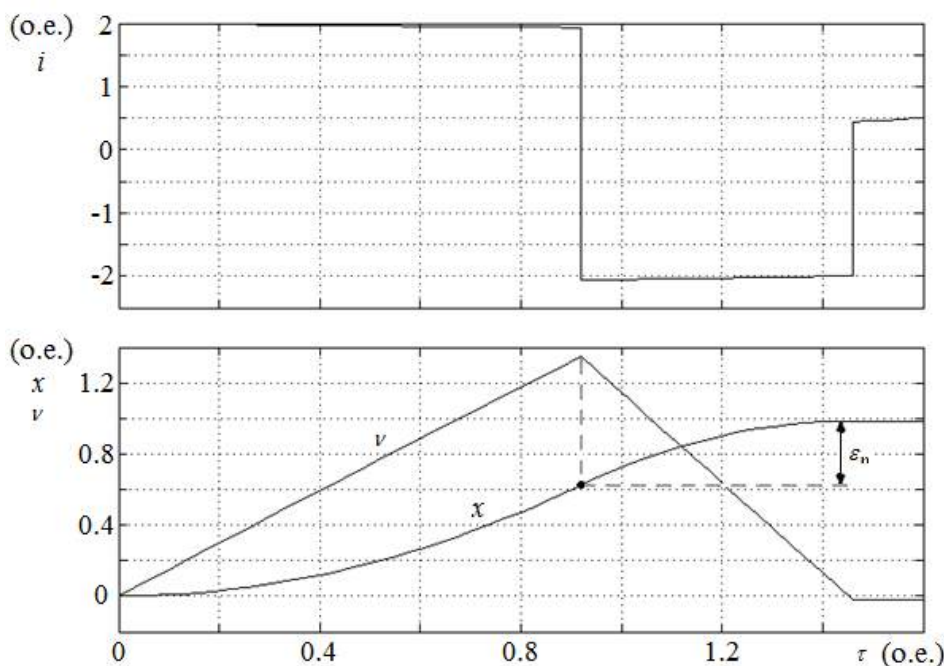


Рисунок 2. Переходные процессы в системе с оптимальным регулятором

Результаты моделирования переходных процессов в рассматриваемой системе представлены на рисунке 2. Из осциллограмм видно, что оптимальное движение каретки осуществляется в два интервала, т. е. за одно переключение. В начале движения на входе идентификатора Т1 ошибка  $\varepsilon = 1$  и  $v = 0$ , в результате логический LK ключ переводится в нижнее положение. Момент переключения момента происходит, когда ошибка  $\varepsilon$  регули-

рования достигает значения  $\varepsilon_n = 0,375$ . График изменения скорости вращения имеет характерный треугольный вид. Окончание оптимального перемещения определяется значением  $\tau_k = 1,46$ . При этом на входе идентификатора Т1 ошибка  $\varepsilon = 0$  и  $v = 0$  логический ключ LK переводится в верхнее положение, т.е. регулятор OR отключается и подключается регулятор LR.

Таким образом, предлагаемая схема позиционного электропривода с оптимальным регулятором обеспечивает апериодический характер переходного процесса перемещения каретки с заданным высоким быстродействием. Полученные аналитические выражения позволяют определять параметры системы в момент переключения регуляторов, что является основой методики расчета регуляторов и траектории движения позиционной системы.

#### Список литературы

1. Денисов В.А. Системы позиционного электропривода с переменной структурой управления. – М.: из-во Спутник+. 2013 – 119 с.
2. Денисов В.А., Бочкачев А.В. Управление линейным электроприводом малых перемещений // Электротехника, 2011, №2, С. 16-19.
3. Денисов В.А., Жуков А.В. Математическое моделирование работы шагового двигателя в составе мехатронного модуля компенсации износа режущего инструмента // Известия Самарского научного центра РАН, 2012, том 14, №6, С. 54-58.
4. Денисов В.А., Жангиров М.Э. Система электропривода поворота антенны с переменной структурой в канале управления Вестник Самарского гос. техн.универ.Техническая серия, 2012, №2, С.115-120.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ ПО ОДНОМУ АНАЛОГУ

**Целищев Владимир Семенович**

кандидат технических наук, доцент, Институт государственного управления, права и инновационных технологий, г. Москва

**Выскуп Виктор Гаврилович**

доктор технических наук, профессор, Институт государственного управления, права и инновационных технологий, г. Москва

### THE DESIGN OF A DIFFICULT SYSTEM BASED ON ONE ANALOGUE

Vladimir Tselishchev, Candidate of Science, assistant professor, Institute of public administration, law and technology innovation, Moscow

Viktor Vyskub, Doctor of sciences, professor, Institute of public administration, law and technology innovation, Moscow

#### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается задача оперативного анализа сложной системы. Для проектирования используется обучающее подпространство, в качестве которого выступают вектора входных и выходных характеристик известного аналога. Математически задача сводится к минимизации функции отклонения между обучающим подпространством и новым техническим заданием. Предлагаемый подход дает возможность определить приближенно характеристики проектируемой системы.

#### ABSTRAKT

The work describes the task of rapid analysis of difficult systems. The vectors of entrance and output characteristics of known analogue form teaching subspace. Mathematically the task is taken to minimization of function of deviation between teaching subspace and new requirement specification. The proposed approach makes it possible to determine the approximate characteristics of the designed system.

Ключевые слова: сложная система; оперативный анализ; проектирование; линейные пространства; входные, выходные характеристики.

Keywords: difficult system; operational analysis; design; linear spaces; entrance, output characteristics.

При проектировании сложных систем, на ранних этапах, возникает задача определения выходных характеристик этих систем. Задача затрудняется тем, что нет полной информации о зависимостях выходных характеристик от входных. Если существуют аналогичные ранее разработанные системы с известными входными и выходными характеристиками, то опираясь на предыдущие разработки, можно приближенно рассчитать выходные характеристики разрабатываемой системы. Предлагаемый подход основывается на эволюционном развитии сложных систем и теории преобразования линейных пространств [2]. В данном случае рассматривается задача построения модели и определения выходных характеристик сложной системы по одному аналогу.

Пусть существует разработанная система  $A_1$  с известными входными и выходными характеристиками, хотя и с неизвестной зависимостью выходных характеристик от входных. Представим входную характеристику ранее разработанной системы в виде вектора  $A_1$

$(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n})$ , где  $a_{11} \dots a_{1n}$  входные характеристики системы. Выходную характеристику системы обозначим  $F_1$ . Входную характеристику новой разрабатываемой системы представим в виде вектора  $A_y (a_{y1}, a_{y2}, \dots, a_{yn})$ . Выходную неизвестную характеристику новой разрабатываемой системы обозначим  $F_y$ .

Линейное преобразование вход-выход представим уравнениями:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = F_1$$

$$a_{y1}x_1 + a_{y2}x_2 + \dots + a_{yn}x_n = F_y.$$

Здесь  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – неизвестные параметры линейного преобразования.

В этой системе число неизвестных  $n$  гораздо больше числа уравнений. Решить точно данную систему уравнений не представляется возможным. Геометрическая интерпретация применяемого подхода приведена на рисунке 1.

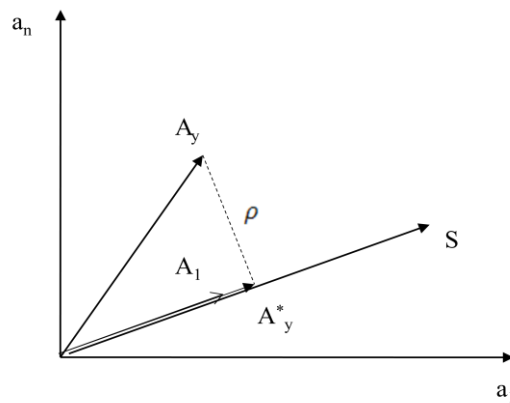


Рисунок 1. Пространство входных характеристик систем

В многомерном пространстве входных характеристик  $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}$  показаны вектор  $A_1$  ранее разработанной системы-аналога и вектор  $A_y$  новой разрабатываемой системы. Вектор входных характеристик умножается на некоторый множитель оценивания  $\lambda$ , образуя «обучающее подпространство» - вектор  $S$ , на который с конца вектора  $A_y$  опускается перпендикуляр  $\rho$  (вектор уклонения) [1]. Величина уклонения проектного задания от обучающего вектора определяется выражением  $\rho^2 = (S - A_y)^2$ .

Проекция вектора  $A_y$  на обучающий вектор  $S$  определяет вектор  $A_y^*$ . При этом  $A_y^* = \lambda_{\text{опт}} A_1$ , где  $\lambda_{\text{опт}}$  оптимальное значение множителя  $\lambda$ . В пространстве выходных характеристик, в общем случае  $m$ -мерном (рисунок 2), показаны отображение  $U$  обучающего вектора  $S$  в пространстве выходных характеристик и вектор  $B(A_y^*)$ , который соответствует  $A_y^*$ .

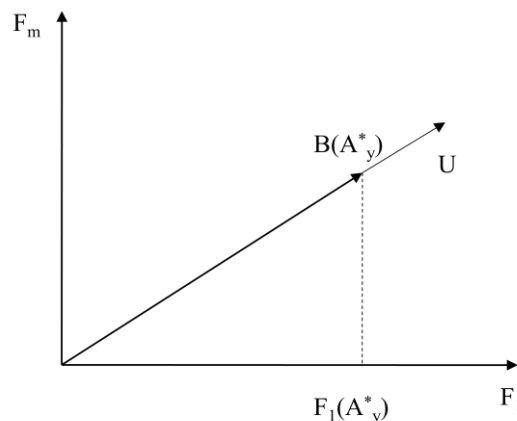


Рисунок 2. Пространство выходных характеристик систем

Опустив перпендикуляр на одну из осей –  $F_1$ , получаем выходную характеристику разрабатываемой системы –  $F_1(A_y^*)$ . В рассматриваемой одномерной задаче искомая выходная характеристика  $F_y \approx \lambda_{\text{опт}} F_1$ . Конечное значение уклонения  $\rho$  определяет соответствующую ошибку оценки.

В матричном представлении функция уклонения  $\rho^2$  выражается

$$\rho^2 = [\lambda \cdot [A_{1,n}] - [A_{1,n}]_y]^2,$$

где  $\lambda$  – оптимальный множитель оценивания,  $[A_{1,n}]$  – матрица данных аналога размером  $1 \times n$ ,  $[A_{1,n}]_y$  – матрица данных нового технического задания  $A_y$  размером  $1 \times n$ .

Минимизация функции уклонения приводит к получению значения оптимального множителя оценивания:

$$\lambda_{\text{опт}} = [A_{1,n}^* \cdot [A_{1,n}]_y^T],$$

где  $A^* = ([A_{1,n}] \cdot [A_{1,n}]^T)^{-1} \cdot [A_{1,n}]$  – обобщенная обратная матрица.

Получаемые в результате описанного анализа оценки выходных характеристик являются комплексными и основываются на их линейной зависимости от входных характеристик. Увеличение числа аналогов дает возможность более полно учесть особенности проектируемых систем и тем самым снизить погрешность оценки. Описанный подход может быть применен для анализа и оценки не только сложных технических систем, но и систем иного профиля.

#### Литература

1. Выскуб, В.Г. Применение оперативного анализа при проектировании сложных систем/ В.Г. Выскуб, В.С. Целищев// Динамика сложных систем. – 2013.- №1. С.56-58.
2. Шилов, Г.Е. Конечномерные линейные пространства/ Г.Е. Шилов.- М.: Наука, 1969. - 432с.

## CHOICE OF OPTIMIZATION MODELS OF RELIABILITY INDICATORS OF VEHICLES

**Tulenov Aydarali**

*Candidate of Engineering, professor of M.Aueзов, South Kazakhstan State University, Shymkent city*

**Pernebekov Saken**

*Candidate of Engineering, associate professor of M.Aueзов, South Kazakhstan State University, Shymkent city*

**Dzhunusbekov Aitmukamed**

*Candidate of Engineering, Senior lecturer of M.Aueзов, South Kazakhstan State University, Shymkent city*

**Balabekov Zetbek**

*Candidate of Engineering, Senior lecturer of M.Aueзов, South Kazakhstan State University, Shymkent city*

### ВЫБОР МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Туленов Айдарали Туленович, к.т.н., профессор Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова, г.Шымкент*

*Пернебеков Сакен Садибекович, к.т.н., ассоциированный профессор Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова, г.Шымкент*

*Джунисбеков Айтмухамед Сагимбекович, к.т.н, старший преподаватель Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова, г.Шымкент*

*Балабеков Зетбек Азабекович, Candidate of Engineering, Senior lecturer of M.Aueзов, South Kazakhstan State University, Shymkent city*

#### ABSTRACT

*The main characteristics of the efficiency of the use of mass and serial production machines, as well as many technical products, are their performance and cost, as determined in the specific calculation per production unit. Production cost depends on the cost of production (purchase) and ensuring the serviceable condition, on the expenses rate of operating materials. In this regard, this paper proposes methods for determining the total average resource of the machine, its aggregation, subassembly, parts, spare parts, the total costs of wear of the machine for the full resource, as well as the cost of maintenance and compensation for damage due to wear for a full resource through cycles of exploitation, in which the optimization criterion is the minimum overall average unit cost of production and ensuring the serviceable condition of machinery at constant performance.*

#### АННОТАЦИЯ

*Важнейшими характеристиками эффективности использования машин массового и серийного изготовления, как и многих технических изделий, является их производительность и себестоимость, определяемая в удельном исчислении на единицу продукции. Себестоимость зависит от стоимости изготовления (приобретения) и обеспечения работоспособного состояния, от расхода эксплуатационных материалов. В связи с этим в данной статье предложены методы определения полного среднего ресурса машины, ее агрегата, сборочной единицы, детали, запасной части, общей стоимости изнашивания за полный ресурс машины, а также стоимости текущего ремонта и компенсации ущерба из-за износов за полный ресурс с помощью циклов эксплуатации, в которых критерием оптимизации является минимум суммарной средней удельной стоимости изготовления и обеспечения работоспособного состояния техники при постоянной производительности.*

*Keywords: the optimization criterion, standards of reliability, the objective function, failures and faults, compensation for losses, wear, full resource, the frequency of service, exploitation cycle, maintenance, productivity of machines.*

*Ключевые слова: Критерий оптимизации, нормативы надежности, целевая функция, отказы и неисправности, компенсации потерь, износ, полный ресурс, периодичность обслуживания, цикл эксплуатации, текущий ремонт, производительность машин.*

The challenge of improving the system of maintenance and repair aims to improve the structure of the standards and methods of determining the values of the norms in their relationships, by the creation of these methodological prerequisites for managing the implementation of the reliability indicators of machines in exploitation process.

We propose a method based on the use of mathematical modeling that allows to optimize the value of frequency of maintenance and allowable wear and resource in their relationship at the minimum of the initial information, minimizing the natural experiment. For the optimization criterion of periodicity of maintenance operations a minimal sum of specific general costs for maintaining the machines in fixed or only working conditions was set that provide maximum machine performance in these exploitation conditions.

Reliability engineering is engineering that emphasizes dependability in the lifecycle management of a product. Dependability, or reliability, describes the ability of a system or component to function under stated conditions for a specified period of time. Reliability engineering is a sub-discipline within systems engineering. Reliability is theoretically defined as the probability of failure, the frequency of failures, or in terms of availability, a probability derived from reliability and maintainability. Maintainability and maintenance may be defined as a part of reliability engineering. Reliability plays a key role in cost-effectiveness of systems.

Although reliability is defined and affected by stochastic parameters, according to some acknowledged specialists, quality, reliability and safety are achieved by mathematics and statistics. Nearly all teaching and literature on the subject emphasizes these aspects.

Currently, most research organizations involved in further development of transport schemes and development activities to enhance the reliability of transport equipment and complex as a whole.

Scientists of Kazakhstan, including scientists of M. Auev South Kazakhstan State University are working on the development of new advanced methods of selecting and determining the reliability of transport systems and introducing them to life.

The need of application for engineering calculations of dependences considering the influence of reliability of machinery on efficiency of their use is caused by requirements of reliability level. When determining indicators of reliability of assembly units and systems, refusals of which are not life-threatening for people, is used the criteria of efficiency. It belongs also to machinery and their aggregation. In this regard, primarily it is necessary to develop a definition model by criterion of reliability indicators of products in general view, and then – special cases of its application.

Optimization criterion of reliability standards of machinery, proceeding from the economic interest as a whole can be the minimum sum  $c(t)$  of average specific costs of machinery production  $C_m$ , capital repairs  $C_{c.r.m.}$ , maintenance of emergency and malfunctions (running repairs)  $C_{r.r.m.}$ , compensations of losses caused by wear (productivity decline, increasing of an expense of exploitation materials, etc.)  $C_{c.l.m.}$ . These costs on average specific calculation are defined on operating time unit  $t_{r.m.}$  for a full resource. For decreasing a wear rate and providing a demanded level of probability of no-failure operation the maintenance, costs of which  $C_m$  belongs to frequency of  $t_{r.m}$  service is carried out.

Restriction at such criterion is the constant productivity of the machinery. As it decreases in process of increase of an operating time because of growth of parameters of a stream of refusals and idle times accompanying them, and also increase of wear, the additional number of machinery is required, cost of which should be considered when determining a minimum of expenses. Besides, restriction is the limit wear  $WL$  revealed by criteria of impossibility of further operation: consequently in wear it is caused a breakage of details, mechanism jamming, etc. or assembly unit gets to a zone of intensive failure.

Model posterization, as accepted is, that the cost of elimination of refusal is considered independent from an operating time between failures and value of admissible wear, and the cost of maintenance doesn't depend on frequency of its performance. It is accepted also that maintenance completely restores the system.

Taking into account the made prerequisites an objective function (sum  $c(t)$ ) has the following appearance:

$$C(t) = \frac{C_m + C_{r.r.m.}C_{c.r.m.} + C_{r.r.m.} + C_{c.l.m.}}{t_{r.m.}} + \sum_i \frac{C_{mi}}{t_{r.m.}} \rightarrow \min \quad (1)$$

We will accept the general process of restoration at which, as it is known from the theory of reliability [1], the average operating time to first failure  $t_r'$  differs from an average operating time between refusals  $t_r''$ , but the last are accepted by the identical; the random variable  $v(t)$  is equal to number of the refusals which have happened for an operating time  $t$ . In this case  $t=t_{r.m.}$ .

Therefore, the full average resource of the machine, of its aggregate, assembly unit, details, spare part is defined by a ratio

$$\begin{aligned} t_{r.m.} &= t_r' + t_r''(v(t) - 1) = M t_r' \\ M &= 1 + K(v(t) - 1), \\ K &= t_r''/t_r' \end{aligned} \quad (2)$$

The first two members  $C_m$  and  $C_{c.l.m.}$  criterion function (1) reflect a total cost of wear for a full resource  $t_{r.m.}$ . Now, we will express a total cost of wear  $C_{t.c.m.}$  by means of number of the period  $v(t)$  (cycles) of operation and we will consider that objects are exposed to repair  $(v(t)-1)$  more times as at requirement under repair after the last cycle of operation they are written off. Therefore,

$$C_{t.c.m.} = C_m + C_{c.r.}(v(t) - 1), \quad (3)$$

Thus  $C_{t.c.}$  - the average total cost of wear, falling on one refusal (an operation cycle), - is defined as

$$C_{t.c.} = (C_m + C_{c.r.}(v(t) - 1)) / v(t) \quad (4)$$

We will reveal also the cost of maintenance and damage compensation because of wear for a full resource by means of number of cycles of operation. When determining resources by efficiency criterion of maintenance cost  $C_{r.r.}$  for any cycle of operation has the same value. The same belongs and to the cost of compensation of damage because of wear  $C_{c.r.}$ .

In this regard the overall cost of maintenance  $C_{r.r.m.}$  for a full resource is defined as

$$C_{r.r.m.} = v(t) \cdot C_{r.r.} \quad (5)$$

and the overall cost of compensation of losses because of the wear  $C_{c.l.m.}$  for the same resource will be

$$C_{c.l.m.} = v(t) \cdot C_{c.l.} \quad (6)$$

Let's transform criterion function (1) by means of the received ratios (2), (4), (5) and (6) and after elementary algebraic transformations we will receive

$$C(t) = \frac{v(t)}{M} + \frac{C_{c.c.} + C_{r.r.} + C_{c.l.}}{t_r} + \sum_i \frac{C_{mi}}{t_{mi}} \rightarrow \min, \quad (7)$$

At determination of costs  $C_{r.r.}$  of carrying out of maintenance it is necessary to consider not only the cost of the spent spare parts  $C_{sp.}$ , materials  $C_m$ , cost of work of the production personnel  $C_w$ , but also cost of compensation of idle times at repairs  $C_{i.t.r.}$ :

$$C_{r.r.} = C_{sp.} + C_w + C_m + C_{i.t.r.} \quad (8)$$

Cost of  $C_{i.t.r.}$  reflects reduction of productivity of the machinery because of idle times in maintenance. Idle times are estimated by  $K_{t.u.}$  coefficient of technical use. As in process of increase of an operating time the coefficient  $K_{t.u.}$  decreases, it is necessary to introduce a reserve for ensuring former productivity, as is connected with cost  $C_{i.t.r.}$  on acquisition (production) of additional number of the machinery that compensate idle times.

If to take for as a measurement the productivity measure at maximum value of coefficient  $K_{t.u.}$  max, which takes

place at the initial stage of a resource  $t'r$ , then expenses for this resource on compensation of idle times will be equal

$$C_{i.tr} = C_{t.c} \left( 1 - \frac{K_{cu}(t_r)}{K_{cu.max}} \right) \quad (9)$$

where  $K_{t.u.}(tr)$  – the average value of coefficient for an operating time  $tr$ .

At all always it is necessary to introduce all earlier listed factors into model of calculation of indicators. Really, the criterion of optimization (7) is revealed proceeding from requirements of market economy - and directly related to machines as a whole. As for separate assembly unit for which it is required to develop, for example, optimum rules of replacements of constructive elements at elimination of refusals, in this case the highest system is the aggregate and the machinery.

The need for private models of optimization of such indicators, as a resource of assembly units, limit wear, frequency of service, and then the rules of replacements of constructive elements is defined by the specified. These models are special manifestation of model (7) and differ by a specification of considered factors and used mathematical apparatus.

The main characteristics of the efficiency of the use of mass and serial production machines, as well as many technical products, are their performance and cost, as determined in the specific calculation per production unit. Production cost depends on the cost of production (purchase) and ensuring the serviceable condition, on the expenses rate of operating materials. In this regard, this paper proposes methods for determining the total average resource of the machine, its aggregation, subassembly, parts, spare parts, the total costs of

wear of the machine for the full resource, as well as the cost of maintenance and compensation for damage due to wear for a full resource through cycles of exploitation, in which the optimization criterion is the minimum overall average unit cost of production and ensuring the serviceable condition of machinery at constant performance.

In summary it should be noted that criterion function is developed for which criterion of optimization by which the minimum sum of average specific expenses for production (acquisition) of machines and their maintenance in the operating state providing a constant, the maximum possible productivity in these conditions are accepted. The offered models allow to predict the need in corresponding technical influences and, therefore, to carry out a preparation of production.

#### References

1. Sheynin A.M., Tulenov A.T. Improvement of standards of reliability of machines and their aggregates // Increasing the efficiency of the use of labor, energy and material resources at operation of machinery: Collected papers of scientific works /MADI. - M - 1981. pp.4-7.
2. Baykhelt F. Franken P. Reliability and maintenance. Mathematical approach: Translated from German. – M.: Radio and communication, 1988.
3. Pernebekov S.S., Ussipbayev U.A., Dzhunusbekov A.S., Meiirbekov A.A., Tortbayeva D.R. Definition of optimization model of reliability indicators of transport equipment in general view // In Science, Technology and Higher Education: materials of the IV international research and practice conference. – Westwood, Canada, 2014. - Vol. II. - P. 405-408

## ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Лашеных Александр Андреевич*

*кандидат техн. наук, доцент, Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье*

*Турпак Сергей Николаевич*

*кандидат техн. наук, доцент, Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье*

*Грицай Сергей Васильевич*

*старший преподаватель, Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье*

### LOGISTICS OF REPRESENTATION PROCESSES MATERIAL RESOURCES MOVEMENTS

*Laschenyh Alexander, the candidate tehn. Sciences, Associate Professor, Zaporizhzhya National Technical University, Zaporozhye*

*Turpak Sergey, the candidate tehn. Sciences, Associate Professor, Zaporizhzhya National Technical University, Zaporozhye*

*Gritsay Sergey, senior Lecturer, Zaporizhzhya National Technical University, Zaporozhye*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье предложены концептуальные основы логистического подхода к изучению и анализу транспортных процессов. Выполнена классификация логистических материалопроводящих процессов, определены их назначение, решаемые задачи и соответствующие технологии перемещения материальных ресурсов, методы организации и управления их перемещением.*

#### ABSTRACT

*In the article are considered conceptual bases of logistical approach to the study and analysis of transport processes. Logistics processes are classified, defined their purpose, tasks and related technologies move material resources, methods of organization and control transport.*

*Ключевые слова: логистический процесс; транспортный процесс; материальный поток; способ транспортирования; складские операции.*

*Keywords: logistics process; transport process; material flow; method of transportation; warehouse operations.*

В настоящее время процесс перемещения материальных ресурсов регламентируется Единым транспортно-технологическим процессом. Существуют различные подходы к рассмотрению транспортного процесса. Одни авторы считают, что транспортный процесс – это совокупность действий, взаимосвязанных технических средств и живого труда, в результате которых происходит изменение пространственного состояния грузов и пассажиров [1]. Другие специалисты утверждают, что транспортный процесс – это процесс перемещения грузов или пассажиров, включающий: подготовку грузов к перевозке, подачу подвижного состава, погрузку грузов, оформление перевозочных документов, перемещение, выгрузку и сдачу груза грузополучателю [2-4].

По мнению третьей группы авторов, транспортный процесс – это совокупность организационно и технологи-

чески взаимосвязанных действий, а также операций, выполняемых транспортными компаниями и их подразделениями самостоятельно или согласовано с другими организациями при подготовке, осуществлении и завершении перевозок грузов [5-7].

В данной статье предлагаются концептуальные основы логистического подхода к изучению и анализу транспортных процессов. Материальный поток, продвигаясь к конечному потребителю, последовательно проходит цепь звеньев материалодвижения. Эти звенья могут представлять собой отдельные предприятия, участки, подразделения этих предприятий. На пути от первичного источника до конечного потребителя готового продукта периодически повторяются звенья цепи материалодвижения, обладающие схожими функциями. На рис. 1 приведена схема логистического материалопроводящего процесса (ЛМП) на металлургическом комбинате.

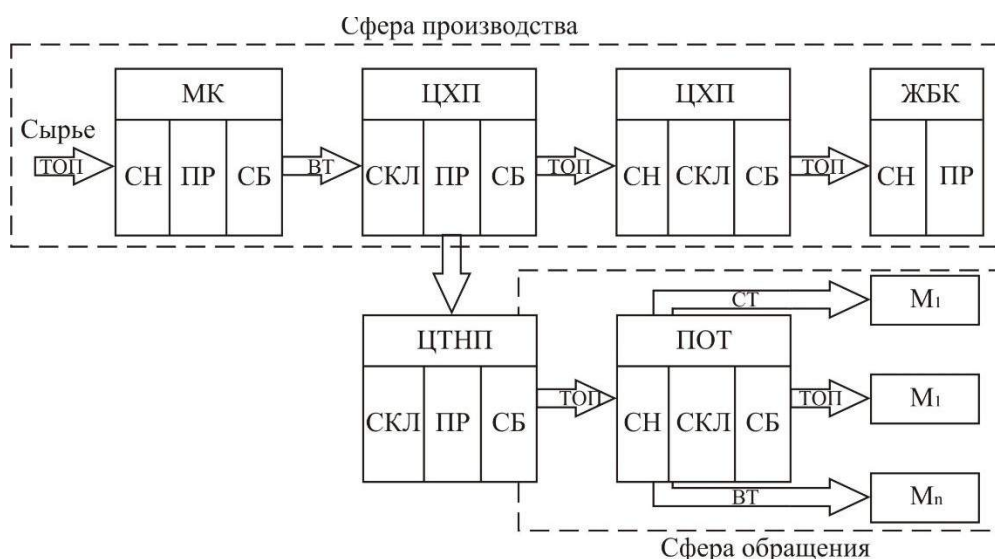


Рис.1. Принципиальная структура движения материальных ресурсов:

МК – металлургический комбинат; ЦХП – цех холодной прокатки; ЦТНП – цех товаров народного потребления;

МБ – металлобаза; ЖБК – железобетонный комбинат; ПОТ – предприятие оптовой торговли;

М1...Мn – сеть магазинов; ТОП – транспорт общего пользования; ПТ – промышленный транспорт; ВТ – ведомственный транспорт; СТ – собственный транспорт; СН – снабжение; ПР – производство; СБ – сбыт; СКЛ – складирование.

Каждое из представленных на схеме звеньев решает вопросы снабжения хозяйственной деятельности предметами труда. В каждом из звеньев продукция хранится и подвергается определенным операциям (воздействиями). Каждое из звеньев организует сбыт и отгрузку производственного продукта следующему звену. Перемещение продукции от звена к звену выполняет транспорт. Кроме того, по всей выделенной цепи циркулируют информационные потоки, обеспечивающие возможность управления материальными потоками. На одних участках транспортные и складские службы самостоятельно выполняют указанные на рис. 1 функции (транспортировка, складирование), на других выполняют эти функции в тесном взаимодействии с другими службами (коммерции, маркетинга, производства и т.д.).

В ходе логистического процесса материальный поток движется до предприятия, затем организуется его рациональное продвижение через цепь складских и производственных участков, после чего продукция движется до потребителя в соответствии с заказом последнего.

С позиции логистики в материалопроводящем процессе необходимо решение вопросов планирования потоков, организации движения грузов, интеграция перевозочного и производственного процессов и управление материальными потоками.

Таким образом, логистический материалопроводящий процесс включает два компонента: традиционный (построенный на Едином транспортно-технологическом процессе) и специфический (построенный на системном и кибернетическом подходах, методах исследования операций и управления).

Исходя из этого, можно дать следующее определение логистического материалопроводящего процесса.

Логистический материалопроводящий процесс – это множество логистических функциональных процессов с упорядоченной последовательностью логистических операций, направленный на обеспечение потребителя продукцией соответствующего качества в нужном количестве в требуемое время в требуемом месте. Формой логистического материалопроводящего процесса может быть,

например, перевозочный процесс, организационно-технологический процесс грузопереработки на складе, процесс снабжения промышленного предприятия сырьем и материалами, процесс транспортного обслуживания торговых предприятий и т.д.

Успешная реализация ЛМПП возможна на основе так называемой интеграционной логистики (ИЛ), которая предусматривает научно обоснованное четкое планирование согласованной последовательности действий при продвижении материальных ресурсов от пункта зарождения материального потока до пункта его поглощения. Интеграционная логистика проявляется в двух формах.

Научная логистика – научно обоснованные на основе экономико-математических методов планирование, контроль и управление транспортированием, складированием и другими организационно-техническими операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производственного предприятия, внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с его интересами и требованиями, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации.

Выработанные наукой знания позволяют принимать обоснованное решение при разработке технологии движения материальных потоков и управлять ими[8].

Логистика производственно-хозяйственной деятельности – представляет собой процесс управления движением и хранением сырья, компонентов и готовой продукции в хозяйственном обороте.

Здесь логистический материалопроводящий процесс включает в себя следующие составляющие: транспортирование, складирование, обработку материалов; защитную упаковку, укрупнение грузового места, контроль запасов, выбор места нахождения производства и складов, заказы на производство продукции; прогнозирование спроса, маркетинг и обслуживание потребителей.

Управление в логистическом материалопроводящем процессе предусматривает: непосредственные операции с материальным потоком (погрузка, разгрузка, транспортировка, хранение и т.п.); различные коммерческие операции, в результате которых вырабатывается договоренность участников процесса о прохождении потоков и их параметрах; поиск рациональных форм транспортно-экспедиционного обслуживания получателей груза; определение оптимальных путей, по которым должны пройти материальные потоки, а также мест их временного аккумуляирования и т.д.

Логистический процесс движения материальных ресурсов должен строиться в соответствии с «шестью правилами логистики» [9, 10]: груз – нужный товар, качество – необходимого качества, количество – в необходимом количестве, время – должен быть доставлен в нужное время, место – в нужное место, затраты – с минимальными затратами. Эти «шесть правил логистики» отражают конечную цель логистического управления.

Основой логистического материалопроводящего процесса являются следующие понятия и определения.

Логистический канал – это наименее упорядоченное множество элементов (звеньев) логистического материалопроводящего процесса (производителей, потребителей, складов общего пользования, пунктов перевалки и т.д.), осуществляющих логистические операции по доведению материального внешнего потока от производителей к потребителю (в случае производственного потребления) или до конечного потребителя.

Логистическая цепь – это линейно упорядоченное множество элементов (звеньев) логистического материалопроводящего процесса, осуществляющих логистические операции по доведению материального внешнего потока от одного микрологистического звена (производителя) до конечного звена (потребителя).

Схема преобразования логистического канала в логистическую цепь показана на рис. 2.

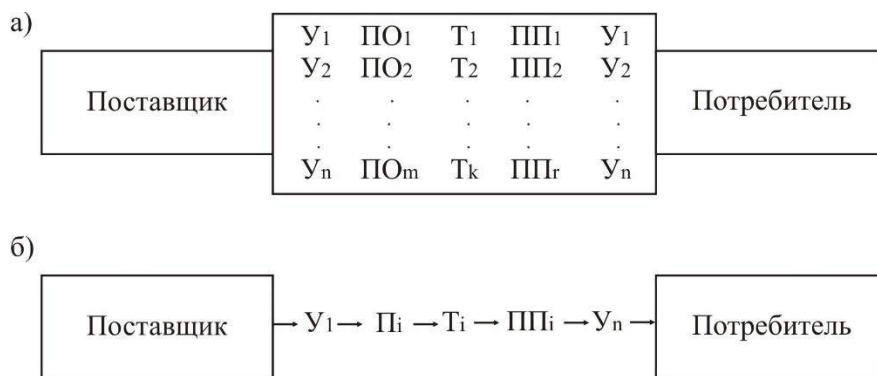


Рис. 2. Преобразование логистического канала (а) в логистическую цепь (б): У<sub>1</sub> - У<sub>n</sub> – множество участников процесса; ПО<sub>1</sub> - ПО<sub>m</sub> – множество пунктов отправления; Т<sub>1</sub> - Т<sub>k</sub> – множество терминалов; ПП<sub>1</sub> - ПП<sub>r</sub> – множество перегрузочных пунктов.

В большинстве случаев по логистической цепи проходит материальный поток от поставщика до потребителя и заканчивается либо операцией складирования, либо передачи груза другому участнику логистического процесса. В простейшем случае логистическая цепь состоит из поставщика и потребителя.

Логистическое звено – некоторый экономически и (или) функционально обособленный объект, не подлежащий дальнейшей декомпозиции для поставленной задачи анализа или синтеза логистического процесса, и в котором происходит изменение материального потока. К ним можно отнести: поставщиков материалов и потребителей продукции; перегрузочные пункты; склады и т.п.



В звеньях материальные потоки могут сходиться, разветвляться, дробиться и менять свои характеристики. Специфическими характеристиками звеньев, которые включаются в логистический процесс являются: отличие в характере и задачах работы; разная мощность и концентрация применяемого технологического оборудования и используемых ресурсов; рассредоточение технических

средств и трудовых ресурсов; мобильность транспортных средств; зависимость итогов работы от внешних факторов и сопредельных звеньев.

Каждое звено объединяет свои элементы в логистической цепи: транспортные средства, складское хозяйство, средства связи и управления (рис. 3).



Рис. 3. Выделение звеньев в логистической цепи: ПФ – полуфабрикаты; КИ – комплектующие изделия.

Логистическая операция – это любое действие, не подлежащее дальнейшей декомпозиции и направленное на преобразование материального и сопутствующих ему потоков (погрузка, разгрузка, маркировка, сбор информации, передача информации и т.д.).

Логистические операции с материальными потоками в сфере обращения представляют собой операции погрузки, разгрузки, транспортировки, комплектации, складирования, распределения, затаривания.

Логистические операции с материальными потоками в сфере производства сводятся к размещению заказов, управлению складированием, выбору оборудования, поставщиков и потребителей, планированию и диспетчированию производственного процесса, учету и управлению запасами.

Логистическая функция – обособленная совокупность логистических операций, выделенная с целью повышения эффективности управления логистическим процессом. Каждая из функций представляет собой достаточно однородную (с точки зрения цели) совокупность действий. Выделяют ключевые и поддерживающие функции.

К ключевым функциям относятся обеспечение производства материальным ресурсом (планирование потребности, выбор поставщиков, определение рациональных периодов времени и объемов поставок ресурсов) и транспортировка (совокупность перевозки, погрузки-разгрузки, экспедирования и др. сопутствующих логистических операций).

Поддерживающие функции включают: складирование, прогнозирование спроса на готовую продукцию и расхода материального ресурса, сбор и утилизация возвратных отходов (управление вторичными материальными ресурсами).

По аналогии с логистическими системами можно выделить макро- и микрологистические процессы движения материальных ресурсов.

Макрологистические материалопроводящие процессы (МАЛМПП) отражают организацию и управление материальными ресурсами на интер-, мульти-, и юниомодальных перевозках, и нацелены на решение следующих задач: выбор видов и форм снабжения и сбыта продукции (складская, транзитная); размещение транспортно-складских объектов на полигоне обслуживания; оптимизация распределения многоассортиментных потоков; обоснование рационального радиуса транспортного обслуживания; определение рациональных направлений перевозок; определение приоритетов в развитии типов и видов транспортных и погрузочно-разгрузочных средств, а также технологического оборудования и средств связи.

Микрологистические материалопроводящие процессы (МИЛМПП) представляют собой класс внутрипроизводственных логистических процессов движения материальных ресурсов, устанавливающие логистическую транспортную связь между объединенными единой инфраструктурой производствами.

Закупочный логистический материалопроводящий процесс (ЗЛМПП) решает задачи обеспечения предприятия материальными ресурсами: определение потребности в материальных ресурсах, прогнозирование объемов закупок, исследование рынка закупок и выбор поставщиков, управление запасами, транспортирование, размещение и хранение материальных ресурсов на складах, выдача материальных ресурсов в производство.

Производственный логистический материалопроводящий процесс (ПЛМПП) решает задачи управления материальными потоками внутри предприятия: планирование распределения материалопотоков внутри производства, планирование поставки и запаса на различных уровнях распределения (центральный, периферийный склады), планирование транспортных перевозок, составление и корректировка в реальном масштабе времени

графиков перевозок, прогнозирование рыночной конъюнктуры, организация внутрипроизводственной переработки материалов (хранение, фасовка, развеска, укладка и т.п.), организация внутрипроизводственного перемещения грузов с использованием собственного транспорта, складирование материальных ресурсов и готовой продукции, организация отгрузки готовой продукции, управление запасами.

Сбытовой логистический материалопроводящий процесс (СБЛМПП) решает задачи распределения материальных потоков между оптовыми покупателями при реализации готовой продукции: установление транспортных связей по поставкам, планирование процесса распределения товаров, построение организационной структуры распределительных каналов и сетей, накопление, сортировка и размещение запасов готовой продукции, транспортирование готовой продукции, возвратной тары и отходов, управление запасами, консолидация и рассредоточение, выбор рациональных форм товародвижения, размещение распределительного центра, выбор вида упаковки, комплектация, организация отгрузки товаров, организация доставки и контроль за транспортированием.

Интегрированный логистический материалопроводящий процесс (ИЛМПП) решает задачи организации движения и управления им при перемещении грузовых и транспортных потоков с помощью транспортной инфраструктуры: определение объемов перевозок, прогнозирование объемов перевозок, совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта, выбор способа транспортирования и транспортного средства, определение логистических операций рабочего цикла транспортного средства, оценка показателей работы транспорта в пределах логистической системы, определение рациональных маршрутов доставки, определение эффективных логистических схем доставки, совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным, совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта при смешанных перевозках в пределах логистических транспортно-технологических систем различных видов, обеспечение технологического единства транспортно-складских процессов.

Складской логистический материалопроводящий процесс (СКЛМПП) решает задачи управления материальными потоками на грузовых терминалах и складских комплексах: определение (прогнозирование) объемов и организация грузопереработки на внешних потоках прибытия

и отправления; преобразование терминального ассортимента в потребительский, организация приема (отправления) товаров, внутритерминальные перемещения грузов, прогнозирование терминального товарооборота, выбор транспортного, погрузочно-разгрузочного и складского оборудования, определение эффективных логистических схем терминальной грузопереработки, оценка показателей складской грузопереработки.

Каждый из приведенных типов логистических материалопроводящих процессов при сходных логистических звеньях и операциях, а также содержанию отдельных задач может иметь различную технологию перемещения материальных ресурсов, организацию и управление их перемещением.

#### Список литературы

1. Вельможин А.В. Основы теории транспортных процессов и систем: Учеб. пособие / А.В. Вельможин, В.А. Гудков. – Волгоград, 1992. – 189с.
2. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки: Учеб. пособие / А.Э. Горев. – М. Академия, 2004. – 287с.
3. Нестеренко И.С. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса: Учеб. пособие / И.С. Нестеренко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 108с.
4. Туревский И.С. Автомобильные перевозки: Учеб. пособие / М.: ИД «Форум»: Инфра-М, 2009. – 224с.
5. Сологуб Д.М. Грузовые автомобильные перевозки. Ч. 1. Основы теории транспортного процесса / Д.М. Сологуб. – Киев, 1997. – 180с.
6. Терешко С.И. Системный подход к повышению качества автомобильного транспортного процесса / С.И. Терешко. – Минск: Наука и техника, 1988. – 159с.
7. Шутикова Ж.Ф. Бухгалтерський облік на автотранспортном підприємстві. – М.: Фінанси і статистика, 1999. – 128с.
8. Смехов А.А. Введение в логистику / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1993. – 112с.
9. Гаджинский А.М. Основы логистики: Учеб. пособие / А.М. Гаджинский. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 1995. – 124с.
10. Аникин Б.А. Логистика: Учеб. пособие / под. ред. Б.А. Аникина, Т.А. Родкиной. – М.: «Проспект», 2005. – 408с.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПОНЯТИЙ СЕКВЕНЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

**Тутов Евгений Борисович**

*преподаватель кафедры информационных систем и технологий, Юго-Западный государственный университет, г. Курск*

**Грищенко Иван Николаевич**

*студент, Юго-Западный государственный университет, г. Курск*

**Шиховцева Ирина Витальевна**

*студент, Юго-Западный государственный университет, г. Курск*

### SOME ASPECTS OF SEQUENCE MINING CONCEPTS FORMALIZATION

*Tutov Evgeniy Borisovich, Lecturer of the chair of information systems and technologies, South-West state university, Kursk*

*Grishchenko Ivan Nickolaevich, Student, South-West state university, Kursk*

*Shihovtseva Irina Vital'evna, Student, South-West state university, Kursk*

## АННОТАЦИЯ

В работе приведены базовые определения понятий, используемых в секвенциальном анализе, а также детализированы теоретико-множественные характеристики вводимых определений.

## ABSTRACT

The paper contains basics definitions for sequence data mining and also contains some detailed set-theory characteristics of the introduced definitions.

Ключевые слова: секвенциальный анализ, ассоциативное правило, достоверность, поддержка.

Key words: sequence mining, associative rule, confidence, support.

Современные темпы развития вычислительной техники и гигантские объемы накопленных данных в цифровом виде предъявляют повышенные требования к операциям поиска, анализа и обработки данных. В связи с этим можно выделить важное направление анализа данных - секвенциальный анализ [2] (анализ структур, имеющих последовательный характер).

Ниже предлагается целесообразным привести некоторые определения из работы [1].

Пусть  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$  представляет собой множество литералов, называемых элементами (items). Пусть  $D$  это множество транзакций, где каждая транзакция  $T$  представляет собой множество элементов, таких что  $T \subseteq I$ . Каждой транзакции соответствует уникальный идентификатор  $TID$  (transaction identifier). Транзакция  $T$  содержит множество элементов  $X$ , где  $X \subseteq I$ , если  $X \subseteq T$ .

Ассоциативное правило это импликация вида  $X \Rightarrow Y$ , где  $X \subseteq I$ ,  $X \subseteq Y$  и  $X \cap Y = \emptyset$ . Ассоциативное правило  $X \Rightarrow Y$  выполняется на множестве транзакций  $D$  с достоверностью (confidence)  $c$ , если  $c\%$  транзакций в  $D$ , содержащие  $X$ , также содержат и  $Y$ . Ассоциативное правило  $X \Rightarrow Y$  имеет поддержку (support)  $s$  на множестве транзакций  $D$  если  $s\%$  транзакций в множестве  $D$  содержат  $X \cup Y$ .

Целесообразно привести некоторые дополнительные определения, основываясь на работе [5].

Набором элементов из множества литералов  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$  называется множество элементов  $X$ , таких что  $X \subseteq I$ .

Поддержкой  $Support_x$  для набора  $X$  (множества элементов  $X$ ) является часть транзакций, содержащих набор  $X$  (множество элементов  $X$ ).

Поддержка  $Support_x$  для набора  $X$  может быть представлена следующим образом:

$$Support_x = \frac{|D_x|}{|D|} \quad (1)$$

Далее имеет смысл эксплицитно артикулировать некоторые детали приведенных выше определений.

Все упомянутые выше множества (множества элементов, транзакции элементов, множества транзакций) с необходимостью состоят из неповторяющихся элементов (в силу атрибутивной характеристики множества как математического понятия). Также необходимо заметить, что рассматриваются конечные множества. Тривиальным случаем рассмотрения могут служить пустые множества. Следует отметить, что исходная формулировка предполагает неупорядоченный характер множеств (множества элементов, транзакций элементов, множество транзакций). Однако при дальнейшем рассмотрении становится целесообразным считать множества упорядоченными. В частности при реализации алгоритма Apriori [1] каждое множество элементов упорядочено лексикографически, а каждая транзакция представляет собой лексикографически упорядоченное множество. Следует отметить, что множество транзакций  $D$  в этом случае представляет собой нормализованную базу данных, а каждая запись этой базы данных есть упорядоченное непустое конечное множество - пара  $\langle TID, item \rangle$ .

Приведенная в статье эксплицитная детализация базовых определений секвенциального анализа в терминах теоретико-множественных категорий позволяет с уверенностью говорить о возможном применении приведенных категорий при программной реализации алгоритмов секвенциального анализа.

## Литература

1. R. Agrawal, Fast algorithms for mining association rules / R.Agrawal, R.Srikant. - Proceedings of the International Conference on Very Large Databases (VLDB). - 1994. - pp. 487 - 499.
2. Dong Guozhu, Sequence data mining / Guozhu Dong, Jian Pei. - Springer Science+Business Media, LLC. - 2007. - pp. 137.
3. Wei Wang, Mining sequential patterns from large data sets / W.Wang, J.Yang. - Springer Science+Business Media, LLC. - 2005. pp. 163.
4. Ian H. Witten, Data mining practical machine learning tools and techniques / Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall - Morgan Kaufmann Publishers, 3-d ed. - 2011. pp. 629.
5. Барсегян А.А., Технологии анализ данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 384 с.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Уарова Александра Николаевна*

*Аспирант, Сибирский Федеральный Университет, г.Красноярск*

*Халтурина Тамара Ивановна*

*кандидат химических наук, профессор, Сибирский Федеральный Университет, г.Красноярск*

### RESEARCH MACHINING PROCESS SEWAGE SLUDGE OF THE METAL-WORKING FACTORY

*Uarova Alexandra, graduate student, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

*Khalturina Tamara, Ph.D., professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk*

#### АННОТАЦИЯ

Приведены данные изучению эксперимента по обработке осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий для изменения их свойств, состава и последующей утилизации. Представлены результаты исследований возможности рециркуляции и электрообработки осадков. Проведена оптимизация процессов для получения регулировочных диаграмм, позволяющих добиться экономии электроэнергии и материала электродов.

Методы исследования: термогравиметрический анализ, рентгенофазовый анализ и методы математической статистики.

#### ABSTRACT

Data to studying of experiment on processing of rainfall of sewage of the metalworking enterprises for change of their properties, structure and the subsequent utilization of utilization are provided. Results of researches of possibility of recirculation and electroprocessing of rainfall are presented. The optimization process for adjusting diagrams, allowing to get economy of electricity and electrode materials.

Research methods: thermogravimetric analysis, X-ray phase analysis and methods of mathematical statistics.

Ключевые слова: обработка; осадок; промывка; термограмма; дифференциально - термический анализ; дифрактограмма; рентгенофазовый анализ; рециркуляция; электрообработка.

Keywords: treatment; sediment; flushing; thermogram; differential thermal analysis, diffraction, X-ray phase analysis; recirculation; electroprocessing.

Охрана окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов приобретает в наши дни все большее значение для предотвращения загрязнения водоемов промышленными сточными водами и их осадками. На металлообрабатывающих предприятиях при очистке сточных вод образуются большие объемы гидроокисных осадков, которые относятся к труднофильтруемым суспензиям, обработка которых является сложной проблемой. В связи с разнообразием состава, свойств осадков сточных вод необходима разработка и применение современных методов и сооружений по их обработке. Этим и определяется актуальность данной работы.

Цель работы: исследовать технологии обработки осадков, обеспечивающих высокую эффективность процесса обезвоживания для последующей утилизации, с учетом региональных условий.

Были изучены свойства осадков маслоэмульсионных сточных вод ОАО «Красноярский металлургический завод» (ОАО «КраМЗ»). Результаты исследований показали, что осадок обладает высоким содержанием органических примесей и малой зольностью.

Для изучения состава и структуры осадка применялись рентгенофазовый и дифференциально-термический методы анализа. Рентгенофазовый анализ осадка ОАО «КраМЗ» был проведен на дифрактометре D8-ADVANCE, немецкой фирмы «Bruker-AXS». На рис.1 представлена дифрактограмма осадка, термограмма осадка показана на рис.2.

Как следует из дифрактограммы (рис.1) натуральный осадок, полученный при реагентной обработке маслоэмульсионных сточных вод сульфатом алюминия пред-

ставлен в основном полимерными модификациями оксида алюминия, то есть гиббситом, байеритом и бемитом, линии с  $d=3,70; 3,46; 2,62; 2,40; 1,40$ , а также содержит соединения кальция  $CaCO_3, CaSO_4$ , линии при  $d=2,83; 1,98$ , так как после коагуляционной обработки величина pH доводилась до значения 7,5 при добавлении суспензии известкового молока для последующего отделения осадка, а линии с  $d=4,87; 1,98$ ; соответствуют кварциту  $SiO_2$ .

Термографический анализ натурального осадка был выполнен на приборе STA 449F1 немецкой фирмы NETZSCH, в диапазоне: 30/200 К/мин/1000, в режиме ДСК-ТГ, где ДСК- дифференциальная сканирующая калориметрия, ТГ- кривая изменения массы, %.

Как видно из термограммы осадка (рис.2) на кривой ДСК наблюдаются 3 эндозффекта: 1) при  $t=110,40C$ , что объясняется дегидротацией, то есть потерей сорбционной воды при нагревании.  $Al(OH)_3 \rightarrow AlO(OH)$ ; 2) при  $t=381,50C$  происходит дегидротация мелкокристаллического бемита; 3) при  $t=735,90C$  энзозффект связан с разложением карбоната кальция.

Результаты исследований по определению состава и структуры осадка показали, что осадок имеет низкую способность к уплотнению, так как частицы масел, окружающая частицы осадка, ухудшают его водоотдачу.

Для улучшения уплотнения осадков известно применение промывки [1]. Нами были проведены исследования по определению оптимальных режимов процесса промывки: расхода промывной воды. Из данных эксперимента следует, что продолжительность уплотнения осадков после промывки значительно уменьшается, изменяются их свойства, уменьшается замасленность и повышается зольность в 1,2-1,5 раза [2].

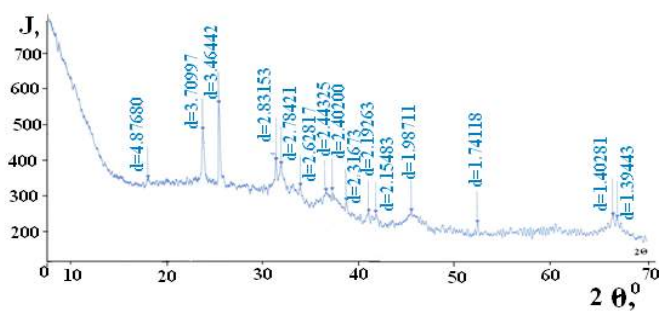


Рис. 1. Дифрактограмма осадка

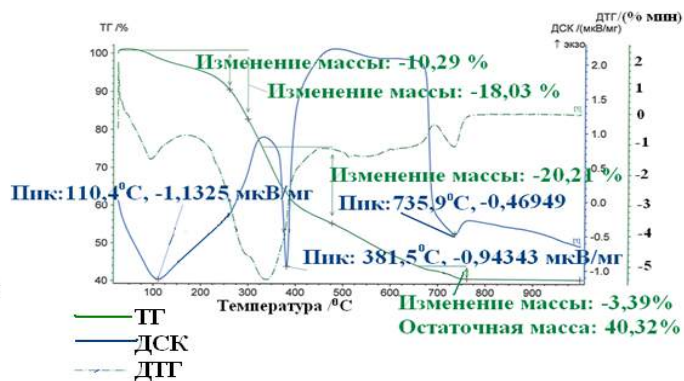


Рис. 2. Термограмма осадка

В настоящей работе также проводились исследования возможности использования части осадка путем рециркуляции для уменьшения рабочей дозы  $Al_2(SO_4)_3$  при реагентной обработке маслоэмульсионных стоков (МЭС).

На основании предварительных исследований была определена оптимальная доза рециркулируемого осадка  $D_{ос} = 0,45$  г/дм<sup>3</sup>, а также основные факторы, влияющие на эффективность процесса очистки стоков от эмульгированных нефтепродуктов при рециркуляции части осадка:  $X_1$ –нефтепродукты осадка, [г/г];  $X_2$ –исходная концентрация эмульгированных нефтепродуктов в стоках, [мг/дм<sup>3</sup>];  $X_3$ –доза  $Al_2(SO_4)_3$ , [мг/дм<sup>3</sup>]; Оценочным критерием ( $Y$ ) являлась остаточная концентрация эмульгированных нефтепродуктов, [мг/дм<sup>3</sup>].

Обработка данных эксперимента по методу Брандона позволила получить общее соотношение для выходного параметра:

$$Y = 0,945 \cdot (10,9X_1^2 - 18,24X_1 + 8,174) \cdot (7 \cdot 10^{-7}X_2^2 - 0,001X_2 + 1,598) \cdot (2 \cdot 10^{-5}X_3^2 - 0,006X_3 + 1,262);$$

Анализ уравнения подтверждает, что наибольшее влияние на остаточное содержание эмульгированных нефтепродуктов при рециркуляции части осадка оказывает насыщенность его нефтепродуктами. [3]

Учитывая региональные условия Сибири наиболее рациональным методом, обеспечивающим изменение свойств осадка для утилизации, является воздействие на систему «вода- замащенный осадок» электрохимической обработки [4].

Целью настоящей работы являлось изучение технологического процесса электрокоагуляционной обработки осадка для последующего его использования в качестве реагента при очистке МЭС. Исследования проводились в электрокоагуляторе с рабочим объемом 250 мл, с алюминиевыми электродами, рабочая поверхность которых составляла 1,79 дм<sup>2</sup>, а расстояние между пластинами было 10 мм.

Для выявления факторов, влияющих на процесс электрообработки осадка был поставлен плановый эксперимент по методу Бокса-Хантера [5]. Факторы и уровни их варьирования были выбраны на основании предварительных экспериментов. Варьируемыми параметрами, от которых наиболее зависит процесс электрокоагуляции маслосодержащего осадка, были приняты следующие:  $x_1$ –замащенность осадка, %,  $x_2$ –удельное содержание

осадка в единице объема, рос, г/дм<sup>3</sup>;  $x_3$ –плотность тока,  $i$ , А/м<sup>2</sup>;  $x_4$ –время контакта,  $t_k$ , мин.;  $x_5$ –температура,  $T$ , °С. В число оценочных критериев были включены:  $y_1$ –объем осадка,  $V_{ос}$ , %;  $y_2$ –удельный расход электроэнергии,  $W$ , кВт·ч/м<sup>3</sup>;  $y_3$ –удельный расход металла,  $\rho$ , г/м<sup>3</sup>.

После обработки экспериментальных данных были получены:

– уравнение регрессии относительно объема осадка:

$$y_1 = 73,64 - 12,68 \cdot x_1 + 19,20 \cdot x_2 - 1,75 \cdot x_3 - 2,41 \cdot x_4 + 1,60 \cdot x_5 + 4,61 \cdot x_1 x_2 + 4,12 \cdot x_1 x_5 + 2,94 \cdot x_2 x_3 + 3,83 \cdot x_2 x_4 + 1,82 \cdot x_2 x_5 - 14,08 \cdot x_1 x_2 - 3,06 \cdot x_2 x_2 + 0,96 \cdot x_4 x_2 + 0,36 \cdot x_5 x_2;$$

– уравнение регрессии относительно удельного расхода электроэнергии:

$$y_2 = 8,68 + 1,37 \cdot x_1 + 5,10 \cdot x_3 + 2,36 \cdot x_4 - 3,11 \cdot x_5 + 1,07 \cdot x_1 x_5 + 0,87 \cdot x_2 x_4 + 0,99 \cdot x_3 x_4 - 2,31 \cdot x_3 x_5 - 0,90 \cdot x_4 x_5 - 1,03 \cdot x_2 x_2 + 0,62 \cdot x_3 x_2 - 0,73 \cdot x_4 x_2 + 0,62 \cdot x_5 x_2;$$

– уравнение регрессии относительно удельного расхода металла:

$$y_3 = 24,27 + 5,01 \cdot x_3 + 7,52 \cdot x_4 + 1,45 \cdot x_5 - 1,01 \cdot x_1 x_2 + 2,46 \cdot x_1 x_3 + 1,43 \cdot x_1 x_4 - 1,96 \cdot x_1 x_5 - 0,83 \cdot x_2 x_3 + 1,96 \cdot x_2 x_5 - 0,5 \cdot x_1 x_2 - 0,68 \cdot x_3 x_2 - 0,75 \cdot x_4 x_2 - 0,91 \cdot x_5 x_2;$$

Уравнения были переведены в натуральный масштаб для построения графических зависимостей.

Установлено, что при увеличении времени контакта и плотности тока наблюдается снижение объема осадка, увеличение удельных расходов электроэнергии и металла. Повышение удельного содержания осадка в единице объема до определенной величины (13 г/дм<sup>3</sup>) приводит к увеличению объема, а при последующем увеличении удельного содержания наблюдается некоторое снижение его. При повышении температуры происходит снижение расхода электроэнергии и увеличение объема осадка, а на удельном расходе металла это мало сказывается.

По уравнениям регрессии была проведена оптимизация в программе MATLAB были построены диаграммы в виде графиков линий уровня.

Показано, что область совместной оптимальности в зависимости от замащенности осадка смещается в сторону большего значения времени контакта при меньшей плотности тока. При увеличении температуры обработки, область смещается в сторону меньшей величины плотности тока. Увеличение удельного содержания осадка в единице объема, смещает область совместной оптимальности в сторону большего времени контакта при меньших

значениях плотности тока. Регулировочные диаграммы позволяют автоматизировать процесс электрообработки и добиться существенной экономии электроэнергии и материала электродов.

Для сравнения состава осадков до и после электрокоагуляционной обработки был также выполнен дифференциально-термический анализ. Термограммы осадков представлены на рис. 3, 4.

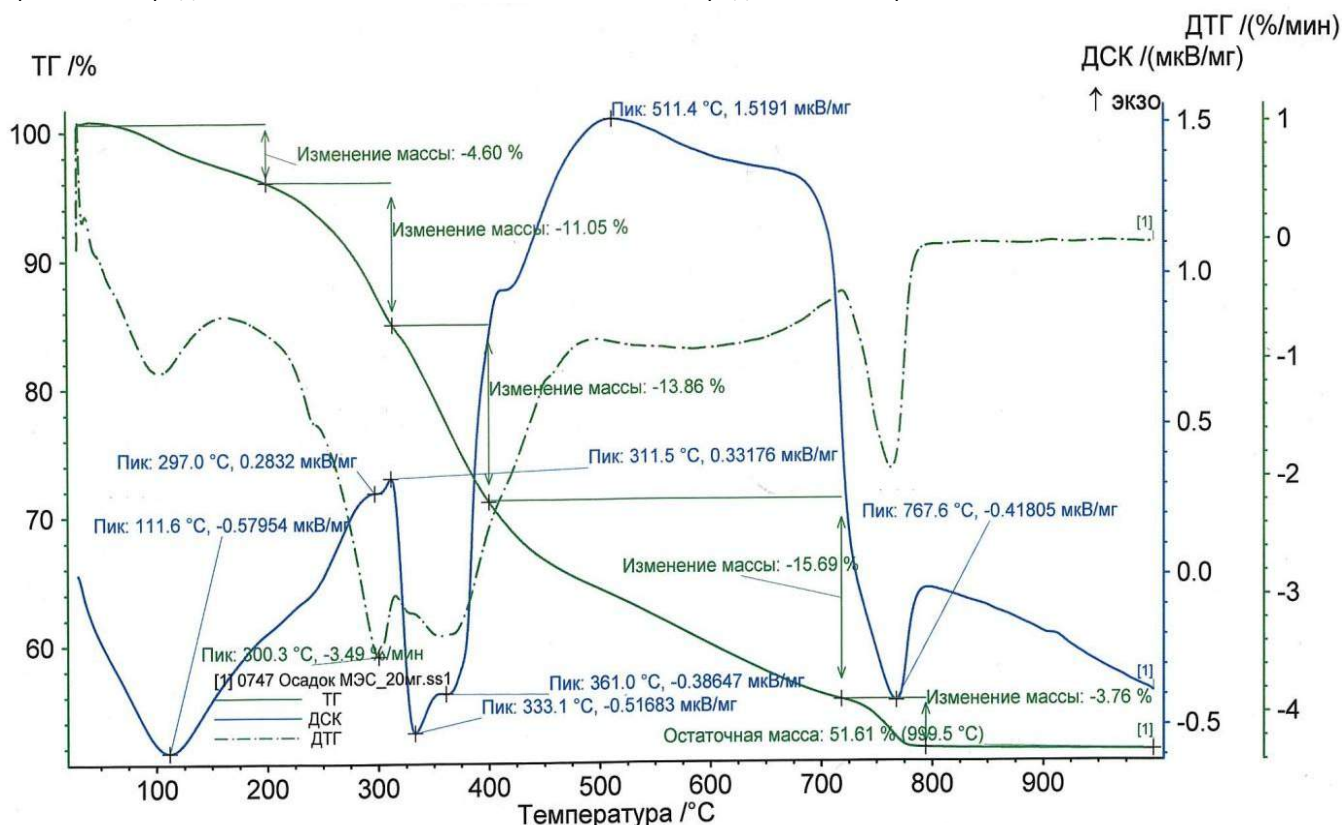


Рис.3. Термограмма осадка после обработки электрокоагуляцией.

На кривой (рис.3) ДСК наблюдается также 3 эндозффекта, 2 их которых связаны с удалением воды при  $t=111,6$  ОС и  $t=333,0$  ОС. Эндозффект при  $t=767,6$  ОС- характерен для разложения кальцита  $\text{CaCO}_3$ .

Термоэффекты при  $t=297,0$  ОС и  $t=361,0$  ОС- указывают на наличие гиббсита  $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ . Термоэффекты при  $t=311,5$  ОС и  $t=415,0$  ОС объясняются полиморфными превращениями оксигидратных форм алюминия, при  $t=511,4$  ОС и до  $t=700,0$  ОС наблюдается выгорание органики, при этом масса осадка уменьшается на 15,69%. Остаточная масса осадка составляет 51,61%.

При сравнении термограмм (рис.2, 3) видно, что наблюдается отличие образцов осадков по ширине пиков и значениям максимальной температуры, что указывает на различие осадков по свойствам и составу. Осадок после электрообработки обладает меньшей замасленностью и большим содержанием минеральной части, то есть гидроксида алюминия, что позволяет его использовать в качестве реагента для очистки маслоэмульсионных сточных вод.

Полученные данные могут быть использованы при проектировании локальных сооружений для очистки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты и разработки технологии утилизации образующихся осадков, позволяющей уменьшить вредное воздействие на

окружающую природную среду и сократить расходы товарных реагентов.

Библиографический список

1. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. / И. С. Туровский // М.: Стройиздат, 1988, 146с.
2. Халтурина Т.И. Обработка осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий / Т.И.Халтурина, А.Н.Уарова, О.В.Чурбакова //«Вестник» ИрГТУ, 2013г., выпуск №8 (79), стр.109-115
3. Халтурина Т.И. Исследования возможности рециркуляции осадка для интенсификации процесса очистки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты / Т.И.Халтурина, А.Н.Уарова, О.В.Чурбакова //«Вестник» ИрГТУ, 2014г., выпуск №1 (84), стр.91-96
4. Чурбакова О. В. Обработка и утилизация осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий. / О.В. Чурбакова //Автореферат диссертации на соиск. уч. степени к.т.н., г. Новосибирск, 2001г, 22с.
5. Халтурина Т.И. К вопросу кондиционирования и утилизации осадков промышленных сточных вод / Т.И. Халтурина, О.В. Чурбакова // Изв. вузов Строительство, 2003, № 11, 89 – 92.

## АСПЕКТЫ БОГАЩЕНИЯ МЯГКИХ СЫРОВ КОНЦЕНТАТОМ МОЛОЧНОГО БЕЛКА PROMILK 56

**Василевский Дмитрий Николаевич**

*Магистр, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Мамаев Андрей Валентинович**

*Доктор биологич. наук, профессор, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Родина Наталья Дмитриевна**

*Кандидат биолог. наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

**Сергеева Екатерина Юрьевна**

*Кандидат техн. наук, ст. препод., Орловский государственный аграрный университет, г. Орел*

### ASPECTS OF CONCENTRATION SOFT CHEESE MILK PROTEIN CONCENTRATE PROMILK 56

*Vasilevsky Dmitri, master, Orel State Agrarian University, Orel*

*Mamaev Andrey V., Doctor of the biological. Sciences, Professor, Orel State Agrarian University, Orel*

*Rodina Natalia, Candidate biologist. Sciences, Associate Professor, Orel State Agrarian University, Orel*

*Sergeeva Ekaterina, The candidate tehn. Science, art. the teacher., Orel State Agrarian University, Orel*

#### АННОТАЦИЯ

Особое место в питании населения занимают мягкие сыры, которые обладают высокой биологической ценностью. В отличие от твердых, пользующихся повышенным спросом, мягкие сыры содержат большое количество сывороточных белков, которые с точки зрения физиологии питания наиболее приближены к «идеальному белку».

Актуальностью данного исследования является совершенствование технологии сыра «Клинковый» и повышение биологической и энергетической ценности продукта. В качестве добавки использовали концентрат молочного белка Promilk 56 и сухое обезжиренное молоко (СОМ).

Таким образом цель исследований – разработка технологии производства мягкого свежего сыра с использованием концентрата молочного белка Promilk 56 и сухого обезжиренного молока.

#### ABSTRACT

*A special place in the diet of the population hold soft cheeses that have a high biological value. In contrast to solid, are in high demand, soft cheeses contain large amounts of serum proteins, which in terms of nutritional physiology are closest to the "ideal protein".*

*The relevance of this research is to improve the technology of cheese "Blade" and increase the biological and energy value of the product. As the additive used milk protein concentrate Promilk 56 and skimmed milk powder (COM).*

*Thus the purpose of research - development of production technology of soft fresh cheese using milk protein concentrate Promilk 56 and skimmed milk powder.*

*Ключевые слова: сыр, концентрат молочного белка.*

*Keywords: cheese, milk protein concentrate.*

В современном мире понятие здорового питания стало неотъемлемой стороной развития пищевых технологий и рынка продуктов питания. Люди уделяют больше внимания правильному питанию, поскольку его прямая связь с хорошим самочувствием и поддержанием здоровья в последние годы получает все больше доказательств.

В состав пищи человека входят различные продукты животного и растительного происхождения, которые и являются источником белка.

Особое место в питании населения занимают мягкие сыры, которые обладают высокой биологической ценностью. В отличие от твердых, пользующихся повышенным спросом, мягкие сыры содержат большое количество сывороточных белков, которые с точки зрения физиологии питания наиболее приближены к «идеальному белку».

Производство таких сыров имеет большое значение благодаря ускорению оборота денежных средств по сравнению с твердыми созревающими сырами, а также специфике их вкусового диапазона. Основными причинами недостаточного выпуска этих сыров в России являются снижение объемов производства и несовершенство технологии. Одним из путей, решения проблемы увеличения производства сыров данной группы, является организация исследований, направленных на создание новой

технологии производства и оптимизации параметров технологического процесса.

Все многообразие новых и дополнительных источников белка, рассматривающееся в настоящее время специалистами. В качестве потенциального резерва увеличения белкового фонда можно рассмотреть производство сыров, а именно повышение биологической и пищевой ценности мягких свежих сыров. Это можно достичь путем обогащения продукта сухими добавками.

Актуальностью данного исследования является совершенствование технологии сыра «Клинковый» и повышение биологической и энергетической ценности продукта. В качестве добавки использовали концентрат молочного белка Promilk 56 и сухое обезжиренное молоко (СОМ).

Важную роль в формировании качественных показателей молочных продуктов играет состав сырого молока и его свойства. В свою очередь, качество коровьего молока зависит от ряда факторов, таких как: порода животного, период лактации, кормовая база, сезонность и т. д. Химический состав молока-сырья определяет не только его биологическую и пищевую ценность, но также влияет на технологическую переработку, увеличение выхода и получение молочной продукции высокого качества.

К основным проблемам данной группы продуктов относятся недостатки, связанные с неудовлетворительным составом молока-сырья, низким содержанием СОМО (сухого обезжиренного молочного остатка) и белка.

Для решения этих проблем наибольшую популярность имеет концентрат молочного белка Promilk 56 - растворимый концентрат молочного белка, изготовлен из

обезжиренного молока путем ультрафильтрации и сушки. По органолептическим показателям это порошок от белого до слабо кремового цвета, свободно растворимый с типичным вкусом пастеризации. Физико-химический состав КМБ представлен в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химический состав концентрата молочного белка Promilk 56

Наименование	Содержание, %
Массовая доля белка	56
Массовая доля лактозы	30,3
Массовая доля жира	2
Массовая доля влаги	5
Минеральные вещества	10

Отличие от обычного казеина в том, что этот белок содержит высокое количество выделенных из казеина каппа фракций (около 90% от общего содержания белка), которые отвечают за формирование молочного сгустка, структуру и выход готового продукта. Он применяется также при производстве кисломолочных продуктов, творожных изделий. К основным достоинствам этого ингредиента относятся: стабилизация молочного белка, влагоудерживающая способность, низкая дозировка, простота применения, хорошая растворимость и безопасность.

В научной работе рассмотрена инновационная технология производства мягких сыров, которые позволяют повысить биологическую ценность продукта, улучшить микроструктуру и повысить органолептические свойства, еще и добиться безотходности производства, что очень актуально в настоящее время.

Таким образом цель исследований – разработка технологии производства мягкого свежего сыра с использованием концентрата молочного белка Promilk 56 и сухого обезжиренного молока.

## МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТА КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ОТГРУЗКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ВАГОН

*Васильев Илья Александрович*

*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток*

*SOLVING METHOD OF CONTAINERS COMPOSITION PROBLEM TO DISCHARGE TO RAILWAY CAR*

*Vasilyev Ilya Aleksandrovich, Far Eastern federal university, Vladivostok*

### АННОТАЦИЯ

*Статья посвящена проблеме автоматизированного планирования грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала. Автор определяет основные виды работ, которые происходят в процессе выгрузки и погрузки контейнеров. Статья содержит описание метода решения задачи формирования комплекта контейнеров для отгрузки на железнодорожный вагон.*

### ABSTRACT

*The article is devoted to the problem of automated planning in the area of cargo operations on the railway of container terminal. Author defines the main activities which are specific to loading and discharging of containers. The article shows the solving method of containers composition problem to discharge to railway car.*

*Ключевые слова: Автоматизация планирования; системы управления контейнерными терминалами; язык прикладной логики.*

*Keywords: Automated planning; container terminal management systems; applied logic language.*

Деятельность контейнерного терминала является сложным производственным процессом. Законы данной предметной области, по которым происходят те или иные процессы, описаны крайне мало. Не существует формальных правил, которые были бы применимы в определенных производственных ситуациях. Учесть все факторы, которые могут повлиять на ход погрузочных работ на железной дороге, крайне тяжело. Постоянно меняющаяся обстановка на складе, на погрузочных фронтах заставляет человека модифицировать составленный план, что в конечном итоге приводит к отказу контроля и исполнения

составленного плана и переходу к работе в режиме «как есть». Имея весьма сжатые сроки на выполнение всех составляющих погрузочных работ, каждая задержка в проведении какой-либо операции приводит к невыполнению первоначально запланированного объема работ [1,2].

Для обеспечения слаженной и эффективной работы по отгрузке контейнеров процесс выгрузки контейнеров должен быть спланирован не менее тщательно. Поскольку одни и те же вагоны используются для ввоза и вывоза контейнеров на территорию контейнерного терми-



нала, процесс выгрузки контейнеров оказывает существенное влияние на дальнейший процесс погрузки контейнеров. Успешность результата выгрузки контейнеров во многом зависит от того, каким образом расположены железнодорожные вагоны на железнодорожных фронтах до начала процесса выгрузки. В процессе выгрузки контейнеров с железнодорожных платформ погрузочная техника перемещает контейнеры в секции хранения. Секция, в которую отправляется контейнер, определяется исходя из дальнейшего планируемого направления движения контейнера. Направление движения зависит от вида транспорта, которым планируется дальнейшая перевозка контейнера, а также дополнительные условия его перевозки, например место назначения (порт назначения/жд станция назначения), собственник контейнера, рейс судозахода (номер маршрутного поезда) и другие. Время, затрачиваемое на перемещение контейнера от железнодорожного фронта до секции хранения составляет абсолютно большую часть в процессе выгрузки контейнера на контейнерный терминал. Время перемещения контейнера прямо пропорционально зависит от расстояния, которое нужно преодолеть погрузочной технике от железнодорожного вагона до назначенной секции хранения. Расстояние перемещения контейнера складывается из расстояния перемещения контейнера вдоль железнодорожного фронта, расстояния перемещения контейнера до начала зоны хранения, расстояния перемещения контейнера вдоль зоны хранения до секции хранения. Минимизация этого времени определяет основное направление оптимизации в планировании грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала.

На основании проведенного анализа предметной области [3] можно выделить основные процессы, происходящие при планировании грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала. Такими работами являются:

1. Распределение железнодорожных вагонов по подъездным путям контейнерного терминала
2. Планирование адресов хранения на складе контейнерного терминала для контейнеров, которые выгружаются с железнодорожных вагонов
3. Распределение контейнеров, предназначенных для отгрузки, по железнодорожным вагонам

Результат выполнения этих работ не может быть оценен по отдельности. Эти виды работ связаны друг с другом по времени и по результатам их выполнения. В зависимости от того какие вагоны выгружены с железнодорожных платформ, определяется возможность погрузки других контейнеров. Местоположение вагонов на фронте определяет трудоемкость последующих выгрузки и погрузки контейнеров.

Качество результата проведения этих работ может быть оценено как уменьшение времени на транспортировку контейнеров от секции хранения до железнодорожного вагона в случае отгрузки на железнодорожный вагон и наоборот от вагона до секции хранения в случае выгрузки контейнера. Время транспортировки оказывает решающее влияние на весь грузовой процесс на железной дороге контейнерного терминала. Поэтому уменьшение этого времени можно обозначить главной целью оптимизации рассматриваемого производственного процесса.

Для описания формальной модели предметной области был использован язык прикладной логики (ЯПЛ) [4]. Спецификация метода решения задачи, которая дана ниже, описана с использованием ЯПЛ.

Задача формирования комплекта контейнеров принадлежит к классу задач классификации и может быть решена методом опровержения гипотез.

Пусть дано множество контейнеров

$$C = \{c_1, \dots, c_n\} \quad (1)$$

и множество железнодорожных вагонов

$$R = \{r_1, \dots, r_m\} \quad (2).$$

Необходимо сформировать пары

$$\langle c_i, r_j \rangle, \text{ где } 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m \quad (3),$$

такие что для любого контейнера либо контейнер сформирован в пару либо не существует вагона, чтобы сформировать пару, и пара  $\langle c_i, r_j \rangle$  сформирована тогда и только тогда, когда КТК пригоден для погрузки на вагон  $\langle c_i, r_j \rangle$ .

Здесь КТК пригоден для погрузки на вагон: (х Контейнеры, Вагоны)  $\rightarrow$  L определяется следующим образом:  
//если существует железнодорожная станция такая, что контейнер направляется на железнодорожную станцию и существует владелец подвижного состава, владеющий железнодорожным вагоном и обслуживающий железнодорожную станцию И сумма загруженности вагона по вместимости и размера контейнера не превышает вместимости железнодорожного вагона И сумма загруженности вагона по грузоподъемности и веса контейнера не превышает грузоподъемности железнодорожного вагона И существует позиция на вагоне, пригодная для погрузки контейнера на вагон

(Контейнер: Контейнеры, Вагон: Вагоны) КТК пригоден для погрузки на вагон (Контейнер, Вагон)  $\Leftrightarrow$  (ЭСтанция назначения: Станции назначения, ЭСобственник подвижного состава: Собственники подвижного состава) Станция назначения КТК(Контейнер) = Станция назначения  $\wedge$  Собственник вагона(Вагон) = Собственник подвижного состава  $\wedge$  Собственник обрабатывает станцию(Собственник подвижного состава, Станция назначения)  $\wedge$  Размер КТК(Контейнер) + Текущая загруженность вагона по вместимости(Вагон)  $\leq$  Вместимость вагона(Вагон)  $\wedge$  Вес КТК(Контейнер) + Текущая загруженность вагона по грузоподъемности(Вагон)  $\leq$  Грузоподъемность вагона(Вагон)  $\wedge$  (ЭПозиция КТК на вагоне: Позиции КТК на вагоне) КТК пригоден для погрузки на вагон в позицию(Контейнер, Вагон, Позиция КТК на вагоне)  $(4)$

При этом вспомогательные термины определяются следующим образом:

(Вагон: Вагоны) Текущая загруженность вагона по вместимости(Вагон) =  
 $\sum_i$ : Позиции КТК на вагоне Размер КТК(Контейнер):  
 КТК на вагоне в позиции(Контейнер, Вагон, i)  $(5)$

(Вагон: Вагоны) Текущая загруженность вагона по грузоподъемности(Вагон) =  
 $\sum_i$ : Позиции КТК на вагоне Вес КТК(Контейнер): КТК на вагоне  
 в позиции(Контейнер, Вагон, i)  $(6)$

Таким образом, необходимо последовательно проверить заданное множество контейнеров на возможность их помещения на железнодорожный вагон. Последовательно проверяя набор условий, влияющих на возможность постановки контейнера на железнодорожный вагон, алгоритм перебора позволяет определить множество пар вида  $\langle ci, rj \rangle$ , где  $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq j \leq m$  (7), где  $C = \{c1, \dots, cn\}$  и множество железнодорожных вагонов  $R = \{r1, \dots, rm\}$ .

Схема алгоритма выглядит следующим образом.

Нач

Составить текущую дислокацию вагонов и контейнеров на них

Для Вагона из Текущей дислокации

Для Контейнера из Списка контейнеров для размещения

Если  $Current\ Railway\ Car\ Tonnage\ Fullness\ (Вагон) = Railway\ Car\ Tonnage\ (Вагон)$  ИЛИ  $Current\ Railway\ Car\ Capacity\ Fullness\ (Вагон) = Railway\ Car\ Capacity\ (Вагон)$

То выйти из цикла

Иначе Если  $ContainerMatchesRailwayCar\ (Контейнер, Вагон)$  И Сумма  $(ContainerWeight\ (Контейнер), Current\ Railway\ Car\ Tonnage\ Fullness\ (Вагон)) \leq Railway\ Car\ Tonnage\ (Вагон)$  И Сумма  $(ContainerSize\ (Контейнер), Current\ Railway\ Car\ Capacity\ Fullness\ (Вагон)) \leq Railway\ Car\ Capacity\ (Вагон)$

То Добавить  $\langle Контейнер, Вагон \rangle$  в текущую дислокацию

Кон

Применение результатов исследования будет способствовать сокращению времени обработки железнодо-

рожных составов в процессе выгрузки и погрузки контейнеров, позволит более эффективно использовать погрузочную технику, уменьшив пробег техники по контейнерному терминалу. Автоматизация процесса планирования погрузки контейнеров даст возможность уменьшить число излишних перестановок контейнеров в складских секциях терминала, что позволит сократить время погрузки контейнера на железнодорожный вагон, уменьшить себестоимость процедуры погрузки контейнера, уменьшить износ техники, связанный с лишними операциями перемещения контейнеров внутри секций.

#### Список литературы

1. Объемы железнодорожных контейнерных перевозок по России, электронный журнал «Эксперт» [Электронный ресурс] <http://expert.ru/expert/2012/23/soobrazili-na-dvoih/media/145174/>
2. Практический опыт использования ИТ для управления подвижным составом и планирования перевозок [Электронный ресурс] Конференция: ОАО РЖД на рынке транспортных услуг <http://www.magnetosoft.ru/index.php?id=42>
3. Антонова Е.И., Васильев И.А. Проблема организации грузовых работ на железной дороге контейнерного терминала. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб, 3(174) 2013
4. Системы искусственного интеллекта. Методические указания по выполнению самостоятельной работы и индивидуальных заданий, Артемьева И.Л., Владивосток, 2002.

## ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

*Власенко Сергей Валерьевич*

*Аспирант кафедры информационных технологий Астраханского государственного университета, г. Астрахань*

### STAGES OF DESIGNING THE MAIN COMPONENTS OF A DISTRIBUTED DATABASE

*Vlasenko Sergey, Postgraduate student of the Department of information technology of Astrakhan State University, Astrakhan*

*Ключевые слова: сервис - ориентированная архитектура, распределенная база данных, Web-приложение, Web-сервис.*

*Keywords: service - oriented architecture, distributed database, Web application, Web service.*

Создание распределенных информационных систем является весьма актуальной задачей. Это связано с возрастающими потребностями в приложениях. Увеличиваются требования к оперативности и своевременности информации. Управление информацией происходит с помощью систем управления базами данных (СУБД). Для достижения высокой производительности распределенных приложений, работающих с базами данных, необходимы эффективные методы проектирования распределенных баз данных (РБД).

Для проектирования распределенных информационных систем требуется решить следующие задачи:

- состав хранимых данных;

- перечень решаемых задач и необходимая для них условно - постоянная информация;
- сведения о том, какие задачи, каким клиентом с какой частотой используются.

Задача определения состава хранимых данных решается традиционными методами проектирования баз данных. Здесь необходимо определить все необходимые данные библиотеки. Определение перечня решаемых задач - это, по сути, первый этап жизненного цикла разработки программ согласно общепринятым методикам объектно-ориентированного анализа. Для решения третьей задачи необходима достоверная статистика частоты решения отдельных задач разными клиентами. По существу,

решение третьей задачи - это известная в теории распределенных баз данных задача фрагментации и размещения данных. [7, с.59]

Фрагментация данных допускает разбиение отношения на два или более сегмента или фрагмента. Каждый фрагмент может храниться на любом узле сети.

Размещение данных представляет собой процесс принятия решения о месте хранения данных с целью минимизации целевой функции при выполнении запросов.

Выделяют следующие типы стратегии размещения данных:

- централизованное размещение данных - вся база данных хранится на одном узле;
- секционированное размещение данных - каждый фрагмент БД хранится на определенном узле;
- реплицированное размещение данных - одна или более копий фрагментов БД хранятся на нескольких узлах. [3, с.80]

При возникновении изменений в инфраструктуре распределенной среды требуется репроектирование РБД для сохранения производительности приложений. Репроектирование приводит к возникновению новых схем фрагментации и размещения и влечет за собой необходимость материализации обновленного дизайна.

Подобную систему можно позиционировать как набор сервисов для сервис - ориентированной архитектуры. Проектирование сервисов состоит из следующих шагов: идентификация сервисов и определение функции, которыми обладают разработанные сервисы. В процессе разделения подсистем получены 4 подсистемы, и определяем сервисы согласно этой структуре. В системе идентифицировано следующих 4 сервиса:

- Сервис Sience Category Service, который предназначен для выполнения работы подсистемы Sience Category.
- Сервис Social Science Category Service, который предназначен для выполнения работы подсистемы Social Science Category.
- Сервис User Admin Service, который предназначен для выполнения работы подсистемы User Admin.
- Сервис Web portal Service, который предназначен для выполнения работы подсистемы. [2, с.34]

В общем случае необходимо собрать требования для сервисов по следующим категориям:

- Функциональность. Какой базовый процесс или процедуру будет обеспечивать сервис? Какие задачи решаются?
- Взаимодействие. Как сервис или приложение, которое вызывает сервис, взаимодействует с этим сервисом?
- Информация. Какие данные посылаются сервису, и что он возвращает?
- Процесс. Каковы взаимоотношения между действиями и событиями в сервисе?

Остальным сервисам требуется выполнять следующие функции:

1. редактирование записей в БД:
  - включение новых записей;
  - обновление записей удаление записей;
  - редактирование заказов
2. возвращение данных из БД:
  - поиска записей

Чтобы обеспечить потребности, в этих подсистемах создается Web - приложение для модификации записей в БД и Web - сервис для взаимодействия с другими подсистемами.

Среды функциональных требований к этому сервису можно перечислить следующие:

- представление поиска записей;
- получение результатов поиска из других сервисов, потому что у этого сервиса нет своей собственной БД;
- представление результатов поиска.

Основная идея SOA (сервис - ориентированная архитектуры) состоит в том, что сервисы вызывают друг друга, и поэтому нам необходимо определить взаимодействия между ними. В SOA взаимодействия между сервисами определяются с помощью контрактов. Контракт - это документ на языке WSDL. Это диалект языка XML, один из базовых стандартов SOA. Контракт задает характеристики сервиса и определяет, как потребитель может к нему обращаться. В контракте также определяют операции, которые предлагаются сервисом. [4, с.69]

В SOA сервисы взаимодействуют между ними сообщениями, и поэтому здесь определяем формат сообщений. В системе используется протокол SOAP в качестве формата сообщений. Этот простой основанный на XML протокол позволяет приложениям обмениваться информацией по транспортным протоколам, таким как HTTP. Благодаря использованию XML протокол SOAP является:

1. Платформенно-независимым.
2. Пригодным для использования в Интернете.
3. Читательным, структурированным и текстовым.

Процесс реализация сервисов включает в себя два фазы: выбор технологий и инструменты построения приложений, и разработка приложений.

В системе должны создаваться два типа приложений:

- Web-приложение;
- Web-сервис.

Для построения Web-приложения используется технологии ASP.NET MVC. ASP.NET MVC - это платформа для веб-разработки от Microsoft, которая сочетает в себе эффективность и аккуратность архитектуры "модель - представление-контроллер" (model-view-controller — MVC), новейшие идеи и приемы гибкой разработки, а также все лучшее из существующей платформы ASP.NET. Благодаря адаптации к архитектуре MVC, платформа ASP.NET MVC имеет следующие преимущества:

- Взаимодействие пользователя с приложением MVC естественным образом следует циклу: пользователь предпринимает действие, в ответ на которое приложение изменяет свою модель данных и доставляет измененное представление пользователю. Затем цикл повторяется. Это очень удобно укладывается в схему веб - приложений, состоящих из последовательностей запросов и ответов HTTP.
- Веб-приложения, нуждающиеся в комбинации нескольких технологий (например, баз данных, HTML и исполняемого кода), обычно разделяются на ряд уровней, и получающийся в результате шаблон естественным образом отображается на концепцию MVC.

- Платформа ASP.NET MVC построена в виде серии независимых компонентов - реализующих интерфейс.NET или построенных на основе абстрактного базового класса, - поэтому можно легко заменить систему маршрутизации, механизм представлений, фабрику контроллеров или прочие компоненты платформы другими.

Благодаря этим преимуществам, использование ASP.NET MVC при создании web-приложения в системе перспективно.

Для создания Web-сервисов используются технологии WCF (Windows Communication Foundation). WCF предоставляет единую инфраструктуру разработки, при умелом применении повышающую производительность и снижающую затраты на создание безопасных, надёжных и транзакционных Web-сервисов нового поколения. Пользуясь WCF, разработчики могут сосредоточиться на приложениях, а не на коммуникационных протоколах. Это классический пример инкапсуляции технологии в инструментальных средствах. Труд разработчика будет более производительным, если применяемые им инструменты всюду, где возможно, инкапсулируют (но не скрывают) технические детали. В распоряжение разработчика предоставляется готовый служебный код, необходимый практически в каждом приложении, поэтому применение WCF кардинально повышает производительность. WCF поддерживает различные способы обмена сообщениями, например: запрос-ответ, односторонний и дуплексный поток. [1, с.121] Поддерживаются также пиринговые сети, в которых клиенты могут обнаруживать друг друга и обмениваться данными в отсутствие централизованного механизма управления.

Разработку приложений можно разделить на две части:

- разработка Web-приложений;
- разработка Web-сервисов.

Контроллеры приложений ответственны за обработку пользовательского взаимодействия и содержат бизнес-логику приложения, отвечая за то, что будет выдано пользователю при его запросе. Контроллер - это просто класс. В контроллере мы определяем методы, так называемые методы действий, которые могут вызывать пользователи. Каждый метод действия виден внешнему миру через свой URL и вызывается с параметрами, извлекаемыми из входящего запроса. Данные передаются в представление из метода действия контроллера с помощью метода View.

Представления служат для отображения пользовательского интерфейса приложения. Методы контроллера возвращают представления, и представление содержит HTML-разметку и контент, отправляемый в браузер. Представление эквивалентно странице. При создании Представления используется Razor - новый движок представлений в ASP.NET. Новый движок Razor предоставляет гибкий процесс кодирования и позволяет быстро интегрировать серверный код в HTML-разметку с минимумом усилий. [6, с.67]

Реализация сервисов системы состоит из следующих процессов:

- Создание контрактов;
- Выбор подходящей привязки;
- Определение конечных точек;
- Создание контрактов.

Контракт определяет условия предоставления и потребления сервисов, включая функциональные, технические (не только протокол, но и, например, способ авторизации, QoS) и прочие (стоимость, гарантии) параметры и служит основой соглашения между потребителем и провайдером сервиса на всех этапах его жизненного цикла. Одно из распространенных определений провайдера и потребителя сервисов базируется на том, кто из них контракт предоставляет (провайдер), а кто принимает (потребитель).

Технология WCF построена на концепции контрактов, с помощью которых можно описать взаимодействия между сервисами, формат сообщений, и т.д. Эта технология предлагает нам три разных типа контрактов: контракт сообщений, данных и сервисов. [5, с.49]

Контракт сервисов - определяет, как сервис будет взаимодействовать с внешним миром. Чтобы описать контракт сервисов в WCF, используется интерфейс с атрибутом: [ServiceContract]. Потом в этом интерфейсе определяется операции, которые могут производиться сервисом. Эти методы обозначены атрибутом [OperationContract]. В системе для каждого web - сервиса создается один контракт сервисов с операциями.

Контракт данных - определяет формат данных, которыми сервисы будут обмениваться. Это относится как к запросу на сервис, так и к ответу сервиса.

Итак, проблема создания распределенной информационной системы на основе распределенной базы данных рассмотрена на основе концепции жизненного цикла программного продукта. Это указывает на то, что применение сервис-ориентированной архитектуры совместно с распределенной базой данных обеспечит повышение надежности, доступности и эффективности любой системы.

#### Список литературы

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных. - М.: Мир, 2009. - 544 с
2. Бутрименко А.В. Разработка и эксплуатация сетей ЭВМ. - М.: Финансы и статистика, 2011. - 256с.
3. Гладцын В. А., Кринкин К. В., Яновский В. В. Сервис-ориентированная архитектура. Стандарты, алгоритмы, протоколы: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТ", 2004 -108 с.
4. Дейт К. Введение в системы баз данных, 8-е издание, Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. - 1328 с.
5. Задков В.П., Пономарев Ю.В. Компьютер в эксперименте. Архитектура и программные средства систем автоматизации. - М.: Наука, 2002. -376с.
6. Игнатъев В.М., Ларкин Е.В. Анализ производительности ЭВМ//Учеб. пособие,- Тула: ТулГТУ, 2009. - 104 с.
7. Таненбаум Э., Ван Стеен М. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2008 - 845с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ БУЛЬВАРА ГАГАРИНА – УЛИЦЫ УШИНСКОГО В ГОРОДЕ ПЕРМИ

**Якимов Михаил Ростиславович**

*д-р техн. наук, профессор Пермского национального исследовательского политехнического университета, г.Пермь*

TRAFFIC CONTROL CHANGES AT THE INTERSECTION OF GAGARIN BOULEVARD AND USHINSKOGO STREET IN PERM

*Dr. Sc. Mikhail R. Yakimov, prof., State national research polytechnic university, Perm*

### АННОТАЦИЯ

*В статье рассмотрено изменение светофорного регулирования на участке улично-дорожной сети крупного города. Приведены результаты сравнительного анализа моделирования существующей ситуации и проектных предложений по параметрам качества функционирования исследуемого перекрестка.*

### ABSTRACT

*The article contains changing in a traffic signalization plan at the site of the road network of a large city. The article presents the results of a comparative analysis of the existing situation and modeling of project proposals on performance parameters of the test intersection.*

*Ключевые слова: моделирование; перекресток; организация дорожного движения; транспортные средства.*

*Keywords: transport; modeling; intersection; traffic.*

Для повышения транспортной эффективности улично-дорожной сети на участке, включающем пересечение бульвара Гагарина и улицы Ушинского г. Перми, было проведено исследование, целью которого являлось определение оптимального режима светофорного регулирования на данном пересечении.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи: во-первых, получены на транспортной модели г. Перми интенсивности и распределение транспортных потоков для существующей ситуации и проектных предложений; во-вторых, проведено микромоделирование существующей ситуации и проектных предложений по изменению светофорного регулирования на пересечении бульвара Гагарина – улицы Ушинского; в-третьих, проведен сравнительный анализ моделирования существующей ситуации и проектных предложений по параметрам качества функционирования исследуемого перекрестка, в том числе: среднее время задержки всех транспортных средств, средняя скорость транспортных потоков, полное время в пути, общее время задержки, общее время остановок, количество остановок, количество транспортных средств в сети, количество выехавших транспортных средств, среднее число остановок транспортного средства [1]. На основе имитационного моделирования и сравнительного анализа дана экспертная оценка существующей и проектных схем организации дорожного движения в зоне моделирования [3].

Объектом исследования явился участок, включающий пересечение бульвара Гагарина и улицы Ушинского.

Исследуемый участок расположен в непосредственной близости от пересадочного узла – остановки общественного транспорта «Авторадио», в связи с чем организация дорожного движения должны отвечать соответствующим требованиям скорости транспортных потоков (рисунок 1).

В настоящее время наблюдаются очереди, состоящие из транспортных средств, движущихся с южного направления бульвара Гагарина направо.

Задержки возникают главным образом из-за светофорного регулирования, которое подразумевает движение транспортных средств по этому направлению таким образом, что, при повороте направо водители уступают дорогу всем остальным транспортным потокам [2].

Было принято решение проанализировать изменение показателей эффективности функционирования перекрестка при изменении параметров светофорного регулирования. Для этого специалистами Департамента дорог и транспорта было разработано проектное предложение, которое подразумевает выделение дополнительной фазы для движения транспортных средств с юга бульвара Гагарина.

В результате моделирования было выявлено, что такое изменение светофорного регулирования положительно скажется на всех показателях эффективности функционирования перекрестка.

Также был получен сравнительный анализ всех вариантов организации движения для утреннего и вечернего часов пик (Таблица 1, 2).

Таблица 1

Анализ эффективности функционирования в утренний час пик

Параметр	Существующая ситуация	Проектное предложение 1
Полное время в пути [h], Все типы ТС	41,979	37,303
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	23,825	20,434
Время задержки до вставки [h], Все типы ТС	0	0,056
Общее время остановок [h], Все типы ТС	15,682	13,301
Кол. не введенных ТС, Все типы ТС	0	0
Кол. остановок, Все типы ТС	2261	1930
Количество транспортных средств в сети, Все типы ТС	40	27

Параметр	Существующая ситуация	Проектное предложение 1
Количество выехавших транспортных средств, Все типы ТС	3105	2882
Среднее время простоя транспортного средства [с] [s], Все типы ТС	17,95	16,46
Среднее число остановок транспортного средства, Все типы ТС	0,719	0,663
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	19,154	19,911
Среднее время задержки транспортного средства [с] [s], Все типы ТС	27,272	25,288

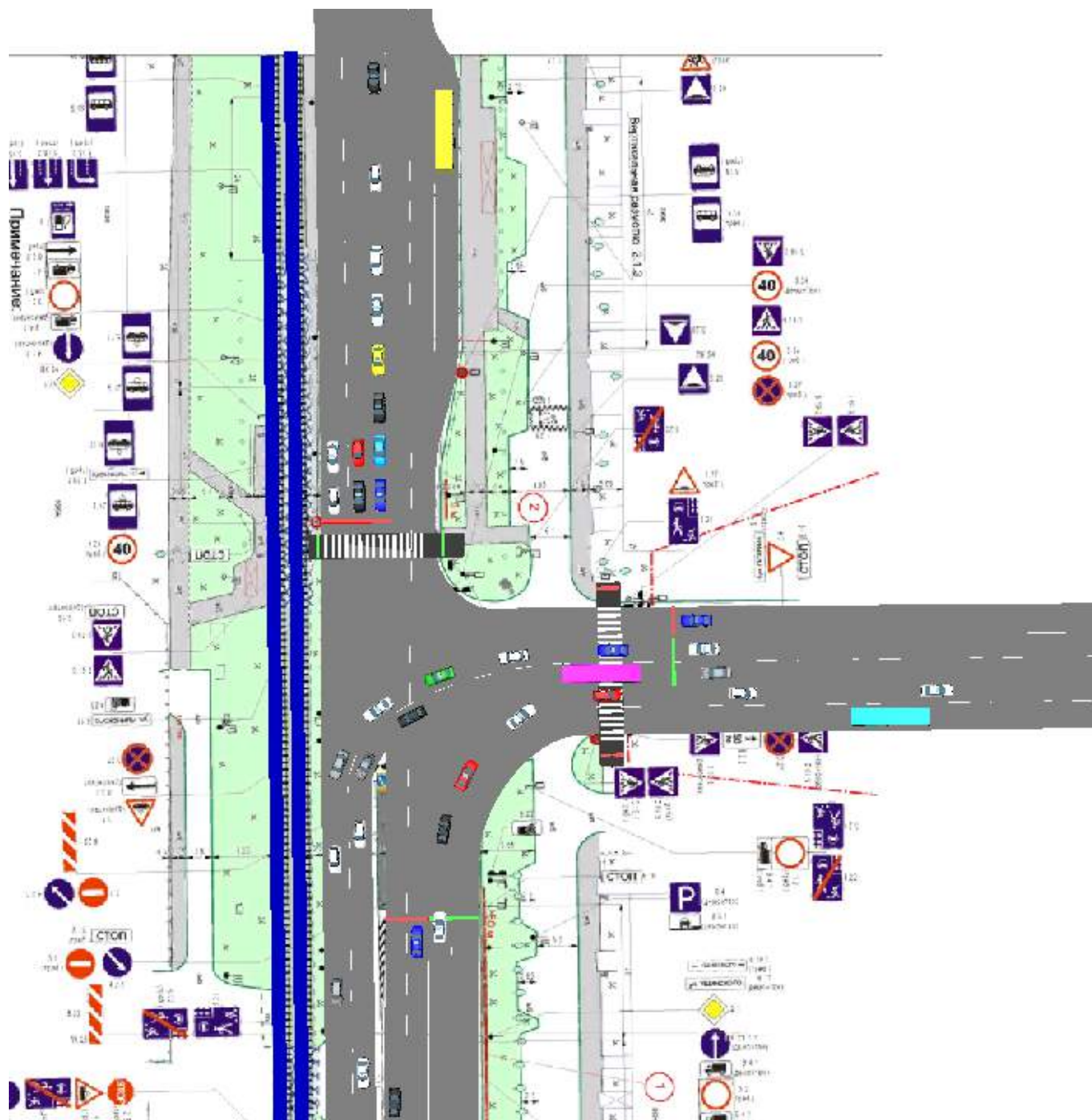


Рисунок 1. Фрагмент области моделирования проектного предложения 2 в вечерний час пик (315-ая секунда имитации)

Из таблиц видно, что, как в утренний, так и в вечерний час пик лучшим является проектное предложение 1. Положительный эффект достигается при помощи выделения дополнительных фаз для движения транспортных средств с южного направления.

Изменение светофорного регулирования в соответствии с параметрами светофорного регулирования проектного предложения 1 положительно повлияет на эффективность функционирования данного участка УДС.

В результате моделирования было выявлено, что изменение режима светофорного регулирования положительно скажется на эффективности функционирования

перекрестка. Так при проектном предложении увеличиваются показатели средней скорости и количество выехавших ТС, а также уменьшается среднее время задержек и количество остановок.

Таблица 2

Анализ эффективности функционирования в вечерний час пик

Параметр	Существующая ситуация	Проектное предложение 1
Полное время в пути [h], Все типы ТС	40,213	37,638
Общее время задержки: [h], Все типы ТС	23,614	20,626
Время задержки до вставки [h], Все типы ТС	0,698	0,148
Общее время остановок [h], Все типы ТС	15,785	13,479
Кол. не введенных ТС, Все типы ТС	0	0
Кол. остановок, Все типы ТС	2351	1902
Количество транспортных средств в сети, Все типы ТС	41	26
Количество выехавших транспортных средств, Все типы ТС	2822	2852
Среднее время простоя транспортного средства [с] [s], Все типы ТС	19,849	16,861
Среднее число остановок транспортного средства, Все типы ТС	0,821	0,661
Средняя скорость [км/ч], Все типы ТС	17,911	19,514
Среднее время задержки транспортного средства [с] [s], Все типы ТС	29,693	25,8

## Список литературы

1. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов.– 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.
2. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография /Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 464 с
3. VISSIM 5.30. Руководство пользователя

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГОЛЕНОСТОПА В ЦЕЛЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ГОЛЕНИЩА САПОГА, С УЧЁТОМ ВЫСОТЫ ПРИПОДНЯТОСТИ ПЯТОЧНОЙ ЧАСТИ

**Захарова Юлия Юрьевна**

Московский Государственный Университет Дизайна и Технологии аспирант

**Белгородский Валерий Савельевич**

профессор, доктор социологических наук, Московский Государственный Университет Дизайна и Технологии, ректор

**Довнич Игорь Иванович**

доцент, кандидат технических наук, Московский Государственный Университет Дизайна и Технологии, преподаватель

### THE USAGE OF TIBIOTARSUS COEFFICIENT FOR THE PURPOSE OF BALANCED BOOT TOP DESIGNING WITH ALLOWANCE FOR COUNTER ELEVATION

Zakharova Yuliya, Moscow State University of Design and Technology, Candidate

Belgorodsky Valery, Doctor of Social science, professor of Moscow State University of Design and Technology, President

Dovnich Igor, Candidate of Science, assistant professor of Moscow State University of Design and Technology, Lecturer

## АННАТИЦИЯ

В данной статье освещены проблемы поиска оптимального угла отклонения голенища сапога в сагиттальной плоскости при конструировании, с учетом высоты приподнятости пяточной части. Для выявления данного угла наклона голени предлагается рассчитать коэффициент, связывающий два параметра - угол отклонения голени в сагиттальной плоскости и высоту приподнятости пяточной части. Используя при конструировании описанный выше коэффициент, можно повысить показатель комфортности сапог, что в свою очередь приведет к повышению спроса на данный вид продукции.

## ABSTRACT

The problems of searching the optimal boot top angle deviation in sagittal plane during the process of high boots designing is considered in this article. The counter elevation is also taking into account. To reveal the inclination angle of shank

it is offered to calculate the coefficient that combines such parameters as inclination angle of shank in sagittal plane and counter elevation. The use of this coefficient during the designing process will help to raise the comfort index that will lead to the increase of the demand for these shoes type.

Ключевые слова: сапоги; конструирование; голенище; сагиттальная плоскость; приподнятость пяточной части;

Key words: high boots; design; boot top; sagittal plane; counter elevation;

Комфортные и стильные сапоги - желаемая покупка для любой современной женщины. Учитывая особенности климатической зоны, в которой находится РФ, сапоги, полностью закрывающие стопу и голень, преобладают в ассортименте осенне-весеннего и зимнего периода. Сочетанием этих факторов объясняется интерес производителей обуви к выпуску ассортимента сапог. Основными критериями при покупке данного вида обуви, несомненно, являются комфортность и эстетический вид модели. Как известно, в сапогах внутренние размеры определяются не только для стопы, но и для голени. Для того чтобы женские сапоги были впорными, их рекомендуется проектировать и изготавливать с голенищем в трех полнотах: узкой, средней и широкой, с интервалом 12 мм. [3] Однако при проектировании не учитывается такой критерий, как расположение голени в сагиттальной плоскости и, как следствие, отклонение вертикальной оси голенища от перпендикуляра к опорной поверхности, что является основой при проектировании голенища. Все это приводит к нежелательному складкообразованию в области косо-

взъема и пяточной части сапог, искажению линий контуров голенищ, дискомфорту потребителя и ускорению износа изделия. Как показали экспериментальные данные, в зависимости от высоты приподнятости пяточной части изменяется угол наклона голени в сагиттальной плоскости. [1] При построении конструктивной основы голенища передняя линия сапога перпендикулярна опорной поверхности (рис. 1 а). В то же время, при изучении расположения контура голени при различных высотах пяточной части с помощью трехмерного лазерного сканирования, было выявлено отклонение голени от вертикальной оси, перпендикулярной опорной поверхности, вперед или назад на 2-4 градуса, в зависимости от особенностей строения нижних конечностей (рис. 1 б).

Для определения оптимального положения передней линии сапога, соответствующего анатомии нижних конечностей в сагиттальной плоскости, произведем расчет величины, на которую можно будет ориентироваться при решении вопроса о корректировке конструктивной основы верха сапог.

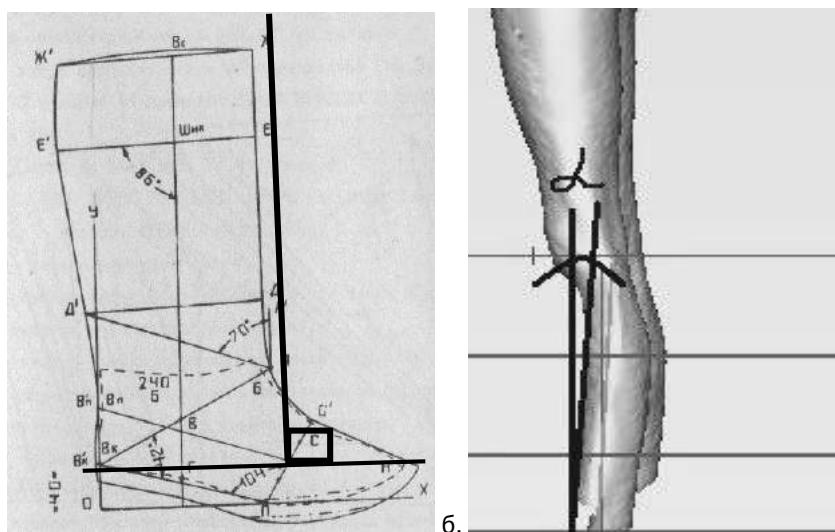


Рисунок 1. а - чертеж сапог, б - положения голени, полученные с помощью трехмерного лазерного сканирования при значении приподнятости пяточной части, равной 40 мм

Данную величину назовем коэффициентом голенистопа в сагиттальной плоскости и обозначим Кг.с.. Для расчета данного коэффициента предлагается следующая формула:

$$Кг.с. = \alpha / Нк \quad (1)$$

где Кг.с. - коэффициент голенистопа в сагиттальной плоскости;

$\alpha$  – угол отклонения голени в сагиттальной плоскости, град. (рис.1 б);

Нк – высота приподнятости пяточной части, мм.

Наиболее оптимальными величинами приподнятости пяточной части являются: низкая – 20 мм (данная высота считается оптимальной для тонуса мышц голени и стопы), средняя - 40 мм, высокая- 60 мм и особо высокая 90мм [2].

Следовательно, рассчитаем коэффициент голенистопа для каждой из вышеописанных величин. Полученные данные занесем в таблицу 1.

Из данной таблицы видно, что по мере возрастания приподнятости пяточной части, коэффициент голенистопа уменьшается, соответственно, следует проводить корректировку при конструировании сапог со средней и низкой приподнятостями пяточной части.



Таблица 1

Величина коэффициента голеностопа в сагиттальной плоскости для каждой из наиболее характерных величин приподнятостей пяточной части.

Высота приподнятости пяточной части (Нк), (мм)	Угол отклонения оси голени от оси ОУ в сагиттальной плоскости, ( $\alpha$ ) (град.) °	Коэффициент голеностопа (Кг.с.)
0	4,4	-
20	4,2	0.21
40	3	0.075
60	2,6	0.043
90	1,6	0.017

Таким образом, можно предположить, что при значении коэффициента больших 0,05 ( $K > 0,05$ ), корректировку конструктивной основы верха сапога производить необходимо. По умолчанию можно считать, что при нулевой приподнятости пяточной части ( $H_k = 0$  мм) корректировка также необходима, так как угол  $\alpha$  в этом случае имеет максимальное значение.

Используя вышеуказанную таблицу, можно рассчитать положение передней линии сапога при конструировании, при этом данная линия будет оптимальной с точки зрения анатомии.

Например, произведем расчет положения передней линии сапога для приподнятости пяточной части, равной 40 мм. Для этого воспользуемся таблицей 1- угол отклонения составит 3 градуса, а коэффициент голеностопа равен 0,075, соответственно, корректировку проводить необходимо и передняя линия сапога сместится назад на 3 градуса (рис. 2).

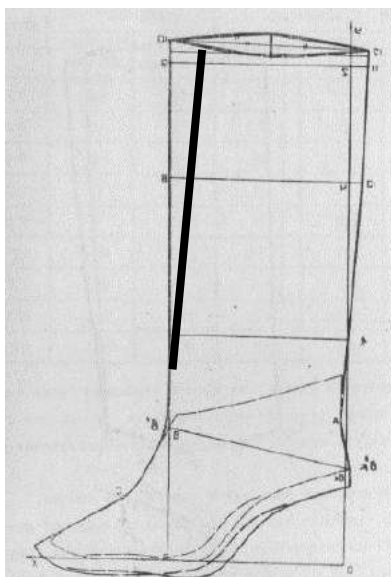


Рисунок 2. Изменения передней линии сапога с использованием таблицы 1: чёрным обозначен контур соответствующий анатомическому положению рассматриваемой голени

Таким образом, можно сделать вывод, что для рассматриваемой установки нижних конечностей, по мере увеличения высоты приподнятости пяточной части, угол отклонения оси голени относительно оси ОУ, перпендикулярной опорной поверхности, стремится к нулю. Для того чтобы определить значения высот, при которых необходима корректировка конструктивной основы верха сапога, предлагается использовать коэффициент голеностопа.

#### Список литературы

1. Захарова Ю. Ю., Белгородский В. С., Довнич И.И.. «Использование 3- D сканирования для определения угла отклонения в сагиттальной плоскости»

сборник "Памяти В.А. ФУКИНА посвящается", статья 2014 г., с.67-69

2. Ключникова В. М. и др. Практикум по конструированию изделий из кожи [Текст]: Учебное пособие для студентов вузов, обуч. по спец. «Конструиров. Изд. Из кожи», «Техн. Изд. Из кожи». -М.: Легпромбытиздат, 1985. –160 с
3. Макарова В.С. Моделирование и конструирование обуви и колодок [Текст]: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений. - М. Легпромбытиздат, 1987. – 160 с

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА ПРИ УСИЛЕНИИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Жемчужев Артур Олегович*

*аспирант каф. «Промышленное и гражданское строительство», Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти*

### NEW TECHNOLOGY APPLICATION IN WATER GLASS IN STRENGTHENING COMPRESSION REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION

*Zhemchuev Artur Olegovich, PhD student department «Industrial and civil construction», Togliatti State University the city of Togliatti*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье представлены новые технологии применения жидкого стекла при усилении железобетонных конструкций обоями, показаны конструктивные решения усиления конструкций, даны рекомендации по применению жидкого стекла при усилении.*

#### ABSTRACT

*The article presents the application of new technologies of water glass at strengthening reinforced concrete construction holder are shown designs strengthening of construction, provided recommendations on the use of water glass in the strengthening.*

*Ключевые слова: жидкое стекло; усиление; железобетонная конструкция; обойма;*

*Keywords: water glass; strengthening; reinforced concrete construction; holder.*

Дальнейший подъем экономики страны неизбежно будет связан с модернизацией производственных предприятий и гражданских зданий, и сооружений. Модернизация повлечет необходимость приспособления к новым условиям работы (увеличение этажности, увеличение крановых нагрузок, подвеска технологического оборудования, смена функционального назначения зданий и т.д.) железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий, значительная часть которых в настоящее время находится в изношенном состоянии. Одним из приемов продления срока службы конструкций является их усиление. Усиления требуют основные несущие элементы каркаса, в том числе железобетонные колонны, воспринимающие значительные сжимающие усилия. Среди методов усиления таких конструкций, одним из наиболее применяемых является метод усиления путем устройства железобетонных и металлических обоев.

Обоймы являются надежным методом усиления железобетонных колонн при увеличении эксплуатационных нагрузок и появлении дефектов локального характера [3, с. 22]. Однако существующие технологии усиления при помощи обоев имеют ряд недостатков:

- Трудоемкость в устройстве обоев;
- Дороговизна устройства;
- Низкая адгезия бетона колонны с бетоном обоев [3, с. 26];
- Невысокое повышение несущей способности и снижение деформаций усиливаемых конструкций.

Таким образом, сложившаяся ситуация в настоящее время диктует внедрение новых технологий в практику усиления железобетонных конструкций. Создание наиболее экономически выгодных способов, повышающих несущую способность и деформативность усиливаемых железобетонных колонн.

Для устранения данных недостатков, были разработаны способы усиления колонн обоями при помощи адгезионной обмазки из жидкого стекла.

Жидкое стекло - это водный раствор силиката натрия, воздушное вяжущее, изготавливаемое путем обжига смеси, состоящей из кварцевого песка и соды. Полученное стекло после дробления растворяют в воде. Натриевое жидкое стекло применяется при производстве бетонов со специальными свойствами (кислотоупорных, жаростойких), огнезащитных красок и других материалов. Такой материал незаменим в химической промышленности для производства силикагеля, силиката свинца, метасиликата натрия [2].

Использование жидкого стекла имеет ряд преимуществ, по сравнению с известными способами:

- Низкая стоимость;
- Обойма не трудоемка в устройстве;
- Высокая адгезия бетона колонны с бетоном обоев, вследствие чего происходит повышение несущей способности и снижение деформаций усиливаемого элемента.

Способ представляет собой [1]. На поверхность усиливаемой колонны наносят адгезионную обмазку из жидкого стекла, далее устанавливают каркас обоев, устанавливают опалубку и производят бетонирование обоев (рис. 1).

Также возможно применять способ усиления с обмазкой из жидкого стекла с добавлением цемента (любой марки). Обмазку получают путем смешивания жидкого стекла с цементом в соотношении 1:1, на поверхность усиливаемой колонны наносят адгезионную обмазку из жидкого стекла с добавлением цемента, далее устанавливают каркас обоев, устанавливают опалубку и производят бетонирование обоев (рис. 2). На конструктивное решение оформлен патент.

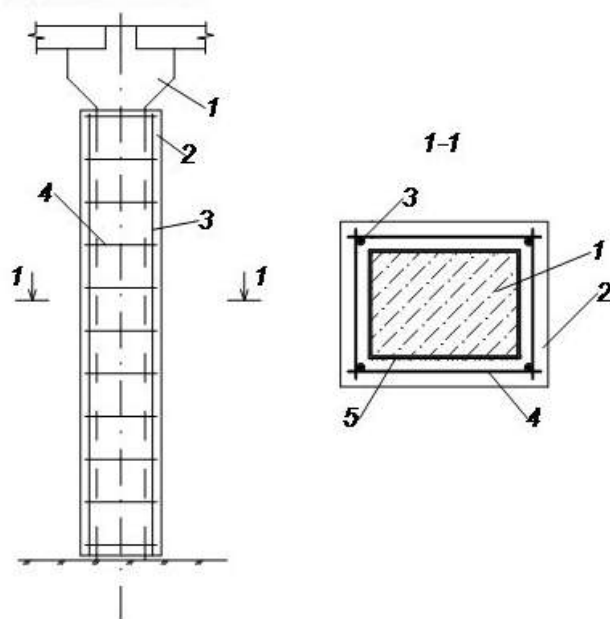


Рисунок 1. Способ усиления колонны. 1. Железобетонная колонна; 2. Обойма; 3. Продольная арматура; 4. Поперечная арматура; 5. Обмазка из жидкого стекла.

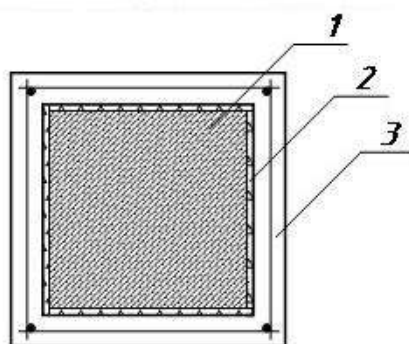


Рисунок 2. Способ усиления колонны. 1. Железобетонная колонна; 2. Обмазка из жидкого стекла с цементом; 3. Обойма.

Данные способы применимы при усилении железобетонных колонн реконструируемых зданий и сооружений всех типов.

#### Литература

1. Жемчужев А.О., Теряник В.В. Наружная усиливающая конструкция колонн. Патент на полезную модель RU № 149451U1 // Опубл. 10.01.2015. Бюл. № 1.

2. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло / Санкт-петербург: Стройиздат. СПб, 1996. С. 109.
3. Теряник В.В. Прочность, устойчивость и деформативность железобетонных колонн, усиленных обоймами. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 2004. 188 с.: ил.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕПРОФИЛИРОВАННЫМ ПЛОСКИМ ЭЛЕКТРОДОМ - ИНСТРУМЕНТОМ

*Житников Владимир Павлович*

*доктор физ.-мат. наук, профессор, Уфимский Государственный авиационный технический университет, г. Уфа*

*Зарипов Аскар Александрович*

*Аспирант, Уфимский Государственный авиационный технический университет, г. Уфа*

*SIMULATION OF ELECTROCHEMICAL MACHINING WITH NONPROFILED PLANE ELECTRODE-TOOL*

*Zhitnikov Vladimir Pavlovich, PHD, Professor, of Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

*Zaripov Askar Aleksandrovich, postgraduate student of Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

**АННОТАЦИЯ**

Для моделирования электрохимической обработки применяется метод конформных отображений. Используется скачкообразная зависимость выхода по току от плотности тока, с помощью которой моделируется обработка с наибольшей локализацией. Найдены формы стационарной обрабатываемой поверхности и зависимость толщины растворенного слоя металла от зазора (в безразмерном виде). Полученные численные результаты и аппроксимирующие зависимости позволяют оценить скорость движения электрода - инструмента и величину зазора, необходимые для получения заданной формы поверхности детали.

**ABSTRACT**

For electrochemical machining simulation the conformal mapping method is used. The jump-like dependence of current efficiency on current density is used. With it the machining with greatest localization is simulated. The shapes of machining surface and dependence of dissolved layer thickness on gap (in dimensionless form) are found. The results and approximated dependences obtained allow estimating the velocity of electrode-tool motion and the gap value relevant for the detail shape prescribed obtaining.

**Ключевые слова:** выход по току; скачкообразная зависимость; наибольшая локализация.  
**Keywords:** current efficiency; jump-like dependence; the greatest localization.

В настоящее время производится разработка новых технологий обработки материалов в различных отраслях промышленности [2]. В частности, интерес представляет электрохимическая обработка (ЭХО) непрофилированным плоским электрод-инструментом (ЭИ), движущимся вдоль обрабатываемой поверхности. С помощью такой обработки можно получать углубления различной формы и протяженности.

Схема сечения межэлектродного пространства (МЭП) показана на рис. 1,а. Плоский полубесконечный ЭИ А'СВ', движется горизонтально вправо с постоянной скоростью  $V_{et}$ .

В данной работе зависимость выхода по току от напряженности моделируется скачкообразной функцией

$$\eta(E) = \begin{cases} \eta_0, & |E| > E_1, \\ 0, & |E| < E_1. \end{cases} \quad (1.2.3)$$

При моделировании процессов с максимальной локализацией предполагается, что существуют две зоны с различными краевыми условиями. При  $|E| < E_1$  растворения не происходит, поэтому этой зоне соответствуют горизонтальные участки границы AF и GB.

Одному значению  $|E| = E_1$  соответствует участок границы FDG, на котором выход по току непрерывно изменяется от 0 до  $\eta_0$ .

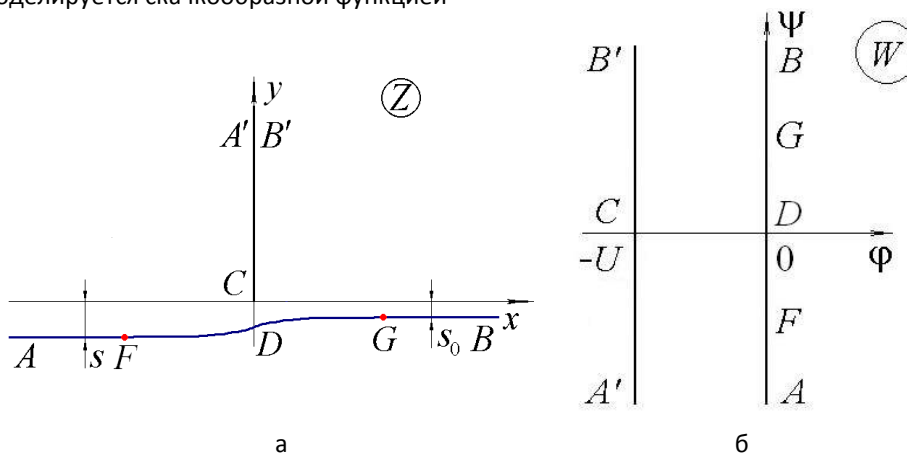


Рисунок 1. Формы области МЭП: а – на физической плоскости; б – на плоскости комплексного потенциала

Областью, соответствующей МЭП на плоскости комплексного потенциала, является полоса (рис. 1,б).

Задача решается методом годографа [1].

На плоскости годографа напряженности  $\bar{E} = dW/dZ = |E|e^{-i\theta}$  (где  $\theta$  – угол наклона вектора напряженности к оси X) участку FDG с постоянным модулем напряженности на плоскости годографа соответствует дуга окружности радиуса  $E_1$  с центром в начале координат (рис. 2,а). Поскольку обрабатываемая поверхность эквипотенциальна, вектор напряженности нормален к поверхности в каждой ее точке. Поэтому участкам, где отсутствует растворение, соответствуют отрезки

мнимой оси AF и BG. На участках границы AC и BC', соответствующих левой и правой поверхности ЭИ, вектор напряженности наклонен под углом, соответственно,  $-\pi$  и 0 к оси X. На кромке C напряженность бесконечна. Поэтому на плоскости годографа этим участкам соответствуют лучи действительной оси.

Неединственность построения области на плоскости годографа обусловлена различной длиной разреза FDG. Продолжение разреза влево невозможно, так как значения угла наклона вектора напряженности  $\theta < -\pi/2$  соответствуют отрицательному наклону касательной к обрабатываемой поверхности, что может быть только при наращении, а не растворении поверхности заготовки.

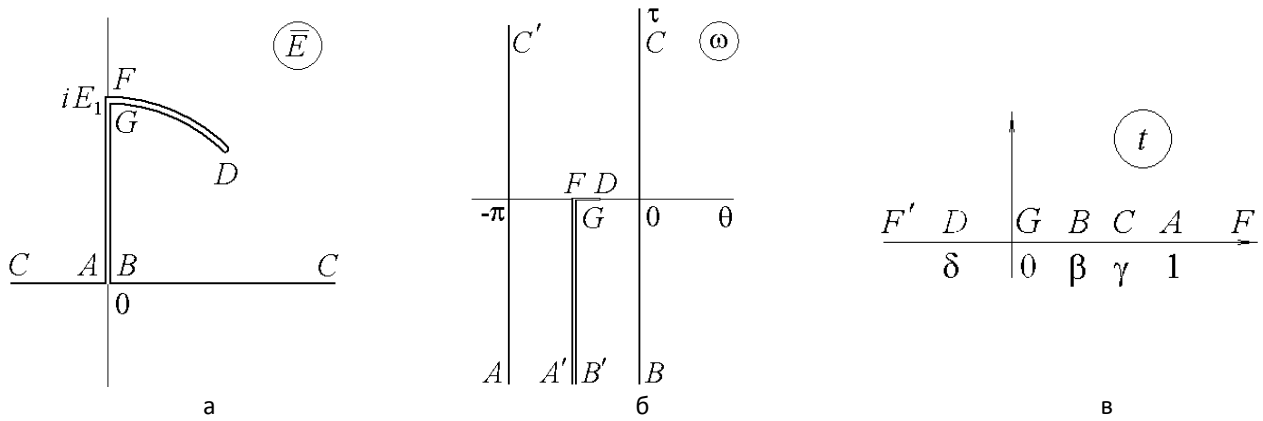


Рисунок 2. Формы областей: а – на плоскости годографа напряженности; б – на плоскости изменения функции Жуковского; в – на параметрической плоскости

Рассмотрим функцию Жуковского  $\omega = i \ln \frac{1}{E_1} \frac{dW}{dZ} = \theta + i\tau$ , область изменения которой является многоугольник (рис. 2,б) с углами А, В, С, D, F, G равными 0, 0, 0,  $2\pi$ ,  $3\pi/2$ ,  $\pi/2$ . Введем в рассмотрение параметрическую плоскость  $t$  (рис. 2,в). С помощью интеграла Шварца-Кристоффеля найдем отображение  $t$  на  $\omega$

$$\omega = C_1 \int_{\infty}^t (t-1)^{-1}(t-\beta)^{-1}(t-\gamma)^{-1}(t-\delta)(t-0)^{-1/2} dt - \frac{\pi}{2} = C_1 \int_{\infty}^t \frac{(t-\delta)dt}{(t-1)(t-\beta)(t-\gamma)\sqrt{t}} - \frac{\pi}{2}$$

Отсюда

$$\omega = C_1 \left( \frac{1-\delta}{(1-\beta)(1-\gamma)} \ln \frac{\sqrt{t}-1}{\sqrt{t}+1} + \frac{\beta-\delta}{(\beta-1)(\beta-\gamma)} \frac{1}{\sqrt{\beta}} \ln \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\beta}}{\sqrt{t}+\sqrt{\beta}} + \frac{\gamma-\delta}{(\gamma-1)(\gamma-\beta)} \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \ln \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\gamma}}{\sqrt{t}+\sqrt{\gamma}} \right) - \frac{\pi}{2} = \frac{i}{2} \ln \frac{\sqrt{t}-1}{\sqrt{t}+1} + \frac{i}{2} \ln \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\beta}}{\sqrt{t}+\sqrt{\beta}} - i \ln \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\gamma}}{\sqrt{t}+\sqrt{\gamma}} - \frac{\pi}{2} \tag{1}$$

При этом должны выполняться равенства

$$C_1 \frac{1-\delta}{(1-\beta)(1-\gamma)} = \frac{i}{2}, \quad C_1 \frac{\beta-\delta}{(\beta-1)(\beta-\gamma)} \frac{1}{\sqrt{\beta}} = \frac{i}{2}, \quad C_1 \frac{\gamma-\delta}{(\gamma-1)(\gamma-\beta)} \frac{1}{\sqrt{\gamma}} = -i$$

Исключая  $C_1$  получим два уравнения, связывающие три неизвестных:  $\beta, \gamma, \delta$

$$-\frac{(1-\delta)(\beta-\gamma)}{(1-\gamma)(\beta-\delta)} \sqrt{\beta} = 1, \quad \frac{(\beta-\delta)(\gamma-1)}{(\beta-1)(\gamma-\delta)} \frac{\sqrt{\gamma}}{\sqrt{\beta}} = \frac{1}{2} \tag{2}$$

Конформное отображение  $W(t)$

$$W(t) = i \frac{U}{\pi} \ln \frac{t-1}{t-\beta} \frac{\delta-\beta}{1-\beta} \tag{3}$$

Производная

$$\frac{dW}{dt}(t) = i \frac{U}{\pi} \left( \frac{1}{t-1} - \frac{1}{t-\beta} \right) = i \frac{U}{\pi} \frac{1-\beta}{(t-\beta)(t-1)} \tag{4}$$

Выразим дифференциал

$$dZ = \frac{1}{E_1} e^{i\omega} dW = -i \sqrt{\frac{\sqrt{t}+1}{\sqrt{t}-1}} \sqrt{\frac{\sqrt{t}+\sqrt{\beta}}{\sqrt{t}-\sqrt{\beta}}} \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\gamma}}{\sqrt{t}+\sqrt{\gamma}} i \frac{U}{\pi E_1} \frac{1-\beta}{(t-\beta)(t-1)} dt = \frac{U}{\pi E_1} \frac{\sqrt{t}-\sqrt{\gamma}}{\sqrt{t}+\sqrt{\gamma}} \frac{1-\beta}{\sqrt{\sqrt{t}+\sqrt{\beta}}(\sqrt{t}-\sqrt{\beta})^{3/2} \sqrt{\sqrt{t}+1}(\sqrt{t}-1)^{3/2}} dt \tag{5}$$

Конформное отображение  $Z(t)$  получается численным интегрированием выражения (5).

На рис. 3 приведены форма обрабатываемой поверхности для  $\beta=1/20$ .

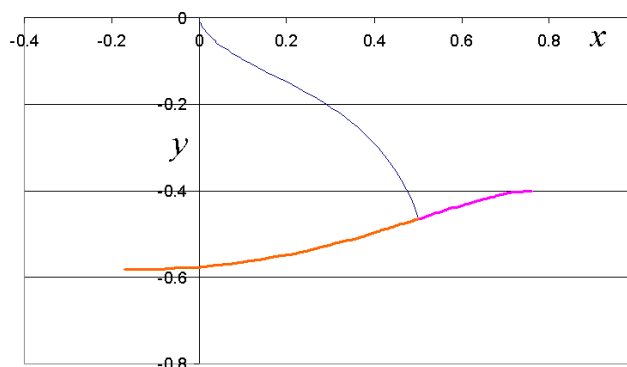


Рисунок 3. Форма обрабатываемой поверхности

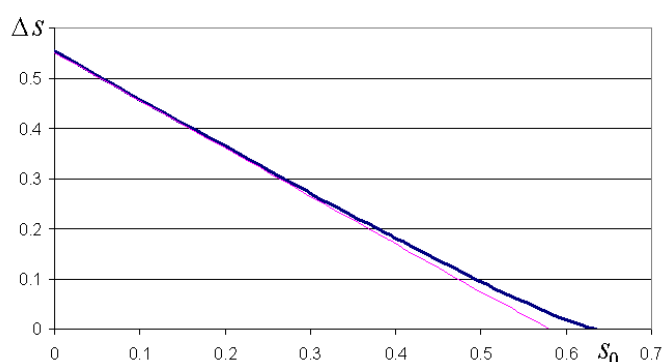


Рисунок 4. Зависимость  $\Delta s(s_0)$

Таким образом, решена задача, имеющая практическое приложение в области электрохимической размерной обработки непрофилированным электрод-инструментом в виде пластины, движущейся вдоль обрабатываемой поверхности. Полученные характеристики и аппроксимирующие зависимости позволяют оценить необходимую скорость движения ЭИ, позволяющие получить заданную форму поверхности детали.

Работа выполнена при финансовой поддержке Ми-

нобрнауки России в рамках базовой части госзадания образовательным организациям высшего образования.

#### Список литературы

1. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. – М.: Наука, 1979.
2. Житников В. П., Зайцев А. Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. М.: Машиностроение, 2008.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФИБРОБЕТОНОВ

**Зотов Александр Николаевич,**

Аспирант, Костромская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кострома

### OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION AND PREDICTION STRENGTH PROPERTIES OF MODIFIED FIBERCONCRETE

Zotov Alexandr, post-graduate student, Kostroma State Agricultural Academy, Kostroma

#### АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований и предложены составы модифицированного мелкозернистого бетона с полипропиленовой фиброй. Обосновано применение модификаторов для улучшения прочностных свойств дисперсно – армированных бетонов. Получены формулы расчета расхода цемента и прогнозирования прочности при проектировании составов фибробетонов.

#### ABSTRACT

The article presents the results of research and offered to make a modified fine concrete with polypropylene fibers. The application of modifiers to improve the strength properties of dispersion - reinforced concrete. We obtain the formula for calculating the flow of cement and prediction of strength in the design of fiberconcrete compositions.

**Ключевые слова:** фибробетон, усадка, многокомпонентное вяжущее, прочность, гиперпластификатор, полипропиленовая фибра.

**Keywords:** fiberconcrete, contraction, multi-component binder, strength, hyperplasticizer, polypropylene fiber.

В настоящее время весьма актуальны исследования влияния фибры, минеральных и химических добавок на механические и эксплуатационные свойства дисперсно-армированных бетонов. На пути решения целого комплекса задач вопрос разработки современных способов прогнозирования прочностных свойств фибробетонов и оптимизации их составов является ключевым.

Основным недостатком мелкозернистого бетона является высокая удельная поверхность, вызывающая увеличение расхода цемента и воды затворения на стадии приготовления смеси и усадку цементного камня в процессе твердения. Для высокопрочных бетонов снижение усадочных деформаций обеспечивается в основном посредством водоредуцирования за счет использования различных видов суперпластификаторов [1, стр. 243]. Поэтому введение эффективной полифункциональной добавки положительно скажется на реологических, технологических и эксплуатационных свойствах фибробетонов.

Повышение качества бетона как композита может быть осуществлено за счет максимального использования энергетических возможностей цемента, резервы которого, как правило, используются не полностью. Это происходит в силу возникающих в твердеющей системе бетона внутренних напряжений, ограничивающих его расход [2, стр.24]. Эффективным решением данной проблемы служит введение микронаполнителей, которые способствуют уплотнению структуры и снижению усадки бетона.

Отмечено [3], что микрокремнезем (МК), использованный в качестве добавки к цементу, имеет значительную пуццолановую активность, в основном в течение 7 – 14 дней после перемешивания с водой. Таким образом, прочность многокомпонентного вяжущего остается достаточно высокой, даже при замене портландцемента микрокремнеземом до 14 % по массе.

Применение синтетических волокон в качестве армирующего материала обычно приводит к значительному уменьшению усадочных деформаций в бетоне. Волокна вводятся в хрупкую структуру цементной матрицы для повышения ударной прочности и вязкости разрушения композитов в результате процесса трещинообразования и повышения прочности при растяжении и изгибе [4]. При обычном использовании волокон механические свойства бетона улучшаются незначительно. Однако следует отметить, что уплотнение структуры за счет введения микрокремнезема способствует улучшению механического сцепления волокон с цементно-песчаной матрицей фибробетона.

Для комплексной оценки технологических и прочностных свойств были приготовлены равноподвижные смеси модифицированного мелкозернистого фибробетона, материалы и опытные составы которого представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Материалы для фибробетонных смесей

№ п/п	Наименование компонента
1	Портландцемент ЦЕМ I 42,5 ЗАО «Белгородский цемент»
2	Песок крупный ОАО «Хромцовский карьер» Мк = 2,78, Вп = 6 %
3	Микрокремнезем МКУ-85 ОАО «Кузнецкие ферросплавы» $SiO_2 = 93,8 \%$ , $\rho_{МК}^{ИСТ} = 2200 \text{ кг/м}^3$
4	Вода водопроводная
5	Гиперпластификатор Stachement 2061/151.2, К=30 %
6	Фибра полипропиленовая L= 18 мм, d = 20 мкм

Таблица 2

Составы фибробетонных смесей

№ п/п	Ц, кг/м <sup>3</sup>	МК кг/м <sup>3</sup>	П, кг/м <sup>3</sup>	ФПП, кг/м <sup>3</sup>	ГПсух (% от КВ)	ВОБЩ, дм <sup>3</sup>	В В	ρсм, кг/м <sup>3</sup>
1	527,7	-	1583,0	-	-	227,0	0,43	2337,7
2	527,0	-	1581,0	1,0	-	226,6	0,43	2336,1
3	526,0	-	1579,0	2,0	-	226,3	0,43	2334,4
4	525,8	-	1577,0	3,0	-	226,0	0,43	2332,8
5	515,9	44,9	1682,4	-	0,25 %	171,5	0,306	2416,1
6	528,5	45,9	1723,4	-	0,5 %	150,3	0,262	2451,1
7	533,9	46,4	1740,8	-	0,75 %	140,7	0,243	2466,2
8	515,3	44,8	1680,3	1,1	0,25 %	171,3	0,306	2414,3
9	527,2	45,8	1719,1	2,3	0,5 %	149,9	0,262	2447,2
10	531,8	46,3	1734,2	3,5	0,75 %	140,2	0,243	2460,2

Негативное влияние количества воды проявляется при дозировке МК выше 15% общей массы вяжущего при соответствующем повышении водопотребности бетонной

смеси более чем на 25 % [5, стр. 560]. Предварительные исследования и испытания многокомпонентного вяжу-

щего (МКВ) показали, что наилучшие прочностные показатели были получены при замене 8 % цемента микрокремнеземом. При этом фактическая активность составила  $R_{МКВ}=57,44$  МПа.

При проектировании составов фибробетонов особое внимание уделялось дозировке полипропиленовой фибры, исходный материал которой обладает малой плотностью ( $\rho_{ПП} = 0,91$  г/см<sup>3</sup>). Микрокремнезем также имеет меньший удельный вес в сравнении с цементом, что отражается на истинной плотности вяжущего. С учетом данных факторов расход многокомпонентного вяжущего на 1 м<sup>3</sup> фибробетона по методу абсолютных объемов будет определяться по формуле:

$$MKB = \frac{1000 - 1,099 \cdot \Phi_{ПП}}{\left( \frac{1}{\rho_{Ц} - 0,009 \cdot МК} + \frac{n}{\rho_{П}} + \frac{В}{МКВ} + \frac{0,01 \cdot ГП}{1,426} \right)}, \quad (1)$$

где  $\Phi_{ПП}$  – расход полипропиленовой фибры, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{Ц}$  – истинная плотность цемента, т/м<sup>3</sup>; МК – расход микрокремнезема, % от общей массы вяжущего;  $\rho_{П}$  – истинная плотность песка, т/м<sup>3</sup>; n – соотношение между песком и вяжущим; В/МКВ – водовяжущее отношение; ГП – расход гиперпластификатора в перерасчете на сухое вещество, % от массы вяжущего.

Изменение плотности фибробетонной смеси показано на рисунке 1.

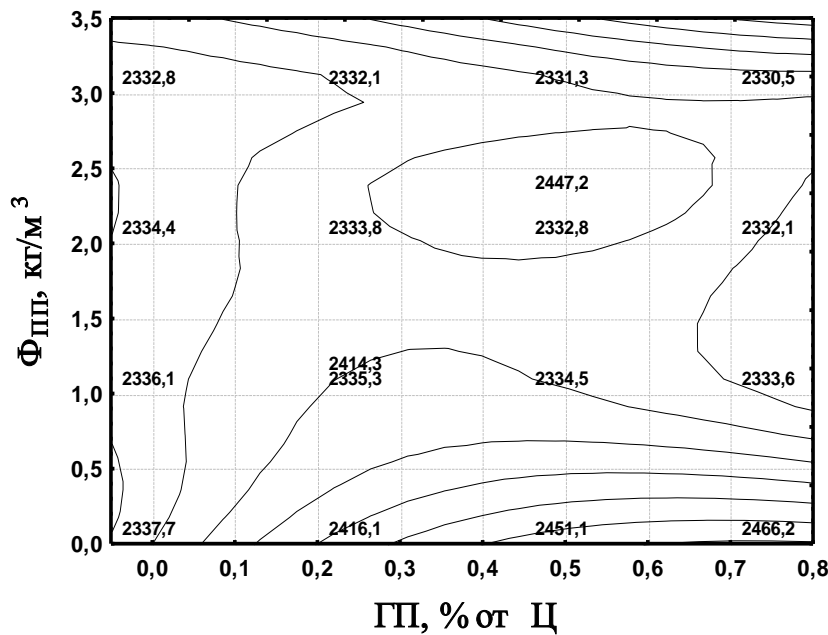


Рис. 1 - Изополе изменения плотности фибробетонной смеси

Следует отметить, что полипропиленовые волокна имеют низкий модуль упругости и высокую предельную деформативность, что предопределяет невысокую прочность бетона, особенно после трещинообразования. Однако применение эффективных модификаторов структуры позволило получить мелкозернистые фибробетоны

с высокими прочностными характеристиками. Изоповерхность изменения прочности фибробетона в зависимости от расхода гиперпластификатора и фибры показана на рисунке 2.

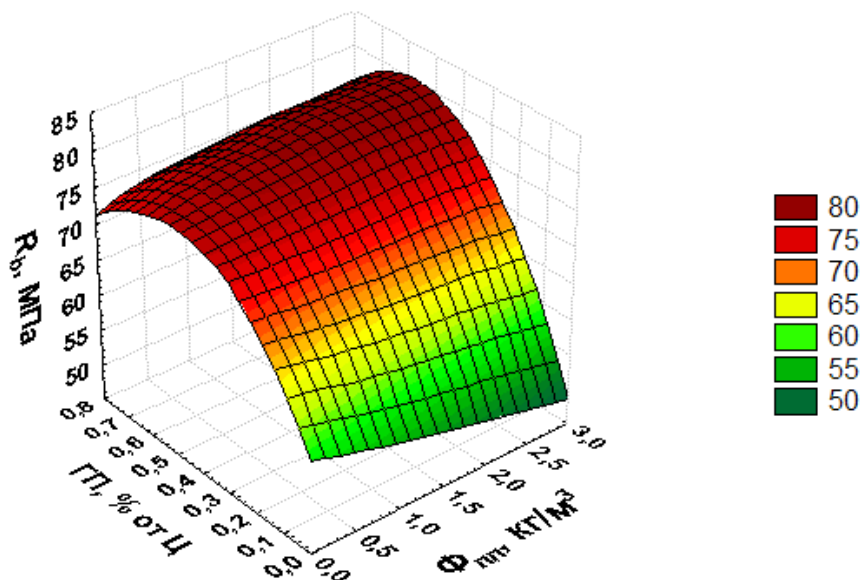


Рис. 2 - Изоповерхность изменения прочности фибробетона



На основании анализа экспериментальных данных получено уравнение прочности при сжатии модифицированного мелкозернистого фибробетона в возрасте 28 суток ( $R_{fb}$ , МПа):

$$R_{fb} = R_{МКВ} - 2,064 \cdot \Phi_{III} + 83,55 \cdot ГП - 0,316 \cdot \Phi_{III}^2 + 6,415 \cdot \Phi_{III} \cdot ГП - 84,87 \cdot ГП^2 \quad (2)$$

где  $R_{МКВ}$  – активность (прочность) многокомпонентного вяжущего, МПа.

Многочисленные исследования показали, что причинами разрушения образцов могут быть только растягивающие деформации, возникающие за счет неоднородности напряженно-деформированного состояния [6, стр. 8]. Армирование на макромасштабном уровне позволит усилить контактную зону, уменьшить деформации и повысить вязкость разрушения фибробетона, что положительно скажется на его прочностных и эксплуатационных свойствах.

Таким образом, доказана эффективность применения микронаполнителя, полифункциональной добавки и полипропиленовых волокон для улучшения прочностных характеристик фибробетонов.

С помощью формул (1 и 2) появляется возможность определять расход многокомпонентного вяжущего и прогнозировать прочность при сжатии фибробетона в зависимости от расхода фибры и гиперпластификатора.

Дальнейшее исследование модифицированного мелкозернистого бетона с полипропиленовой фиброй открывает перспективы для получения фибробетонов с высокими эксплуатационными показателями качества и требуемой трещиностойкостью.

#### Список литературы

1. Баженов Ю. М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны./ Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 386 с.
2. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов: монография./ ФБОУ ВПО « Моск. Гос. Строит. Ун-т», М.: МГСУ, 2013. – 204 с.
3. Traetterberg, A. (1978). Cemento 75, 259.
4. A. Kelly, Proc. R. Soc. London, Ser. 119, 95 (1970).
5. Батраков В. Г., Модифицированные бетоны. Теория и практика.-2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 715 с., стр. 560;
6. Абрамов Л.М., Галкина М.А., Скуратович А.В., Чернышева А.А. Об особенностях деформирования бетона при одноосном сжатии кубических образцов./ Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. статей 65-й международной научно-практической конференции: в 3 т. Т.2. – Караваево: Костромская ГСХА, 2014. – 224 с.

## МЕСТО МЕТОДА ПЕРИФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ТЕСТОВОЙ СТРАТЕГИИ И СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КОМПАКТНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВВОДА/ВЫВОДА ДАННЫХ ПУТЕМ УНИВЕРСАЛИЗАЦИИ РАЗЪЕМОВ ПЕРИФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ

**Зубиков Дмитрий Валерьевич**

Преподаватель, Самарский Государственный Технический Университет, г.Самара

**Кильдибеков Рустем Русланович**

Студент, Самарский Государственный Технический Университет, г.Самара

*METHOD OF BOUNDARY SCAN FOR TEST STRATEGY AND METHOD INCREASE DENSITY INFRASTRUCTURE OF I/O DATAS*

*Zubikov Dmitriy, Lecturer, of Samara State Technical University Samara*

*Kildibekov Rustem, Student, of Samara State Technical University Samara*

#### АННАТАЦИЯ

В статье кратко изложено содержание методов электрического тестирования и через рассмотрение соотношения их достоинств и недостатков определено место данных методов в тестовой стратегии; предложен способ оптимизации конфигурации инфраструктуры ввода/вывода данных изделия, имеющего разъем интерфейса IEEE 1149.x, путем универсализации данного разъема; предложены решения по реализации данной универсализации и на конкретном примере оценена ее эффективность.

#### ABSTRACT

Article has short content of electric test methods; suggestion method optimization of IEEE 1149.x port, suggestion decision for the optimization and example result of estimates and efficiency.

**Ключевые слова:** периферийное сканирование, структурное тестирование, функциональное тестирование, разъем интерфейса IEEE 1149.x, универсализация разъема, инфраструктура ввода/вывода данных.

**Keywords:** boundary scan, structural test, functional test, IEEE 1149.x interface, universalization of port, infrastructure of I/O datas.

Развитие комплекса методов электрического тестирования изделий электронной промышленности началось с разработки и внедрения метода функционального тестирования, принцип которого заключается в подаче на

изделие питания и проведении ряда проверок, призванных подтвердить его работоспособность. При этом для регистрации выполнения тестируемым изделием своих

функций используется, как правило, визуальная или программно-контролируемая индикация. Последний вариант является более универсальным и гибким в настройке, в связи с чем используется при тестировании изделий высокой сложности, однако требует создания специальных программных оболочек. Причем количество программных оболочек, создаваемых при подготовке тестирования изделий высокой сложности, в некоторых случаях достигает нескольких сотен, что наряду с необходимостью создания новых версий тестовых последовательностей, новых интерфейсов и технологического аппаратного ПО обуславливает значительную трудоемкость метода функционального тестирования [2].

Другими недостатками функционального тестирования являются отсутствие ориентированности на локализацию конкретных дефектов и высокая сложность диагностирования обнаруженных неисправностей, требующая привлечения квалифицированных специалистов.

Для компенсации недостатков метода функционального тестирования была разработана группа методов структурного тестирования, направленных на локализацию дефектов монтажа и построенных на принципах, обеспечивающих возможность автоматической генерации тестовых последовательностей [1].

Впервые принципы структурного тестирования были реализованы в методе внутрисхемного тестирования, заключающемся в поиске тестовой установкой дефектов и ошибок монтажа при ее последовательном (через летающие пробники) или параллельном (через адаптеры игольчатого типа) электрическом контактировании с выводами компонентов, участками и элементами топологического рисунка тестируемого изделия. Внутрисхемное тестирование идеально подходило для DIP-компонентов и технологии штыревого монтажа. Но после с появлением многослойных печатных плат и таких видов корпусов микросхем, как QFP, BGA, CSP и т.д., тестовый доступ установок, реализующих данный метод, оказался сильно ограничен.

Решением обозначенной проблемы стала разработка нового метода структурного тестирования – периферийного сканирования, заключающегося в подключении тестовой станции к тестируемому изделию (плате или блоку) через выведенный на его периферию разъем с помощью четырехпроводного (опционально – пятипроводного) интерфейса, унифицированного международным стандартом серии IEEE 1149.x, и подаче через данный интерфейс управляющих команд на цифровые компоненты тестируемого изделия, имеющие соответствующий порт тестового доступа (порт стандарта IEEE 1149.x), внутренние ячейки периферийного сканирования для каждого вывода и соответствующие регистры периферийного сканирования, а также дополнительную переключающую обвязку [1].

При получении от станции периферийного сканирования управляющих команд цифровые компоненты переключаются в тестовый режим (активируется тестовая логика) и начинают последовательно передавать тестовые последовательности на компоненты, связанные с ними по шине периферийного сканирования. С окончательного компонента, подключенного к шине, тестовые последовательности возвращаются на станцию периферийного сканирования для анализа. Таким образом, осуществля-

ется тестирование цепочки цифровых (а при наличии соответствующих программных инструментов – и включенных в эти цепочки аналоговых) компонентов [3]. Современные программные продукты позволяют также использовать метод периферийного сканирования для программирования flash и ПЛИС [4].

Метод имеет следующие преимущества по сравнению с методом внутрисхемного тестирования: 1) поскольку для обеспечения тестопригодности изделия по отношению к данному методу требуется только наличие на изделии разъема IEEE 1149.x и имеющих с ним связь цифровых компонентов, поддерживающих интерфейс IEEE 1149.x, метод является более оптимальным для тестирования макетов или опытных образцов изделий при корректировке конструкторской документации и внесении изменений в их структуру; 2) возможность использования метода не зависит от наличия на тестируемом изделии влагозащитных покрытий; 3) метод может использоваться для тестирования плат, находящихся внутри собранных блоков; 4) станции периферийного сканирования достаточно компактны, благодаря чему могут быть использованы для ремонта и обслуживания изделий в процессе эксплуатации, а также для локализации дефектов изделий при их климатических испытаниях (станции размещаются прямо в камерах) [5].

Описанные преимущества метода периферийного сканирования обеспечили его широкое использование в современном производстве электронной аппаратуры, в т. ч. специального назначения.

Однако данный метод имеет существенный недостаток, заключающийся в необходимости размещения на плате дополнительных специализированных разъемов стандарта IEEE 1149.x в количестве, равном количеству организованных на плате цепочек периферийного сканирования [6].

Для устранения данного недостатка предлагается универсализация разъема стандарта IEEE 1149.x с целью обеспечения возможности его использования для подключения внешних устройств к изделию по интерфейсам ввода/вывода (USB, miniUSB, microUSB, PS/2 и т.д.) При этом реализовать данную универсализацию предлагается с помощью следующих решений: 1) доработка конструкции разъема IEEE 1149.x посредством комплектования его дополнительными пинами в количестве, равном разнице числа пинов разъема IEEE 1149.x и разъемов интерфейсов, для подключения по которым внешних устройств предполагается использование разъема IEEE 1149.x (например, для USB интерфейса, количество дополнительных пинов, которыми необходимо докомплектовать разъем IEEE 1149.x, составляет 4); 2) использование адаптеров, обеспечивающих конструктивный переход от разъема IEEE 1149.x к ответным частям разъемов интерфейса, для передачи данных по которому предполагается использование разъема IEEE 1149.x; 3) применение мультиплексора-демультиплексора для коммутации модифицированного разъема IEEE 1149.x с необходимой интерфейсной шиной или цепью периферийного сканирования.

Для иллюстрации данных решений на рис. 1 и рис. 2 приведены вариант первоначальной конфигурации связей разъема IEEE 1149.x и разъемов ввода/вывода (USB, miniUSB, microUSB, PS/2) с интерфейсными шинами (цепью периферийного сканирования) и изменение данной конфигурации после реализации описанных решений (модификации разъема IEEE 1149.x).

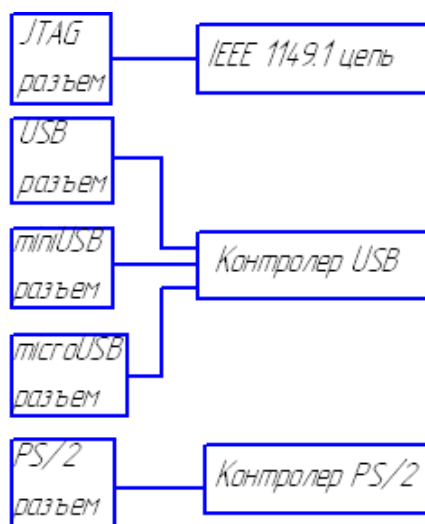


Рисунок 1. Конфигурация связей разъема IEEE 1149.x и разъемов ввода/вывода с цепью периферийного сканирования и интерфейсными шинами до модификации.

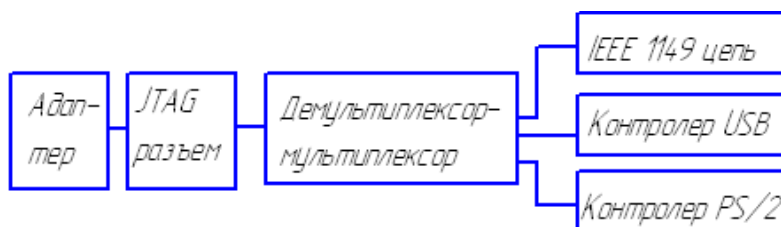


Рисунок 2. Конфигурация связи разъема IEEE 1149.x с цепью периферийного сканирования и интерфейсными шинами после модификации.

Для определения шины или цепи, с которой необходимо коммутировать модифицированный разъем IEEE 1149.x (определения режима работы разъема), мультиплексор-демультиплексор должен иметь число управляющих входов, равное числу дополнительных режимов функционирования разъема IEEE 1149.x (для примера, приведенного на рис. 2 – 2 режима), а внутренние схемы адаптеров должны обеспечивать коммутацию пина подачи питания разъема IEEE 1149.x с дополнительным пинном, соединенным с соответствующим управляющим входом мультиплексора-демультиплексора. В результате должна формироваться схема управления мультиплексором-демультиплексором, подобная следующей: 1) сигналы на управляющих входах отсутствуют – коммутация разъема с цепью периферийного сканирования (стандартный режим работы разъема); 2) наличие сигнала (наличие напряжения, равного напряжению на пине питания разъема IEEE 1149.x) на управляющем входе 1 – коммутация

разъема с интерфейсом USB; 3) наличие сигнала на управляющем входе 2 – коммутация с интерфейсом PS/2. Схема переключения режимов работы разъема IEEE 1149.x для описанного примера приведена на рис. 3.

Произведем оценку эффективности метода уменьшения площади, занимаемой на плате разъемами, путем модификации разъема IEEE 1149.x, при следующих исходных условиях: 1) изначально на плате имеется по одному разъему IEEE 1149.x, USB, miniUSB, microUSB, PS/2; 2) при модификации разъем IEEE 1149.x комплектуется четырьмя дополнительными пинами; 3) для коммутации разъема с интерфейсными шинами (цепями периферийного сканирования) используется 4х мультиплексор-демультиплексор CD4052BC.

Сравнительные данные о площади, занимаемой инфраструктурой ввода/вывода данных при указанных условиях, определяющих ее начальную и конечную конфигурации, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Площадь инфраструктуры ввода/вывода данных до и после модификации разъема IEEE 1149.x.

Элемент инфраструктуры ввода/вывода данных	Габариты элемента (ДхШ), мм	Площадь элемента, мм <sup>2</sup>
До модификации разъема IEEE 1149.x		
Разъем IEEE 1149.x	25x20	500
Разъем USB	15x12	180
Разъем miniUSB	8x5	40
Разъем microUSB	8x5	40
Разъем PS/2	17x15	255
ИТОГО:		1015
После модификации разъема IEEE 1149.x		
Разъем с дополнительными пинами IEEE 1149.x	30x20	600
4х мультиплексор-демультиплексор (CD4052BC)	10x4	40
ИТОГО:		640

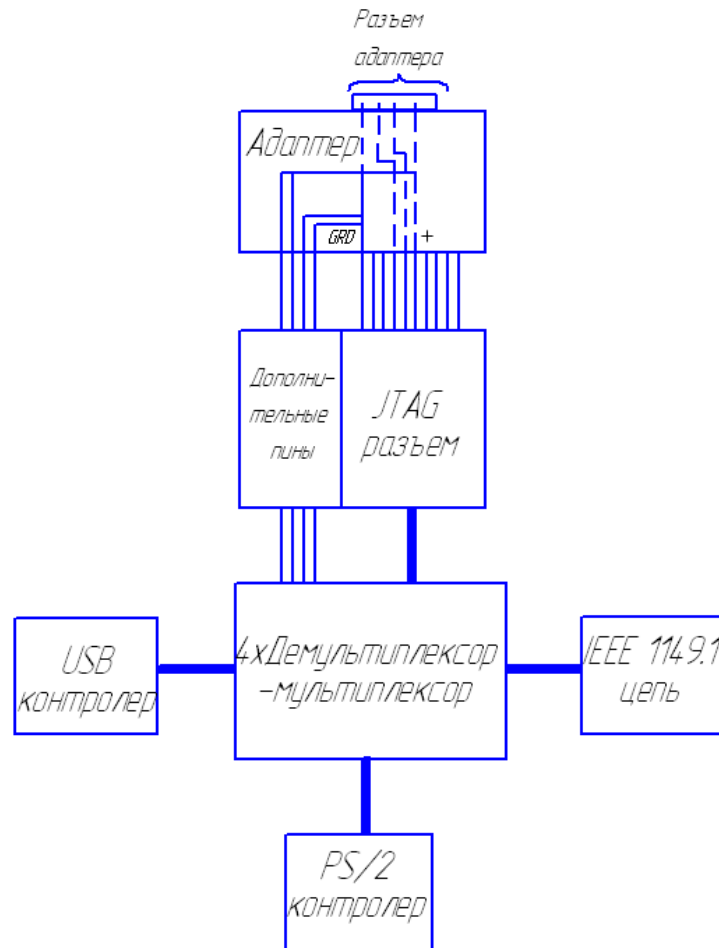


Рисунок 3 – Пример схемы переключения режимов работы разъема IEEE 1149.x.

При указанных исходных условиях использование предложенного метода позволяет уменьшить площадь инфраструктуры ввода/вывода данных на 37%. Полученное значение относительного уменьшения площади инфраструктуры ввода/вывода данных показывает эффективность предложенного метода модификации разъемов IEEE 1149.x и подтверждает что, несмотря на необходимость конструирования и изготовления дополнительных адаптеров, а также использования коммутирующего мультиплексора-демультиплексора, его применение целесообразно, в особенности, при разработке изделий специального назначения, которые отличаются комплексным предъявлением к ним высоких требований по надежности и массогабаритным характеристикам.

Список использованных источников

1. Когда периферийное сканирование имеет смысл [Текст]: буклет / ЗАО Остек-Электро. – М., 2010. – 32 с.
2. Оптимизация тестовой стратегии при производстве цифровой техники / А. Иванов // Поверхностный монтаж. – 2009, №5. – с. 11-14.
3. Системы электрического контроля сложных цифровых печатных узлов [Текст]: брошюра / ЗАО Остек-Электро. – М., 2011. – 4 с.
4. Электрическое тестирование / А. Насонов // Поверхностный монтаж. – 2008, №4. – с. 6-8.
5. Выбор тестовой стратегии при производстве цифровой и аналогово-цифровой техники / А. Иванов // Поверхностный монтаж. – 2010, №1. – с. 31-33.
6. Ключевые моменты тестопригодной разработки / А. Иванов // Электронные компоненты. – 2010, №4. – с. 16-18.

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

### ПОЧВЕННО-ЗООЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Александрова Асель Биляловна**

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии Института проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань

**Гордиенко Татьяна Александровна**

научный сотрудник лаборатории биомониторинга Института проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань

**Вавилов Дмитрий Николаевич**

научный сотрудник лаборатории биомониторинга Института проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань

**Маланин Виталий Викторович**

научный сотрудник лаборатории биогеохимии Института проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань

#### SOIL-ZOOLOGICAL FEATURES OF FOREST GREY SOILS UNDER ADAPTIVE-LANDSCAPE FARMING

*Alexandrova Asel, Candidate of biology, senior researcher of the Biogeochemistry laboratory, Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan*

*Gordienko Tatiana, Researcher, Laboratory of Biomonitoring, Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan*

*Vavilov Dmitri, Researcher, Laboratory of Biomonitoring, Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan*

*Malanin Vitally, Researcher, Laboratory of Biogeochemistry, Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan*

#### АННОТАЦИЯ

В работе приводится характеристика физических и химических свойств серых лесных почв, а также почвенной мезофауны, обитающей в различных биотопах в условиях ландшафтно-адаптивной системы земледелия. Выявлены статистически значимые различия физико-химических свойств и численности таксономических групп почвенной мезофауны по типам биотопов. Установлено увеличение видового разнообразия и численности мезопедобионтов в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия по сравнению с традиционной системой земледелия.

#### ABSTRACT

The characteristics of the physico-chemical properties of forest grey soils and soil mesofauna, inhabiting different habitats in terms of adaptive-landscape farming systems were presented. Statistically significant differences in physico-chemical properties and the number of taxonomic groups of soil mesofauna in different habitat types were identified. Growth of species diversity and abundance of mesopedobionts under adaptive-landscape farming was determined.

*Ключевые слова: серые лесные почвы, адаптивно-ландшафтное земледелие, почвенная мезофауна, трофическая структура, видовое разнообразие.*

*Keywords: gray forest soils, adaptive-landscape farming, soil mesofauna, trophic structure, species diversity.*

Для достижения экологической устойчивости и сохранения природно-ресурсного потенциала регионов РФ, приоритетным является внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, ориентированных на производство продукции в соответствии с природными возможностями типов почв [1]. Республика Татарстан (РТ) - один из самых аграрно-освоенных регионов РФ, в котором серые лесные почвы занимают 34,7 % сельскохозяйственных угодий [9]. Изменение свойств почв, используемых в сельском хозяйстве, определяет необходимость контроля над их состоянием. Понимание процессов формирования устойчивых агроэкосистем, специфики изменчивости агроландшафтных комплексов и их динамики в

ходе антропогенной трансформации невозможно без рассмотрения свойств почв в совокупности с особенностями структуры мезопедобионтов. В связи с этим, целью работы было изучение почвенно-зоологических особенностей серых лесных почв в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия.

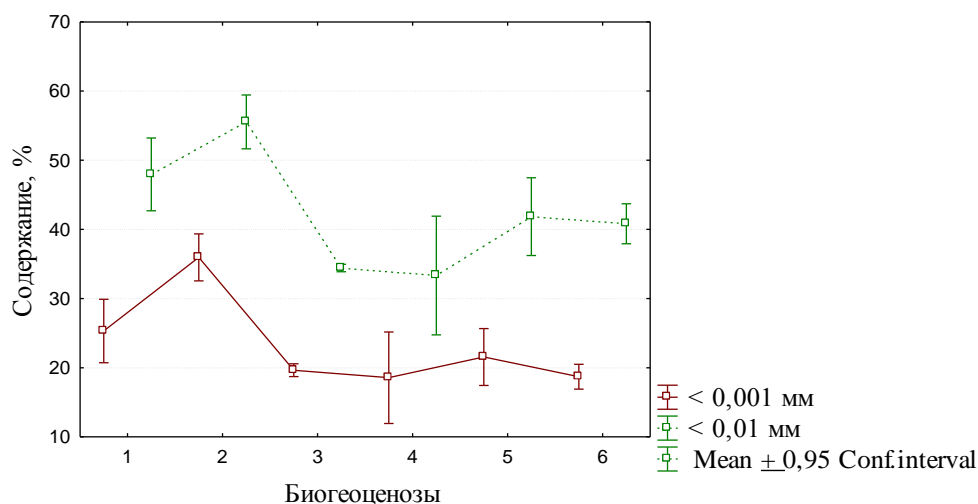
Объектами изучения были серые лесные почвы и почвообитающие беспозвоночные (мезофауна) заказника «Чулпан» Высокогорского района Республики Татарстан (55°59'–56°05' с.ш., 48°55'–49°08' в.д). Заказник представляет собой пример защиты почв от эрозии и противоэрозийной организации территории, благодаря внедрению на его территории в 1969 году адаптивно-ландшафтной системы земледелия [14]. Площадь заказника составляет

6054,4 гектара на землях сельскохозяйственного назначения и иных категорий без изъятия у собственников и арендаторов земельных участков. Большая площадь территории занята сельхозугодиями, перемежающимися лесополосами, овражно-балочными системами и лесными колками. Древесный состав лесополос представлен березой, лиственницей, сосной, елью. Лесные колки состоят из широко- и мелколиственных древесных видов растений (дуб, липа, осина, ильм, береза). До внедрения контурно-мелиоративного земледелия в почвенном покрове территории преобладали смытые серые лесные почвы. В геоморфологическом плане территория заказника представлена склоновыми формами рельефа [10].

Изучение видового разнообразия и численности основных групп почвенной мезофауны проводили в 2012-2013 гг. методом раскопки и ручной разборки проб почв. Образцы почв на глубину 0-20 см отбирали на месте отбора почвенной мезофауны в шести биогеоценозах (биотопах): на пашне, поле с многолетними травами, березовой, лиственничной, сосновой лесополосах, кострцово-разнотравном лугу и широколиственном лесу. В 77 почвенных образцах определяли гранулометрический состав

по ГОСТ 12536-79 [3], pH водной вытяжки по ГОСТ 26423-85 [8], содержание гумуса по ГОСТ 26213-91 [6], гидролитическую кислотность (Hr) по ГОСТ 26212-91 [5], азот общий по ГОСТ 26107-84 [4], фосфор валовый по ГОСТ 26261-84 [7]. Математическую обработку данных проводили с помощью стандартных пакетов программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 8.0. Оценку достоверности различий определяли по критерию Манна-Уитни, взаимосвязь между переменными – коэффициентом корреляции Спирмена.

Изучение гранулометрического состава почв заказника «Чулпан» показало, что в исследованных биогеоценозах он варьирует от среднесуглинистого до легкоголинистого (рис.1). Почвы пашни, лиственных лесополос, широколиственного леса характеризуются как тяжелосуглинистые, под многолетними травами – легкоглинистые, лугом и хвойными лесополосами – среднесуглинистые. Средне и тяжелосуглинистые почвы отличаются преобладанием фракций крупной пыли (40,5-53,2%). В глинистой почве значительную долю фракций составляет фракция ила (35,9%).



1 – пашня, 2 – многолетние травы, 3 – луг, 4 – лесополосы хвойные, 5 – лесополосы лиственные; 6 – лес широколиственный

Рисунок 1. Содержание ила (фракции размером <0,001 мм) и физической глины (фракции размером <0,01 мм) в гумусовом горизонте почв заказника «Чулпан»

Содержание физической глины в почвах исследуемых биогеоценозов широко варьирует (21,4 – 65,6%), что связано с проявлением на склоновых формах рельефа процессов водной эрозии. Обнаружены статистически значимые различия ( $p < 0.05$ ) содержания физической глины в почвах пашни и под многолетними травами, лугом и хвойными лесополосами. В почвах пашни содержание илстой фракции по сравнению с почвами широколиственного леса и лиственных лесополос выше ( $p < 0.05$ ), что связано с проявлением смыва верхнего горизонта и включением в процессы почвообразования нижележащих, более тяжелых по гранулометрическому составу горизонтов. В почвах под многолетними травами отмечено высокое содержание физической глины (55,5%) и ила (35,9%). Поскольку поля с многолетними травами чередуются с пашней, то первые выступают как механический барьер, задерживающий тонкодисперсные частицы, перемещающиеся с потоком воды. Почвы, развивающиеся под хвойными и широколиственными лесополосами, лугом и широколиственным лесом по содержанию физической

глины попадает в диапазон, характерный для представителей незеродированных агросерых лесных почв РТ [2].

Исследование физико-химических свойств почв показало, что pH водной вытяжки почв в ряду: пашня – многолетние травы – луг – лесополосы хвойные – лесополосы лиственные – лес широколиственный смещается в сторону повышения кислотности (рис. 2).

Почвы, формирующиеся под широколиственным лесом, хвойными и лиственными лесополосами отличаются слабощелочной реакцией среды, почвы пашни, под многолетними травами и лугом – близкой к нейтральной. Нейтральная или слабощелочная реакция почв пашни обусловлена их известкованием. Значения pH водной вытяжки и гидролитической кислотности (Hr) почв, развивающихся под хвойными и лиственными лесополосами, близки к таковым широколиственного леса, что приближает их к естественным серым лесным почвам. Содержание гумуса (2,2%) в исследуемых биогеоценозах находится в пределах значений, характерных для пахотных серых лесных почв [2].

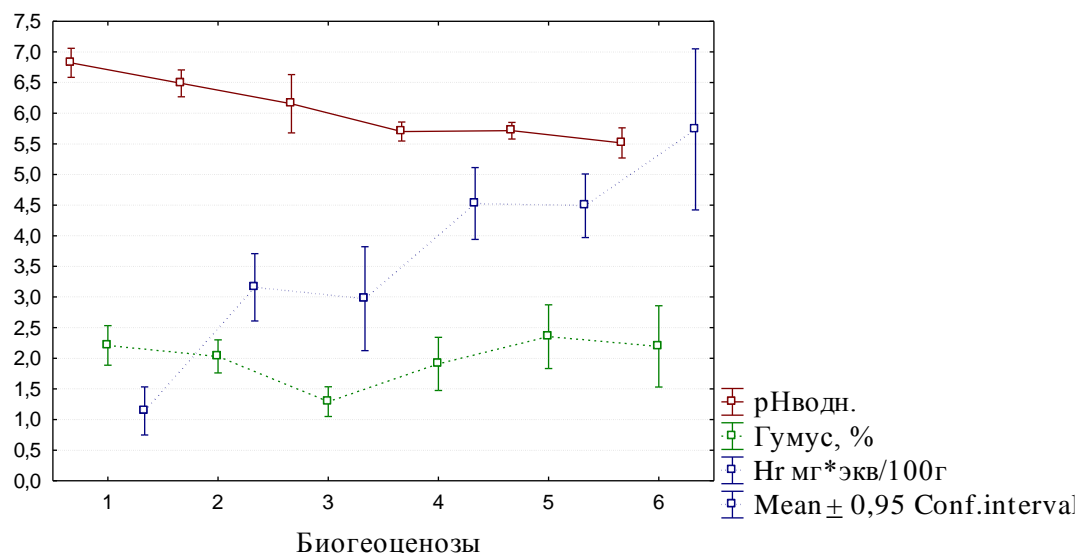


Рисунок 2. pH водной вытяжки, гидролитическая кислотность и содержание гумуса в почвах заказника «Чулпан» (условные обозначения на рис. 1)

Содержание элементов питания растений зависит от формирования почв под различными биогеоценозами. Обнаружены статистически значимые различия ( $p < 0.05$ ) содержания валового азота в почвах пашни и под многолетними травами, лугом, хвойными лесополосами. Самое высокое содержание азота отмечается в почвах луга, что

связано с выпасом сельскохозяйственных животных. Пониженное содержание азота отмечается в почвах хвойных лесополос, что объясняется особенностями биологического круговорота в условиях хвойных биогеоценозов [12]. Содержание валового фосфора во всех исследованных биогеоценозах характеризуется как пониженное.

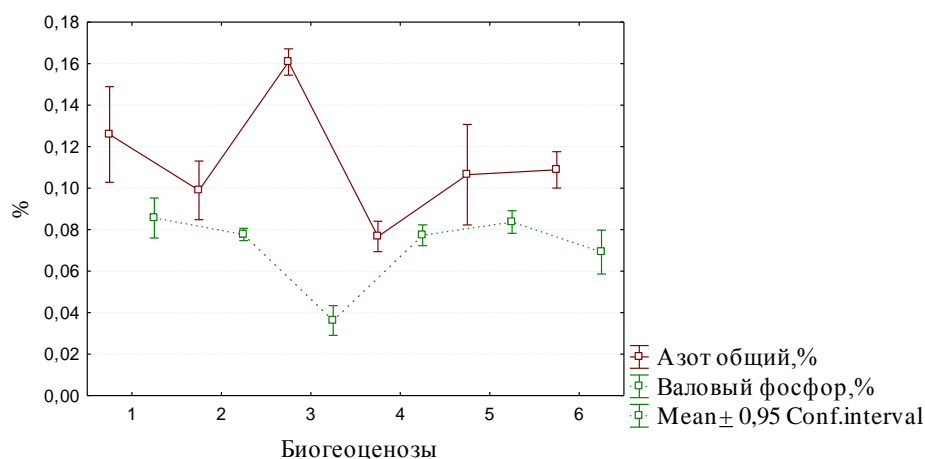


Рисунок 3. Содержание элементов питания растений в почвах заказника «Чулпан» (условные обозначения на рис. 1)

Изучение таксономической структуры почвенной мезофауны выявило наличие в органогенном горизонте почв представителей 6 классов, 11 отрядов, 16 семейств. Среди беспозвоночных доминировали дождевые черви (min в лесу 36.1%, max на лугу 62.5%), многоножки (min на лугу 2.1% и max в лесу 42.5%) и насекомые (17.3–33.9% соответственно в лесу и на лугу), среди которых преобладают щелкуны, жужелицы, долгоносики и двукрылые. Общая численность почвенной мезофауны по биотопам варьирует от 82.2 на пашне до 234 особей/м<sup>2</sup> на лугу (рис. 4). В агроценозах заказника «Чулпан» (пашня, многолетние травы, лесополосы) обилие почвенных беспозвоночных высокое по сравнению с таковыми, используемыми традиционную систему земледелия [15]. Полученные нами результаты сопоставимы с естественными широко-

лиственными формациями Южной тайги Западного Предкамья РТ [11]: средняя численность мезофауны в липняках и дубравах соответственно 110 и 108 особей/м<sup>2</sup>. Плотность населения педобионтов лугов заказника значительно выше ее средних и максимальных значений на лугах среднего уровня этой физико-географической зоны по данным кадастра почвенных беспозвоночных РТ (234 против 103 особи/м<sup>2</sup>).

Трофическая структура почвенных беспозвоночных представлена главным образом сапрофагами, меньше фитофагами и хищниками. Доля смешанной группы по типу питания незначительна и не превышает 4.3%. Наибольшая доля сапротрофного компонента отмечена в местообитании в большей степени подверженному антропогенному воздействию – пашне (71.4%), наименьшая

– в широколиственном лесу (38.2%). В последнем значительно возрастает роль хищников (52.4%). На многолетних травах по сравнению с пашней уменьшается доля сапрофагов (57.9%) и возрастает фитофагов (17.6%). Доля хищников в сельскохозяйственных землях практически не

меняется (в многолетних травах и пашне соответственно 21.3% и 23.7%). На лугах заказника соотношение сапрофагов, фитофагов и хищников приближается к 5:1.6:1, в хвойных лесополосах – 4:1:1, в лиственных полосах – 3:1.3:1.

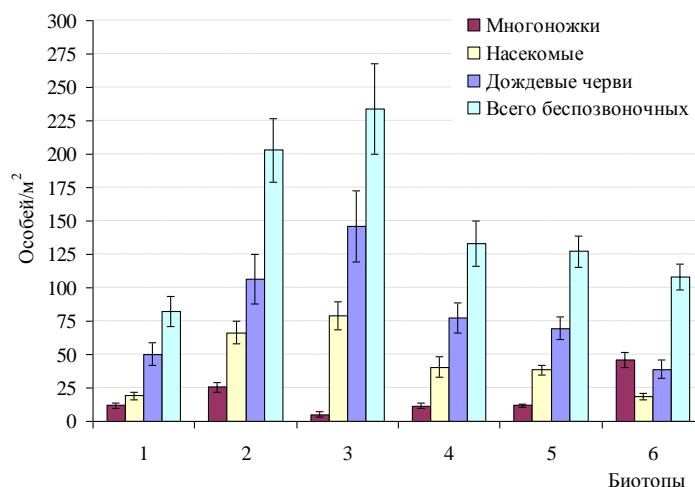


Рисунок 4. Численность доминирующих групп и всех почвенных беспозвоночных заказника «Чулпан» (условные обозначения на рис. 1)

Обнаружена положительная корреляционная зависимость ( $p < 0.05$ ) обилия педобионтов от содержания в органогенном горизонте песка: насекомые ( $r = 0.28$ ), кивсяки ( $r = 0.36$ ), стафилины ( $r = 0.43$ ), щелкуны ( $r = 0.3$ ), чешуекрылые ( $r = 0.45$ ), долгоносики ( $r = 0.35$ ). Отмечена тенденция увеличения численности беспозвоночных в почвах с меньшим содержанием одной из фракций (0.01-0.005 мм) физической глины ( $r = -0.36$ ) и содержанием валового фосфора ( $r = -0.33$ ). Связь численности беспозвоночных с плодородием почв не обнаружена.

#### Заключение

Установлено высокое таксономическое разнообразие и численность мезопедобионтов серых лесных почв в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия по сравнению с агроценозами, основанными на традиционной системе землепользования. Выявлена значимая положительная корреляция обилия педобионтов (насекомые, кивсяки, стафилины, щелкуны, чешуекрылые, долгоносики) от содержания в органогенном горизонте песка. Отмечена тенденция увеличения численности беспозвоночных в почвах с меньшим содержанием фракций крупной пыли и содержанием валового фосфора.

В почвах пашни содержание физической глины и илистой фракции по сравнению с почвами широколиственного леса и лиственных лесополос выше, что связано с проявлением смыва верхнего горизонта и включением в процессы почвообразования нижележащих, более тяжелых по гранулометрическому составу горизонтов. В почвах под многолетними травами отмечено высокое содержание физической глины (55.5%) и ила (35.9%), что характеризует их как механический барьер, задерживающий тонкодисперсные частицы, перемещающиеся с потоком воды. Почвы, развивающиеся под хвойными и широколиственными лесополосами, лугом и широколиственным лесом по содержанию физической глины попадает в диа-

пазон, характерный для представителей незеродированных агросерых лесных почв РТ. Почвы, формирующиеся под хвойными и лиственными лесополосами, характеризуются слабнокислой реакцией среды, что приближает их к естественным серым лесным почвам. Почв пашни, под многолетними травами и лугом отличаются близкой к нейтральной реакцией среды. Содержание гумуса в исследуемых биогеоценозах находится в пределах его значений для пахотных серых лесных почв.

Внедрение комплекса лесо-, луго- и гидромелиоративных мероприятий в пределах агроэкосистемы способствует формированию различных условий обитания, разнообразных лесных и луговых ассоциаций, что в свою очередь обуславливает высокое биоразнообразие и численность мезопедобионтов, а также улучшение свойств почв в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Полученные данные вносят вклад в изучение биоразнообразия агроэкосистем.

#### Литература

- 1 Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Под ред В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. Методическое руководство. М.: ФГНУ Росинформагротех. 2005. 784 с.
- 2 Валеева А.А., Александрова А.Б., Копосов Г.Ф. Серые лесные почвы Республики Татарстан // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2011. Т. 153, кн. 2. С. 239-249.
- 3 ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- 4 ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота.



- 5 ГОСТ 26212-91. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО
- 6 ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
- 7 ГОСТ 26261-84. Почвы. Методы определения валового фосфора и валового калия.
- 8 ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
- 9 Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2011 году. Казань: 2012. 486 с.
- 10 Государственный реестр ООПТ в РТ. Издание второе. Казань: Идел-Пресс, 2007. 408 с.
- 11 Кадастр сообществ почвообитающих беспозвоночных (мезофауна) естественных экосистем Республики Татарстан. Коллективная монография / А.К. Жеребцов, Т.И. Артемьева, Р.М. Сабиров, Н.В. Шулаев и др. – Казань: Казанск. ун-т, 2014. 308с.
- 12 Количественные методы в почвенной зоологии / Ю.Б. Бызова, М.С. Гиляров, В. Дугнер и др. М.: Наука, 1987. 287 с.
- 13 Мамай А.В. Микробиологическая трансформация соединений азота и углерода в лесных почвах Средней тайги (на примере Карелии). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: 2014. 24 с.
- 14 Пухачев А.П. Модель агроландшафтной системы земледелия для зоны Среднего Поволжья // Нива Татарстана. 2010. №1-2. С. 31.
- 15 Шафигуллина С.М., Гордиенко Т.А. К изучению почвенной мезофауны в контурно-мелиоративном земледелии (на примере Государственного почвенного ландшафтного заказника «Чулпан» Республики Татарстан) // Труды Казанского отделения Русского энтомологического общества. Вып.1. Казань: Экспресс-формат, 2008. С. 47-54.

## ИНВЕНТАРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ШКОЛ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Андропова Марина Михайловна**

*кандидат технических наук, доцент, Вологодский институт права и экономики, Федеральной службы исполнения наказаний, г.Вологда,*

*INVENTORY RESEARCHES DENDROFLORA IN THE TERRITORY OF SCHOOLS OF SETTLEMENTS OF THE VOLOGDA REGION  
Andronova Marina, PhD in Technics, Associate Professor, Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penal Service of Russia, Vologda*

### АННОТАЦИЯ

*В статье представлены данные исследований зеленых насаждений пришкольных территорий. Проанализирован состав аборигенных, экстразональных и интродуцированных видов в структуре зеленых насаждений. Отмечено, что самым представительным по количеству видов является семейство Rosaceae, а по числу растений - Ulmus laevis Pall.*

### ABSTRACT

*Data of researches of green plantings of school territories are presented in article. The structure of the native, extrazonal and introduced types in structure of green plantings is analysed. It is noted that the most representative by quantity of types is the family Rosaceae, and on number of plants - Ulmus laevis Pall.*

*Ключевые слова: зеленые насаждения; инвентаризация; пришкольные территории  
Keywords: green plantings; inventory; school territories*

Зеленые насаждения выполняют целый комплекс специальных функций, включая воспитательные и образовательные. Озеленение пришкольного участка является традиционным элементом благоустройства школы. Создавая определенные зрительные образы, зеленые насаждения формируют эстетическое мировоззрение у учащихся, развивают навыки природоохранной работы и культуры озеленения.

Целью наших исследований является изучение видового состава зеленых насаждений на территории школ населенных пунктов Вологодской области.

Исследования проводились на территориях школ г.г.Великий Устюг, Кириллов, Кадников, Грязовец, с.Верховажье в 2012-2014 г.г. При инвентаризации зеленых насаждений не учитывались садовые культуры школьных приусадебных участков.

Исследуемые объекты располагаются в различных природно-климатических условиях, что определяет преобладающие виды древесных и кустарниковых пород в озеленении территорий населенных пунктов.

С учетом поставленной цели исследований нами использовались основные положения следующих методических разработок: методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных пород, разработанные И.И. Дроздовым и А.И. Янгутковым (1984); Правила проведения инвентаризации зеленых насаждений и паспортизации озелененных территорий [1, 2].

Дендрофлора обследованных пришкольных территорий представлена 30 видами деревьев, принадлежащими к 18 родам, 11 семействам. Кустарники составляют 22 вида, относящихся к 18 родам и 9 семействам (табл. 1). Наиболее многочисленное семейство Розоцветные (Rosaceae). Оно насчитывает 2 вида деревьев и 11 видов кустарников, объединяющих 117 растений (табл. 2.).

Таблица 1

## Распределение состава дендрофлоры по семействам

№	Семейство	Род	Вид		
Деревья					
1.	Березовые (Betulaceae)	Береза (Betula L.)	Береза повислая (B. pendula Roth.)		
		Ольха (Alnus Gaertn.)	Ольха серая (A. incana L.)		
2.	Ивовые (Salicaceae)	Тополь (Populus L.)	Тополь дрожащий (P. tremula L.)		
			Тополь бальзамический (P. balsamifera L.)		
		Ива (Salix L.)	Ива ломкая (S. fragilis L.)		
3.	Ильмовые (Ulmaceae)	Вяз (Ulmus L.)	Вяз гладкий (U. laevis Pall.)		
			Вяз мелколистный (U. pumila L.)		
4.	Кленовые (Aceraceae)	Клен (Acer L.)	Клен Гиннала (A. Ginnala Maxim.)		
			Клен остролистный (A. platanoides L.)		
5.	Липовые (Tiliaceae)	Липа (Tilia L.)	Липа мелколистная (T. cordata Mill.)		
			Липа крупнолистная (T. platyphyllos Scop.)		
6.	Маслиновые (Oleaceae)	Ясень (Fraxinus L.)	Ясень обыкновенный (Fr. excelsior L.)		
			Ясень пенсильванский (Fr. pennsylvanica Marsh.)		
7.	Розоцветные (Rosaceae)	Рябина (Sorbus L.)	Рябина обыкновенная (S. aucuparia L.)		
		Яблоня (Malus Mill.)	Яблоня лесная (M. gilvestris Mill.)		
8.	Буковые (Fagaceae)	Дуб (Quercus L.)	Дуб черешчатый (Q. robur L.)		
			Дуб красный (Q. rubra L.)		
9.	Конскокаштановые (Hippocastanaceae)	Конский каштан (Aesculus L.)	Конский каштан обыкновенный (A. hippocastanum L.)		
10.	Кипарисовые (Cupressaceae)	Можжевельник (Juniperus L.)	Можжевельник обыкновенный (Juniperus communis L.)		
		Туя (Thuja L.)	Туя западная (T. occidentalis L.)		
11.	Сосновые (Pinaceae)	Ель (Picea)	Ель обыкновенная (P. abies)		
			Ель колючая (P. pungens Engelm.)		
			Лиственница (Larix Mill.)	Лиственница сибирская (L. sibirica Ldb.)	
				Пихта (Abies)	Пихта сибирская (A. sibirica Ldb.)
				Сосна (Pinus L.)	Сосна обыкновенная (P. sylvestris L.)
					Сосна сибирская (P. sibirica Du Tour)
					Сосна горная (P. mugo)
		Сосна Веймутова (P. strobus L.)			
			Сосна скрученная (P. contorta var. latifolia Engelm.)		
Кустарники					
1.	Бобовые (Fabaceae)	Карагана (Caragana Lam.)	Карагана древовидная (C. arborescens Lam.)		
2.	Жимолостные (Caprifoliaceae)	Жимолость (Lonicera L.)	Жимолость татарская (L. tatarica L.)		
		Бузина (Sambucus)	Бузина красная (S. racemosa L.)		
		Снежноягодник (Symphoricarpos Duham.)	Снежноягодник белый (Symphoricarpos albus (L.) Blake)		
3.	Маслиновые (Oleaceae)	Сирень (Siringa L.)	Сирень обыкновенная (S. vulgaris L.)		
			Сирень венгерская (S. josikaea Jacq. fil.)		
4.	Розоцветные (Rosaceae)	Черемуха (Padus Mill.)	Черемуха обыкновенная (P. padus L.)		
		Боярышник (Crataegus L.)	Боярышник кроваво-красный (C. sanguinea Pall.)		
		Кизильник (Cotoneaster Med.)	Кизильник черноплодный (C. melanocarpus Lodd.)		
		Пузыреплодник (Physocarpus Maxim)	Пузыреплодник калинолистный (Ph. opulifolius L.)		
		Роза (Rosa L.)	Роза морщинистая (R. rugosa Thunb.)		
			Роза колючейшая (R. spinosissima L.)		

№	Семейство	Род	Вид
			Роза собачья (R. canina L.)
		Малина (Rubus L.)	Малина душистая (R. odoratus L.)
		Спирея (Spiraea L.)	Спирея иволистная (S. salicifolia L.)
			Спирея дубравколистная (S. chamaedryfolia L.)
		Арония (Aronia Medic)	Арония черноплодная (A. melanocarpa)
5.	Гортензиевые (Hydrangeaceae)	Чубушник (Philadelphus L.)	Чубушник обыкновенный (Ph. coronarius L.)
6.	Кизиловые (Cornaceae)	Дерен (Cornus L.)	Дерен белый (C. Alba L.)
7.	Барбарисовые (Berberidaceae)	Барбарис (Berberis L.)	Барбарис обыкновенный (B. vulgaris L.)
8.	Бересклетовые (Celastraceae)	Бересклет (Euonymus L.)	Бересклет европейский (E. Europaeus L.)
9.	Лоховые (Elaeagnaceae)	Лох (Elaeagnus L.)	Лох серебристый (E. argentea Pursch)

Состав дендрофлоры формируют аборигенные, экстразональные и инорайонные виды. Наибольшую группу представляют экстразональные виды – 38,4% (409 растений из 1066 учтенных), интродуценты составляют 31,4% (335 растений из 1066 учтенных). Местные виды составляют 30,2% от общего числа обследованных растений, среди них деревьев - 28,6%, кустарников – 1,6%. На долю

кустарников приходится 16,7% растений от общего числа (1066) учтенных единиц.

В озеленении исследованных объектов чаще всего используется вяз гладкий, относящийся к экстразональным видам (табл. 2). 181 растение составляет 20,4% от числа деревьев (888) и 17% от общего числа (1066) учтенных растений.

Таблица 2

Количественный состав пород на территориях школ

Видовое название	Номер объекта исследований						Всего
	1*	2	3	4	5	6	
<b>ДЕРЕВЬЯ</b>							
Аборигенные виды							
Береза повислая	25	19	28	4	26	61	163
Ель обыкновенная	2		58	16			76
Сосна обыкновенная		2	1			5	8
Лиственница сибирская		1	14	11		1	27
Можжевельник обыкновенный				2			2
Ольха серая			1				1
Рябина обыкновенная	3		14	5	1		23
Тополь дрожащий			2				2
Пихта сибирская				3			3
Итого:	30	22	118	41	27	67	305
Экстразональные виды							
Вяз гладкий	80	4		16	81		181
Липа мелколистная		24	8	1	49		82
Ясень обыкновенный	41	8		33			82
Дуб черешчатый		33		1			34
Клен остролистный	5	4	14	6		1	30
Итого:	126	73	22	57	130	1	409
Интродуцированные виды							
Тополь серебристый	26						26
Тополь бальзамический	1	5		6			12
Дуб красный				2			2
Липа крупнолистная				4			4
Ель колючая				3	6		9
Сосна сибирская					2		2
Сосна скрученная				2			2
Сосна горная				1			1
Сосна Веймутова				2			2

Видовое название	Номер объекта исследований						Всего
	1*	2	3	4	5	6	
Туя западная				2	6		8
Вяз мелколистный				1			1
Клен Гиннала	4						4
Ясень пенсильванский				31			31
Каштан конский обыкновенный		5					5
Яблоня лесная		2					2
Ива ломкая	37	1	3	9	12	1	63
Итого:	68	13	3	63	26	1	174
Итого деревьев:	224	108	143	161	183	69	888
<b>КУСТАРНИКИ</b>							
Аборигенные виды							
Черемуха обыкновенная	6	1	3				10
Роза собачья			5	2			7
Итого:	6	1	8	2			17
Интродуцированные виды							
Карагана древовидная (акация желтая)		3					3
Сирень обыкновенная		1					1
Сирень венгерская						5	5
Чубушник обыкновенный				1			1
Бузина красная (костистая)	3	2					5
Пузыреплодник калинолистный		4		1			5
Боярышник кроваво-красный				1			1
Дерен белый	13			3			16
Лох серебристый				1			1
Роза морщинистая	5						5
Роза колючейшая				1			1
Барбарис обыкновенный	14			1			15
Малина душистая	50						50
Кизильник черноплодный			5	5			10
Бересклет европейский				2			2
Спирея иволистная						1	1
Спирея дубровколистная				1			1
Снежнаягодник белый	10		7	15			32
Жимолость татарская				4		1	5
Арония черноплодная						1	1
Итого:	95	10	12	36		8	161
Итого кустарников:	101	11	20	38		8	178
Всего:	325	119	163	199	183	77	

\* Школы: 1 – школа №4 г.Великий Устюг, 2 – школа №11 г.Великий Устюг, 3 – школа г.Кириллова, 4 – школа №2 г.Грязовца, 5 – кадетская школа в г.Соколе, 6 - школа с.Верховажья

Наиболее распространенным интродуцентом по количеству растений является ива ломкая - 36,2% от общего количества деревьев-интродуцентов и 18,8% от общего числа интродуцированных видов – быстрорастущий, довольно зимостойкий вид, хорошо произрастающий на глинистых и влажных почвах, которые являются широко распространенными на территории Вологодской области. В настоящее время ареал ивы ломкой достаточно широк.

Наибольшее число интродуцентов по количеству растений отмечено на территории школы №4 г.Великий Устюг (132 растения), однако они представляют лишь 10 видов из 6 семейств.

Самый разнообразный видовой состав представлен на территории школы №2 г.Грязовца - 35 видов из 17 семейств. Интродуценты представлены 23 видами из 14

семейств, которые объединяют 96 представителей деревьев и кустарников, что составляет 48,2% от общего количества растений, обследованных на территории школы.

Известно, что основным показателем устойчивости вида к новым условиям является способность растений давать семенное потомство. Изученные растения-интродуценты вступили в генеративную фазу, что указывает на адаптацию их к местным условиям.

Как показывает опыт, видовой состав насаждений школьных территорий обычно интереснее, более широко представлен экстразональными и инорайонными видами, чем в целом в тех же населенных пунктах. Учителями биологии проводится большая работа по созданию новых и реконструкции имеющихся насаждений на пришкольных территориях.

При всем этом следует отметить, что природно-ресурсный потенциал при создании зеленых насаждений школ используется не в полной мере, особенно если учесть, что В.Н. Нилов рекомендует для озеленения населенных пунктов Вологодской области 140 видов растений [3].

В связи с этим можно рекомендовать более широкое использование инорайонных и экстрараональных видов не только на территориях школ, но и в целом для создания и реконструкции зеленых насаждений населенных пунктов.

#### Список литературы

1. Дроздов, И.И. Методические рекомендации по изучению лесных культур интродуцированных пород / И.И. Дроздов, А.И. Янгутов. – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 41 с.
2. Жеребцова, Г.П. Правила проведения инвентаризации зеленых насаждений и паспортизации озелененных территорий / Г.П. Жеребцова, М.И. Пронин, Х.Г. Якубов. – М.: Прима-Пресс, 1998. – 40 с.
3. Нилов, В.Н. Рекомендации по ассортименту древесных растений для озеленения городов и поселков Севера / В.Н. Нилов. – Архангельск: АИЛИЛХ, 1981. – 19 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ ЕМКОСТИ ВЫМЕНИ ЛИТОВСКИХ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ КОБЫЛ С ВОЗРАСТОМ

*Чиргин Евгений Дмитриевич*

*Кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола*

### CAPACITANCE CHANGE UDDER LITHUANIAN HEAVY CARGO MARES WITH AGE

*Chirgin Evgeniy Dmitrievich, Candidate of Biological Sciences, associate professor Mari State University, Yoshkar-Ola*

#### АННОТАЦИЯ

*Интенсивность секреции кобыльего молока тесно связана с накоплением и выведением его из молочных желез. На племенном кумысном комплексе ЗАО ПЗ «Семеновский» были проведены исследования по изучению емкости вымени кобыл литовской тяжеловозной породы и изменчивости этого показателя в течение хозяйственного использования животных. Было выявлено, что применяемая в хозяйстве технология доения кобыл имеет значительные неиспользованные пока резервы для увеличения молочности кобыл тяжеловозных пород.*

#### ABSTRACT

*Intensity of secretion of mare's milk is closely connected with accumulation and its removal from mammary glands. On a breeding kumysny complex of JSC PZ «Semenovskiy» researches on studying of capacity of an udder of mares of the Lithuanian heavy-duty rock and variability of this indicator for the economic use of animals. It was revealed that the technology of milking of mares applied in economy has considerable reserves unused so far for increase in a molochnost of mares of heavy breeds.*

*Ключевые слова: молочное коневодство, емкость вымени, корреляция, повторяемость, наследуемость.*

*Key words: dairy horse breeding, udder capacity, correlation, repeatability, heritability.*

Важнейшей особенностью лактации кобыл является непрерывное образование молока при периодическом опорожнении вымени во время доения или сосания жеребенком. Интенсивность секреции кобыльего молока тесно связана с накоплением и выведением его из молочных желез, так как емкость вымени у кобыл примерно в десять раз меньше, чем у коров.

Емкость вымени хорошо исследована у местных аборигенных пород лошадей. Так, по данным Сайгина И. А. емкость вымени башкирских кобыл колебалась от 1,2 л до 3,5 л и более, а 67 % башкирских кобыл имели емкость вымени от 1,7 до 2,5 л [6]. У кобыл казахской породы, по данным Дуйсембаева К. И., 6,2 % животных имели емкость вымени менее 1 л, 46,9 % – от 1,1 до 1,5 л, 26,6 % – от 1,6 до 2,0 л и 20,3 % – более 2,1 л молока [4]. По данным Аммосовой Т. В., емкость вымени кобыл якутской породы колебалась от 1,0 до 3,5 л молока [1]. При этом у 26,2 % животных емкость вымени составляла 1,00-1,49 л, у 71,3 % – 1,50-2,99 л и у 2,5 % – более 3,00 л молока [1]. Емкость вымени, по данным Дюсембина Х., увеличивалась у кобыл казахской породы до 11-14 летнего возраста [5]. По данным Грачева И. И. и Галанцева В. П. у

кобыл физиологическая емкость вымени колебалась в пределах 1,0-1,5 л, а максимальная емкость изменялась от 2,0 до 2,5 л молока [3].

У тяжеловозных пород лошадей емкость вымени исследована мало и поверхностно. Так, в исследованиях Чиргина Е. Д., Яворского В. С. и Новоселовой К. С. средняя емкость вымени кобыл литовской тяжеловозной породы составляла 2,52 л. Корреляция между емкостью вымени и молочной продуктивностью колебалась от +0,65 до +0,71 [7]. Возрастная изменчивость емкости вымени не исследована у лошадей вообще, ни у местных аборигенных пород, ни у кобыл тяжеловозных пород. Мы постарались в наших исследованиях восполнить этот пробел.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на племенном кумысном комплексе ЗАО ПЗ «Семеновский» республики Марий Эл. Учет удоев от дойных кобыл осуществляли методом контрольных доений, суточную молочную продуктивность определяли по формуле И. А. Сайгина [6]. Были обработаны результаты контрольных доений кобыл с 1982 по 2012 годы. В выборку вошли данные по 375 лактациям 108 кобыл литовской тяжеловозной породы. Возраст исследованных кобыл в

лактациях составлял от 1 до 20 лактаций. Емкость вымени кобыл определяли по методике Гарькавого Ф. Л. в оригинальной модификации автора статьи [2]. Также по методике Гарькавого Ф. Л. определяли степень заполнения вымени (СЗВ), максимальную емкость вымени (МЕВ) и физиологическую емкость вымени (ФЕВ) [2]. Степень заполнения вымени кобыл определяли по формуле:

$$СЗВ = \frac{\text{разовый удой}}{\text{ФЕВ}} \times 100$$

Где СЗВ – степень заполнения вымени, ФЕВ – физиологическая емкость вымени.

Все данные исследований были обработаны биометрически по общепринятым методикам.

Результаты исследования. В наших исследованиях средняя емкость вымени составила у кобыл литовской тяжеловозной породы 1,88±0,04 л молока. Изменчивость этого показателя была высокой и равнялась 34,21 %. Максимальная емкость вымени (МЕВ) у литовских тяжеловозных кобыл достигала 4,50 л молока, что является абсолютным рекордным показателем среди кобыл всех пород. По МЕВ литовские тяжеловозы превосходили кобыл русской и советской тяжеловозной породы, несмотря

на то, что у последних существенно больше были промеры вымени и сосков [8].

В наших исследованиях у 53,33 % кобыл литовской тяжеловозной породы максимальная емкость вымени (МЕВ) составляла 2,00-2,49 л, у 15,00 % – 2,50-2,99 л, у 18,33 % – 3,00-3,49 л, у 8,33 % – 3,50-3,99 л и у 5,01 % более 4,00 л молока. Эти показатели являются наилучшими среди всех тяжеловозных пород нашей страны. Коэффициент корреляции между физиологической емкостью вымени и максимальной емкостью вымени был средним и составил +0,50.

После выжеребки в течение трех недель емкость вымени кобыл быстро увеличивалась благодаря гипертрофии молочных альвеол и исчезновению отечности и достигала максимума в течение данной лактации. Затем на протяжении пяти-шести месяцев лактации емкость вымени мало изменялась, а затем начинала быстро уменьшаться примерно за 1,5-2,0 месяца до запуска кобыл вследствие перестройки молочных желез. В среднем физиологическая емкость вымени кобыл литовской тяжеловозной породы увеличивалась до пятой лактации (таблица).

Таблица

Увеличение емкости вымени кобыл с возрастом

Лактация по счету	первая	вторая	третья	четвертая	пятая
ФЕВ, л	2,05	2,40	2,58	2,70	2,85
%	100,00	117,07	125,85	131,71	139,02

Особенно интенсивно возрастала емкость вымени литовских тяжеловозов с первой по вторую лактацию – сразу на 17 %. А затем она увеличивалась с каждой лактацией на 6-8 % в среднем до пятой по счету лактации. С пятой по 10-12 лактации емкость вымени оставалась примерно на одном уровне, а затем плавно начинала снижаться. Снижалась емкость вымени кобыл примерно на 15-20 % к 16-18 лактации.

Вычисленная нами достаточно высокая корреляция (+0,79±0,03) физиологической емкости вымени кобыл с расчетным суточным удоем свидетельствует о том, что емкость вымени во многом определяет величину удоя. Между физиологической емкостью вымени и средним разовым удоем коэффициент корреляции составлял +0,80±0,02. Эти данные подтвердили тесную взаимосвязь удоя и емкости вымени. Удои кобыл отражают емкость их вымени и количество железистой ткани в вымени.

Повторяемость МЕВ кобыл литовской тяжеловозной породы в наших исследованиях была не очень большой  $rw = 0,42 \pm 0,11$ . Наследуемость данного показателя также была еще меньше  $h^2 = 0,36 \pm 0,16$ , но селекция кобыл по МЕВ, тем не менее, возможна.

Степень заполнения вымени (СЗВ) или наполненность вымени кобыл литовской тяжеловозной породы в среднем в наших исследованиях составляла 38,56 % от физиологической емкости вымени. Этот показатель оказался значительно меньше, чем он был вычислен у коров (62,60 %) [2]. Он показывает наличие значительных неиспользованных пока резервов в технологии доения кобыл

литовской тяжеловозной породы и в молочном коневодстве в целом.

Выводы.

- 1 У кобыл литовской тяжеловозной породы физиологическая емкость вымени составляла 1,88±0,04 л, а максимальная емкость вымени равнялась 4,50 л молока.
- 2 Почти у половины кобыл литовской тяжеловозной породы МЕВ была больше 2,50 л, у 31,67 % кобыл – больше 3,00 л, а у 5,01 % животных – больше 4,00 л.
- 3 Коэффициент корреляции между ФЕВ и суточным расчетным удоем был достаточно высоким и составил +0,79±0,03. Между ФЕВ и средним разовым удоем коэффициент корреляции был также высоким и равнялся +0,80±0,02.
- 4 После выжеребки в течение первых трех недель лактации емкость вымени кобыл увеличивалась. В продолжение пяти-шести месяцев лактации емкость вымени мало изменялась, а затем быстро уменьшалась примерно за 1,5-2,0 месяца до запуска кобыл.
- 5 С первой до пятой лактации ФЕВ кобыл литовской тяжеловозной породы увеличивалась с 2,05 л до 2,85 л или всего на 39,02 %.
- 6 Несмотря на невысокую повторяемость МЕВ  $rw = 0,42 \pm 0,11$  и низкую наследуемость этого показателя  $h^2 = 0,36 \pm 0,16$ , селекция кобыл по МЕВ возможна.
- 7 Степень заполнения вымени или наполненность вымени кобыл литовской тяжеловозной породы в

среднем в наших исследованиях составляла 38,56 % от физиологической емкости вымени, что почти в два раза ниже, чем величина данного показателя у коров и отражает несовершенство существующей технологии доения кобыл.

#### Литература

- 1 Аммосова, Т. В. Молочная продуктивность якутской лошади и пути ее рационального использования: автореф. дис.... канд. с.-х. наук.- Уфа, 1971.- 18 с.
- 2 Гарькавый, Ф. Л. Селекция коров и машинное доение. - М.: Колос, 1974. - 160 с.
- 3 Грачев, И. И., Галанцев, В. П. Физиология лактации сельскохозяйственных животных. – М. Колос, 1974. – 279 с.
- 4 Дуйсембаев, К. И. Исследование аминокислотного состава и электрофоретических свойств белков кобыльего молока, используемого для производства кумыса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.- Алма-Ата, 1968.- 23 с.
- 5 Дюсембин, Х. Закономерности молокообразования и молокоотдачи у кобыл и некоторых видов жвачных животных: автореф. дис. ... докт. биол. наук. - Алма-Ата, 1970. - 31 с.
- 6 Сайгин, И. А. Зоотехнические основы молочного коневодства (экспериментальные исследования по молочному коневодству Башкирской АССР): автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Л., 1962. - 32 с.
- 7 Чиргин, Е. Д., Яворский, В. С., Новоселова, К. С. Молочное коневодство – резерв повышения эффективности отрасли / Коневодство и конный спорт. - 2001.– № 2. - С. 9.
- 8 Чиргин Е. Д. Формы вымени кобыл / Коневодство и конный спорт.- 2013. - № 3. - С. 19-23.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С В ПЛОДАХ ЦИТРУСОВЫХ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

*Иванченко Ольга Борисовна*

*к.б.н., доцент Санкт-Петербургский государственный, торгово-экономический университет, Санкт-Петербург*

*Соколова Анна Викторовна*

*студентка, Санкт-Петербургский государственный, торгово-экономический университет, Санкт-Петербург*

*Филиппова Алина Алексеевна*

*студентка, Санкт-Петербургский государственный, торгово-экономический университет, Санкт-Петербург*

### DETERMINATION OF VITAMIN C IN FRUITS OF CITRUS PLANTS FROM DIFFERENT producers

*Ivanchenko Olga Borisovna, Cand.Sc. (biological), associate professor, Saint Petersburg State University of Trade and Economics, Saint-Petersburg*

*Sokolova Anna Victorovna, Student of technological faculty, State University of Trade and Economics, Saint-Petersburg*

*Filippova Alina Alekseevna, Student of technological faculty, State University of Trade and Economics, Saint-Petersburg*

#### АННОТАЦИЯ

*Продукты здорового питания-актуальная область инноваций в пищевой промышленности. Определено количество витамина С в продуктах. Плоды цитрусовых являются хорошим источником витамина С. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты обнаружено в апельсинах, выращиваемых в ЮАР.*

#### ABSTRACT

*Healthy food is the most important area of innovation in the food industry. Determine the quantity of vitamin C in foods. Fruits of citrus plants are a good source of vitamin C. The highest amount of ascorbic acid found in oranges grown in South Africa.*

*Ключевые слова: функциональные продукты, функциональный пищевой ингредиент, аскорбиновая кислота  
Keywords: functional foods, functional food ingredient, ascorbic acid*

В последние годы Россия, следуя мировой тенденции, ориентирована на производство продуктов, полезных для здоровья. Продукты питания не только удовлетворяют потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но выполняют профилактические и лечебные функции.

Одним из путей решения проблемы недостатка витаминов, эссенциальных макро-и микронутриентов в рационе питания человека является обогащение традиционных продуктов функциональными компонентами. Производство функциональных продуктов в нашей стране явля-

ется одной из задач по реализации Концепции государственной политики в области здорового питания на период до 2020 года, принятой Правительством России.

Функциональным продуктом питания считается специальный пищевой продукт, который может употребляться систематически населением всех возрастов и имеющий научно обоснованные и подтвержденные исследованиями свойства, благодаря которым снижается риск развития заболеваний, связанных с питанием и предотвращается дефицит питательных веществ, а также сохраняется и улучшается здоровье за счет присутствия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [1].

К функциональным пищевым ингредиентам относят физиологически активные ингредиенты, для которых описаны их физико-химические характеристики, выявлены и научно обоснованы свойства полезные для сохранения и улучшения здоровья.

К числу таких соединений относятся антиоксиданты. Ежедневно в клетках человека происходит сотни биохимических реакций. Окислительные реакции с участием кислорода часто приводят к образованию свободных. В клетках живых организмов образуется несколько типов свободных радикалов, из них самые агрессивные — радикалы кислорода (супероксидный) и гидроксильные радикалы. Эти вещества способны вызвать цепную реакцию и в итоге привести к повреждению клеток организма. В Задача организма – максимально обезвредить действия ядовитых и чужеродных веществ. Когда же он со своей задачей не справляется, результатом таких явлений является заболевание.

Соединения, способные связывать молекулы, содержащие неспаренные электроны с образованием менее активных или совсем неактивных радикалов, называют антиоксидантами. Антиоксидантная активность таких соединений проявляется в их способности снижать активность свободных радикалов, т.е. они «улавливают» свободные радикалы (супероксидный анион-радикал, пероксид водорода, гидроксил радикал и др.).

Антиоксиданты широко используется в различных сферах: в пищевой промышленности – с целью продление срока годности продуктов; в медицине – при изготовлении пищевых добавок; в производстве горюче-смазочных материалов – стабилизируют топливо.

Природными антиоксидантами являются витамины С, Е, Р, А, каротиноиды, флавоноиды, ароматические окислы, антоцианы и др. соединения, активность которых увеличивается за счет кофакторов, к которым относятся селен, цинк, медь, марганец и другие макро-и микроэлементы.

Кислый вкус фруктов и плодов цитрусовых растений часто ассоциируется с присутствием в них аскорбиновой кислоты. Аскорбиновая кислота относится к группе водорастворимых антиоксидантов. Витамин С в больших дозах повышает устойчивость клеточных мембран к воздействию любых химически агрессивных агентов. Обладает антисклеротическим и противораковым действием, также влияет на работу кровеносной системы, защищает гемоглобин, не давая ему окисляться, поддерживает запасы железа в организме, нормализует уровень холестерина. Нужно учесть, что организм человека не может запастись витамином С, поэтому необходимо постоянно получать его дополнительно. Поскольку он водорастворим и подвержен действию температуры, приготовление пищи с термической обработкой его разрушает.

Целью данной работы явилось определение содержания аскорбиновой кислоты в плодах цитрусовых растений, представленных на рынке Санкт-Петербурга.

Мировое производство цитрусовых составляет, в среднем, 110 000 тонн в год. Приблизительно 70 000 тонн из них предназначены для экспорта. На рынке Санкт-Петербурга представлен большой ассортимент цитрусовых фруктов. Явными лидерами поставок цитрусовых являются Марокко и Турция. Они обеспечивают около 50% импорта. Следующими по объему поставок являются Китай, Пакистан, Испания, Аргентина и Абхазия. Новым поставщиком, в последнее время, стала Грузия ( таблица 1) [2].

Таблица 1

Импорт цитрусовых в Россию (январь-март 2014 г).

Страна поставщик	Объем поставок, тыс. т
Марокко	161
Турция	132
Египет	120
Пакистан	63,8
Китай	36,3
Испания	30,3
Израиль	12,3
Кипр	6,8
Грузия	2,6

Исследования содержания аскорбиновой кислоты в плодах цитрусовых растений проводились объемным методом путем его экстрагирования раствором соляной

кислоты с последующим титрованием визуально раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до установления светло-розовой окраски [3]. Результаты анализов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание витамина С в исследуемых плодах цитрусовых

Образец цитрусовых	Витамин С, мг/100 г съедобной части
Мандарин	23
Лимон	40
Грейпфрут	35
Помело	30

Ранее проведенные нами исследования показали, что максимальное количество витамина С обнаружено в апельсине и именно этот цитрусовый плод может быть ре-

комендован для употребления с целью обогащения организма витамином С [4]. Апельсиновое дерево - наиболее распространённое в мире цитрусовое дерево. Название "апельсин" преимущественно означает сладкий апельсин



(Citrus sinensis). Его объемы производства составляют около 70% мирового возделывания цитрусовых. В настоящее время (январь-март, 2015г) на рынке Санкт-Петербурга встречаются апельсины поставляемые из ЮАР, Египта

и Марокко и далее мы исследовали содержание витамина С в апельсинах этих производителей. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание витамина С в апельсинах

Страна производитель	Витамин С, мг/100 г съедобной части
Египет	23
Марокко	25
ЮАР	45

Анализируя полученные данные необходимо отметить, что содержание витамина С сильно варьирует не только в зависимости от плода цитрусового в пределах подвида, но и в рамках одного типа, например, апельсин. Известно несколько десятков сортов апельсинов, отличающихся условиями выращивания и вкусовыми характеристиками. Для выращивания апельсина рекомендована температура 25-30 градусов. В Египте апельсины различных сортов, лимон, лайм, грейпфрут поспевают дважды в год: в январе – марте и осенью, средиземноморская область (Испания, Марокко, Италия и др.) поставляет плоды так называемых зимних сортов, страны находящиеся в Южной Африке - летние сорта. Таким образом, по-видимому, достаточно сильные колебания в анализируемых плодах могут быть связаны, в первую очередь, с сортом и регионом произрастания, а также степенью зрелости плода в момент сбора.

## Список литературы

- ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».
- Рынок цитрусовых в России: тенденции и изменения в 2013-начале 2014гг. [Эл.ресурс: [www.fruitnews.ru/home-page/analitic/39464-rynok-tsitrusovykh-v-rossii-tendentsii-i-izmeneniya-v-2013-nachale-2014-gg.html](http://www.fruitnews.ru/home-page/analitic/39464-rynok-tsitrusovykh-v-rossii-tendentsii-i-izmeneniya-v-2013-nachale-2014-gg.html)]
- ГОСТ 24556 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С».
- Соколова А.В., Филиппова А.А., Иванченко О.Б. Функциональный пищевой ингредиент-аскорбиновая кислота: определение в плодах цитрусовых растений // Качество и безопасность продукции: проблемы и пути решения: Материалы Научной школы-семинара для молодых ученых. – СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2014. – С.188-191.

## ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОГО СОРГО НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ

**Костиков Иван Федорович**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау

**Богапов Ильдар Маратович**

магистр агрономии, Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау

### SPECIFIC FEATURES OF SWEET SORGHUM CULTIVATION FOR TECHNICAL PURPOSES

*Kostikov Ivan Fedorovich, Doctor of Agricultural science, professor, Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau*

*Bogapov Ildar Maratovich, Master of Science in Agriculture, Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau*

#### ANNOTATION

*The aim of research is to specify the terms of crops and seeding rates of sweet sorghum in the northern Kazakhstan due to changing target use from silo to technical. Finally it was established that maximum crop yield of biomass was created by seeding on 25th May – 317,0 centners per hectare with sugar output 22,2 centners per hectare and the most optimal thickness of plant stand is 140000 pieces per hectare.*

*Key words: sweet sorghum; sugar liquid, terms of crops; seeding rates.*

#### АННОТАЦИЯ

*Целью исследования является уточнение сроков посева и норм высева сахарного сорго в Северном Казахстане в связи с изменением целевого назначения с силосного на техническое. В результате было установлено, что наибольшая урожайность биомассы сформировалась при посеве 25 мая - 317,0 ц/га с выходом сахара 22,2 ц/га, а наиболее оптимальная густота стояния - 140 тыс. шт./га.*

*Ключевые слова: сахарное сорго; сахарный сироп, сроки посева; нормы высева.*

В полусухих условиях северных областей Казахстана возделывают сахарное сорго преимущественно на силос. Рекомендованная агротехника в сельскохозяйственных зонах региона была ориентирована не только на

достижение максимальной урожайности. Полученный урожай, как сырье для силосования, должен был отвечать требованиям стандартов, главным из которых была влаж-

ность биомассы (не более 75%). При повышенной влажности в процессе силосования вместо молочной кислоты накапливается много уксусной и масляной, и силос становится не пригодным для скармливания.

В последние годы сахарное сорго начали выращивать на технические цели [1, с. 133; 2, с. 29], где главная задача – максимальный выход сахарного сиропа с единицы площади с высокой концентрацией сахара.

Ранее рекомендованная технология предусматривала норму высева, исключающую загущение посевов. К примеру, в сопочно-равнинной сельскохозяйственной зоне сахарное сорго успевало накопить стандартное содержание абсолютно-сухого вещества 25% (при влажности 75%) до наступления осенних заморозков при густоте стояния 120 тыс. шт./га, дальнейшее загущение хотя и приводило к увеличению урожайности (до известных пределов), но сопровождалось увеличением доли стеблей в структуре урожая и в конечном итоге – к повышенной

влажности биомассы. Отмечено также [1, с. 79], что загущение посевов является причиной замедлению фенологического развития сахарного сорго, что в условиях короткого лета имеет определяющее значение.

Для получения сахарного сиропа повышенная влажность биомассы при уборке урожая вовсе не противоречит целевому назначению. Поэтому необходимо было уточнить важнейшие агроприемы, рекомендованные для возделывания на силос.

Сроки посева сахарного сорго в Северном Казахстане были рекомендованы для технологии силосного назначения. Главным условием было использование возможно ранних сроков, чтобы сорго успело сформировать фазу молочно-восковой спелости с наименьшим содержанием клеточного сока и наибольшим количеством абсолютно сухого вещества.

При этом вероятность возврата весенних заморозков и повреждение всходов составляла до 20% (рис. 1).

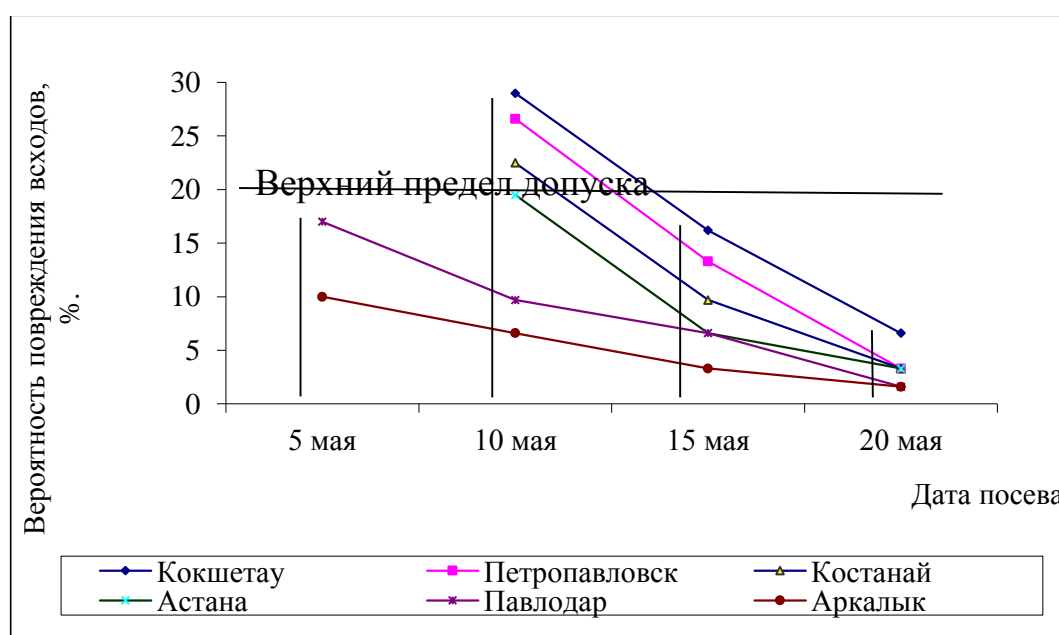


Рисунок 1. Среднемноголетняя вероятность повреждения всходов при разных сроках посева (1965-1995 гг.), %

В связи с изменением целевого назначения главным условием является получение максимального количества клеточного сока и содержащегося в нем сахара. Поэтому можно предположить, что максимальное количество клеточного сока формируется в сахарном сорго на более ранних фазах и уборку можно начинать раньше созревания семян, а период вегетации будет короче. Рекомендованные сроки следует уточнить на других вариантах в

сторону более позднего посева и тем самым полностью исключить вероятность повреждения всходов поздневесенними заморозками.

В опыте 1, где изучали влияние сроков сева на выход сахара, в 2014 году посев проводили: 15, 20, 25 и 30 мая, где в качестве контрольного варианта был взят посев 15 мая, сорт Казахстанское-16 (таблица 1).

Таблица 1

Влияние сроков посева на выход сахара (2014 г.)

Показатель	Дата посева				НСР05
	15.V	20.V	25.V	30.V	
Урожайность, ц/га	175,1	230,9	317,0	311,1	28,3
в т.ч. масса стеблей	132,3	169,2	245,6	233,4	29,1
Содержание клеточного сока в стеблях					
%	70,4	72,0	73,2	74,7	
ц/га	93,1	126,9	179,3	173,6	19,5
Содержание сахара в клеточном соке, %	9,8	10,5	12,4	11,6	
Выход сахара, ц/га	9,1	13,3	22,2	20,1	

Первые всходы появились на варианте «посев 15 мая» через 18 дней, что по календарным срокам соответствовало 2 июня, а 5 июня был кратковременный заморозок с понижением температуры до - 3°C. На других ва-

риантах всходы сформировались после заморозка. В результате наших наблюдений было установлено, что повреждение первых пары листьев не привело к гибели посевов. Очередной третий лист сформировался через 6 дней после заморозка (рисунок 2).



Рисунок 2. Формирование очередного третьего листа в послезаморозковый период

Учет урожая планировалось проводить в фазе образования зерна, когда заканчивается прирост стеблевой массы. На варианте со сроком посева на 15 мая эта фаза отмечена 10 сентября, других вариантах разница составляла 4...5 дней.

Как видно из таблицы 1, наибольшая урожайность сформировалась при посеве 25 и 30 мая. Математическая обработка данных полевого опыта по 3-м повторностям показала, что между ними не было достоверной разницы. Вместе с тем, на посевах после 25 мая отмечена тенденция к снижению массы стеблей, уменьшению концентрации клеточного сока в стеблях и выходу сахара с единицы площади.

В опыте 2, где определяли оптимальную плотность стеблестоя при возделывании на технические цели, заданную густоту стояния на разных вариантах формировали в фазе полных всходов. Для этого посев проводили с нормой высева, обеспечивающей густоту стояния 200 тыс. шт./га на всех делянках опыта. С наступлением фазы полных всходов заданную густоту стояния на каждой делянке формировали вручную путем прополки лишних растений. Для посева использовали семена сорта Казахстанское 20. Структуру урожая, содержание клеточного сока (влажность стеблевой массы) и концентрацию сахара определяли непосредственно перед уборкой. Уборку проводили в фазе образования зерна.

Таблица 2

Содержание сахара при разной густоте стояния (2014 г.)

Показатель	Густота стояния тыс. шт./га					НСР05
	120 (ст-т)	140	160	180	200	
Общая урожайность, ц/га	274,0	290,0	308,0	301,0	247,0	
в т.ч.						
стебли, ц/га	197,2	220,4	234,0	228,7	205,5	
стебли, %	71,9	76,0	75,9	76,0	75,1	
Клеточный сок в стеблях, %	74,3	77,2	79,5	78,3	78,5	
Клеточный сок в стеблях, ц/га	146,5	170,1	186,0	179,0	161,3	
Содержание сахара в клеточном соке						
%	9,9	9,5	8,01	7,1	6,9	
ц/га	14,5	16,1	14,8	12,7	11,1	

Как видно из таблицы 2, при густоте стояния 140 тыс. шт./га в структуре урожая доля стеблей была наибольшей и соответственно этому выход сахара в пересчете на единицу площади достигал максимальной величины. Дальнейшее загущение привело к снижению массы каждого отдельного растения, замедлению фенологического развития от чрезмерного затенения и медленному накоплению сахаров в растении.

Вывод. В условиях 2014 года лучшим сроком посева сахарного сорго был посев 25 мая с густотой стояния 140 тыс. растений на 1 га и выходом сахара 22,2 ц/га.

#### Список литературы

- 1 Vinutha K.S., Rayaprolu L., Yadagiri K., Umakanth A.V., Patil J.V., Rao P.S. Sweet Sorghum Research and Development in India: Status and Prospects //Sugar Tech. – 2014. – Т. 16. – № 2. – Р. 133-143.
- 2 Горпиниченко С.И., Ковтунов В.В. Перспективы производства биоэтанола из сорго //Зерновое хозяйство России. – 2009. – №4. – С. 27-33
- 3 Тыныкулов М.К. Совершенствование приемов возделывания сахарного сорго на силос в условиях сопочно-равнинной зоны Северного Казахстана: дисс. ... канд. с.-х. наук. – Алматы, 2010. – 150 с.

## НАГУЛ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ КАЛМЫЦКОЙ КУРДЮЧНОЙ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «M-FEED»

*Кугультинова Деляш Анатольевна*

*ассистент кафедры АТиПСХП, Калмыцкий государственный университет, г. Элиста*

*Помпаев Петр Мурзаевич*

*к. с.-х. н., доцент кафедры АТиПСХП, Калмыцкий государственный университет, г. Элиста*

*FEEDING OF KALMYK FAT-TAIL YONG SHEEP BREED WITH APPLYING OF FEED SUPPLEMENT «M-Feed»*

### *АННОТАЦИЯ*

*В данной статье рассматривается влияние кормовой добавки «M-Feed» на мясную продуктивность и качество мяса молодняка овец калмыцкой курдючной породы. Установлено, что добавка «M-Feed» в дозе 8 г. на голову способствует увеличению живой массы на 5,6% и улучшает показатели качества мяса.*

### *ABSTRACT*

*It is revealed the influence of feed supplements «M-Feed» on the meat productivity and meat quality of young kalmyk sheep breed. It is established that the supplement «M-Feed» at a dose of 8 g. per head increases body weight by 5,6% and improves meat quality.*

*Ключевые слова: калмыцкая курдючная порода овец, кормовая добавка, живая масса, прирост, мясная продуктивность, качество мяса.*

*Key words: kalmyk fat-tail breed of sheep, feed supplement, life weight, growth, meat productivity, meat quality.*

В настоящее время в связи со снижением востребованности шерсти, на рынке, эффективность овцеводства в значительной степени связана с увеличением мясной продуктивности овец. Отсюда, в Республике все большее внимание уделяется разведению овец мясосального направления. Развитие мясосального овцеводства позволяет получать молодую баранину в год рождения приплода, что положительно отражается на эффективность ведения данной отрасли в условиях пастбищного содержания [1,2,3].

В современных условиях, в Калмыкии актуальным стал вопрос повышения мясной продуктивности и качества мяса молодняка калмыцкой курдючной породы, которая была утверждена в 2012 году.

Молодняк калмыцкой курдючной породы способен при нагуле в возрасте 6-7 месяцев давать туши массой 17-20 кг. Однако из-за природно-климатических условий, не всегда удается добиваться таких результатов.

Поэтому на практике в период нагула овец, все чаще стали использовать различные кормовые добавки, которые позволяют повысить эффективность усвоения корма и его биологическую доступность, именно таким препаратом является монтмориллонит (M-Feed).

Кристаллическая решетка монтмориллонита представляет собой естественное наложение четырех- и восьмигранных слоев толщиной 1 нм. Слой кремния – четырехгранный, алюминиевый слой – восьмигранный. Пространство (Na, Ca, K, Mg) находятся межслоевом пространстве. В восьмигранном слое  $Al^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ , или  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Li^{+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ .

Наноструктурированный монтмориллонит, запатентованный под названием Amadeite®, имеет межслоевое пространство 40 Å.

Исходя из вышеизложенного нами была поставлена цель, изучить действие кормовой добавки «M-Feed» на мясную продуктивность и качество мяса молодняка калмыцкой курдючной породы овец.

Для выполнения цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

- изучить динамику живой массы и приростов молодняка овец;
- изучить мясную продуктивность и качество мяса молодняка в возрасте 7 месяцев;
- определить экономическую эффективность использования кормовой добавки «M-Feed».

Технология ведения овцеводства в ООО ПЗ Агрофирма «Адучи» Целинного района предусматривает весенне-летне-осеннее пастбищное содержание с зимостойковым периодом 120-130 дней. В хозяйстве практикуется весеннее ягнение овцематок на пастбище и реализация молодняка в возрасте 7-8 месяцев.

Для выполнения поставленных задач нами в хозяйстве был проведен научно-хозяйственный опыт по изучению роста, развития, повышению мясной продуктивности и качества мяса молодняка калмыцкой курдючной породы, с использованием кормовой добавки «M-Feed» согласно схеме приведенной в таблице 1.

В октябре-ноябре месяце была проведено осеменение маток баранами-производителями калмыцкой курдючной породы. Овцематки имели индивидуальные татуировочные номера и бирки.

На период осеменения возраст маток составил 4,5 года, средняя живая масса составила 60 кг. Животные имели среднюю упитанность. Средняя живая масса баранов-производителей калмыцкой породы составила 110 кг.

В период зимнего содержания овцематки получали основной рацион, состоящий из сена озимой ржи, сена люцерны, соломы ячменной и 200 г. дерти ячменной.

В апреле 2014 года в период ягнения у отобранных животных были изучены: живая масса ягнят и репродуктивные качества овцематок. Ягнение в группах прошло в течение 10 дней. В дальнейшем из отобранных групп были сформированы сакманы.

В течение первого месяца маток дополнительно к пастбищному содержанию подкармливали сеном люцерновым и комбикормом. Баранчики в 2 недельном возрасте были кастрированы.

Таблица 1

Группа	Порода		Кол-во маток, гол.	Схема выращивания		Исследуемые показатели
	маток	баранов-производителей		периоды	кол-во, дней	
I (контр.)	ч/п ККП	ч/п ККП	20	нагул+ комбикорм	120 90	динамика живой массы и прироста, мясные качества, экономическая эффективность
II (опыт.)	ч/п ККП	ч/п ККП	20	нагул+ комбикорм+8 г. кормовой добавки «M-Feed»	120 90	

\* Примечание: ККП – калмыцкая курдючная порода.

В период нагула молодняк I группы круглосуточно находился на пастбище и получал подкормку из расчета 150-200 г. дерти ячменной в сутки, а молодняк II группы дополнительно к дерти ячменной получал кормовую добавку «M-Feed» из расчета 8 г. на голову. Поение осуществлялось из шахтного колодца два раза в сутки. В местах отдыха молодняк имел свободный доступ к минеральной подкормке в виде брикетов-лизунов.

Взвешивание проводили при отбивке в 4 месяца, затем ежемесячно в период нагула.

По окончании нагула для изучения показателей мясной продуктивности и качества мяса был проведен

контрольный убой 3 голов из каждой группы. При этом определяли массу туши, массу внутреннего жира, убойный выход, коэффициент мясности т.д.

На основании полученных результатов была рассчитана сравнительная экономическая эффективность выращивания на мясо молодняка овец.

Изучение динамики живой массы ягнят показало, что ягнята получавшие кормовую добавку «M-Feed», во все возрастные периоды имели преимущество в росте и развитии (табл. 2).

Таблица 2

Возраст, мес.	Группа			
	I (контрольная)		II (опытная)	
	живая масса, кг	абсолютный прирост, кг	живая масса, кг	абсолютный прирост, кг
4 месяца	30,4±0,4	-	30,8±0,3	-
7 месяцев	42,7±0,6	12,3	45,1±0,5	14,3
Итого:	-	12,3	-	14,3

Анализ таблицы показывает, что в период нагула абсолютный прирост молодняка в первой группе составил 12,3 кг, а в опытной II группе 14,3 кг. Таким образом, за три месяца нагула конечная живая масса в контрольной

группе составила 42,7 кг, а в опытной 45,1 кг, что на 5,6% больше

По результатам взвешиваний молодняка подопытных групп, были рассчитаны показатели среднесуточного и относительного прироста ягнят (табл. 3).

Таблица 3

Возраст, мес.	Группа			
	I (контрольная)		II (опытная)	
	среднесут. прирост, г	относит. прирост, %	среднесут. прирост, г	относит. прирост, %
От 4 мес. до 7 мес.	137±1,2	33,7±0,5	159±1,4	37,7±0,4
Итого	137,7±1,2	-	159±1,4	-

Из таблицы видно, среднесуточный прирост в возрасте от 4 до 7 месяцев в период нагула, у ягнят во второй группе составил 159 г, а в первой группе у – 137 г, что на 22 г меньше, чем во второй группе.

В сравнительном изучении показателей мясной продуктивности молодняка калмыцкой курдючной породы важная роль отводится мясным качествам, которые были изучены при контрольном убое в возрасте 7 месяцев.

Для контрольного забоя из каждой группы было взято по три головы высшей категории упитанности (табл.4).

Из таблицы 5 видно, что предубойная масса молодняка калмыцкой курдючной породы I группы составила 40,6 кг, а II группы – 42,9 кг. Молодняк, получавший кормовую добавку «M-Feed» имел массу туши на 1,2 кг больше, чем животные первой группы. Так, масса туши ягнят I группы составило 18,9 кг, II группы – 20,07 кг. Выход туши был несколько выше (на 0,2%) у подопытных животных. Убойная масса у молодняка I группы составила – 19,58 кг, у II группы – 20,76 кг. В результате убойный выход во II группе составил 48,4 %, а у молодняка I группы – 48,2%, что на 0,2% меньше.

Изучение морфологического состава туши показало, что у ягнят II группы масса мякоти составила 15,27 кг, или 76 %, от массы туши, у I группы – 14,3 кг или 75,7%, т.е. масса мякоти у молодняка II группы была выше на 1,0 кг (табл.5).

Абсолютное содержание костной ткани несколько меньше у животных II группы. Процентное же содержание костей в туше у ягнят II группы составило 23,9%, а у ягнят I группы 24,3 %. Выход мякоти на 1 кг костей был выше на 0,1, у молодняка и составил 3,2.

Таблица 4

## Результаты контрольного убоя

Показатели	Группы	
	I (контрольная)	II (опытная)
Предубойная масса, кг	40,6±0,6	42,9±0,5
Масса туши, кг	18,9±0,08	20,07±0,2
Выход туши, %	46,6	46,8
Масса внутреннего жира, кг	0,68±0,03	0,69±0,04
Убойная масса, кг	19,58±0,1	20,76±0,1
Убойный выход, %	48,2	48,4

Таблица 5

## Морфологический состав туши молодняка

Показатели	Группы			
	I (контрольная)		II (опытная)	
	кг	%	кг	%
Масса туши, кг	18,9±0,08	100	20,07±0,2	100
Масса мякоти в туше, кг	14,3±0,06	75,7	15,27±0,05	75,8
Масса кости в туше, кг	4,6±0,01	24,3	4,0±0,01	23,9
Коэффициент мясности	3,1		3,2	

На основании полученных в опытах данных, нами была рассчитана экономическая эффективность (табл.6).

Таблица 6

## Экономическая эффективность выращивания ягнят

Показатели	Группы	
	I (контрольная)	II (опытная)
Средняя живая масса, кг	42,7±0,6	45,1±0,5
Цена реализации 1 кг живой массы, руб.	106	106
Выручка от реализации, руб.	4526,2	4780,6
Себестоимость реализованного прироста, руб.	3020	3042
Прибыль, руб.	1506,2	1738,6
Дополнительная прибыль, руб.	-	232,4

Из данных таблицы видно, что при одинаковой цене реализации мяса условная выручка в I группе составила 4526,2 рубля с одной головы, во II группе 4780,6 рубля, что на 254,4 рубля больше. Затраты труда и средств, были выше во второй группе и составили 3042 рублей. Прибыль, полученная при выращивании одной головы в I группе составила 1506,2 рубля, во II группе – 1738,6 рубля, или на 15,4% больше.

Полученные данные свидетельствуют, что выращивание на мясо молодняка калмыцкой курдючной породы с использованием кормовой добавки «M-Feed», позволяет получить больше баранины и дополнительную прибыль в размере 232,4 рубля на одну голову.

На основании проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

- 1 Сравнительное изучение выращивания ягнят на мясо с 4 до 7 месячного возраста показало преимущество молодняка получавшего кормовую добавку «M-Feed», по абсолютному приросту на 2,4 кг.

- 2 Подопытные ягнаты превосходят своих сверстников по среднесуточному приросту в среднем за 7 месяцев на 22,0 грамма.
- 3 Убойный выход у ягнят опытной группы в 7 месячном возрасте был выше на 0,2 % и от них были получены более тяжеловесные туши.
- 4 Выращивания опытных ягнят позволило получить дополнительную прибыль в размере 232,4 рубля на одну голову.

## Список использованной литературы

- 1 Ерохин, А.И. Овцеводство /А.И. Ерохин. – М.: МГУ, 2004. – 479 с.
- 2 Менкнасунов, П.М. Флагман российского овцеводства /П.М. Менкнасунов //Известия Калмыкии. №144. 2001.
- 3 Мороз, В.А. Овцеводство и козоводство /В.А. Мороз. – Ставрополь, АГРУС. 2005. – 493 с.

## МНОГОВАРИАНТНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНОВ

**Лукьянов Борис Васильевич**

доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВПО, «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва

**Лукьянов Павел Борисович**

доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВПО, «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

### АННОТАЦИЯ

Обосновывается применение многовариантной оптимизации рационов для сельскохозяйственных животных с целью повышения эффективности производства. Определены критерии оптимизации под разные цели и условия производства. Дана ссылка на программные средства, обеспечивающие многовариантную оптимизацию рационов.

### ABSTRACT

Justified the application of multivariate optimization rations for farm animals in order to increase production efficiency. The criteria of optimization for different purposes and conditions of production are defined. A link to the software providing multivariate optimization rations is done.

*Ключевые слова:* оптимизация рационов, критерии оптимальности, прибыль, сбалансированность, программы «КОРАЛЛ».

*Keywords:* ration optimization, optimality criteria, profit, balance, software «KORALL».

Одной из ключевых составляющих в решении проблемы повышения эффективности отечественного животноводства является экономическая оптимизация кормления животных. Традиционно при экономической оптимизации рационов за критерий оптимальности берётся минимум стоимости рациона [4]. Но эффективность производства оценивается в первую очередь такими показателями, как прибыль и уровень рентабельности. И базовыми критериями оптимизации кормления сельскохозяйственных животных следует признать максимизацию именно этих показателей.

В то же время, решения по эффективному ведению производства не всегда ограничиваются применением названных критериев оптимизации. Реальные экономические и хозяйственные ситуации, в которых оказываются предприятия-производители животноводческой продукции, нередко при оптимизации рационов требуют учёта дополнительных условий.

Так, при отсутствии достаточных денежных средств для приобретения кормов необходимо вводить ограничения на стоимость рационов, то есть добиваться достижения максимальной прибыли или рентабельности при стоимости рациона, не превышающей заданную.

В условиях рыночных отношений поставщику продукции нередко требуется обеспечить строго лимитированный объём производства – недопроизводство ведёт к срыву договорных обязательств, перепроизводство создаёт проблемы со сбытом продукции. В такой ситуации экономическая оптимизация рациона должна выполняться в условиях ограничений на объём производимой продукции.

Для рационального использования запасов кормов целесообразно иметь возможность варьирования их массами в рационе, оставаясь в окрестности оптимального решения.

В зависимости от степени механизации и автоматизации производства требуется оптимизировать рационы для индивидуального и группового кормления животных,

суточные или на период, дозированного кормления и кормления вволю.

Иногда лица, принимающие решения, хотят учитывать не один, а несколько критериев оптимизации. И тогда задача оптимизации рациона перерастает в многокритериальную задачу.

Таким образом, многообразие целей, возникающих при управлении кормлением сельскохозяйственных животных, требует применения многовариантной оптимизации рационов с возможностью выбора критериев, соответствующих конкретным экономическим и хозяйственным условиям, в которых находятся или оказываются животноводческие предприятия.

Прибыль и рентабельность, обеспечиваемая кормлением животных как фрагментом производственного цикла, оценивается соотношением стоимости получаемой продукции и затрат на корма. При этом учитывается та стоимость кормов, какую они имеют непосредственно при скармливании, то есть в эту стоимость входят затраты на приготовление кормов, их транспортировку и другие технологические операции, связанные с обеспечением кормления.

Максимальная продуктивность животных, а следовательно, и стоимость получаемой продукции, достигается при полностью сбалансированном рационе, когда количества всех компонентов питания в рационе соответствуют потребностям животного. В производственных условиях удовлетворение потребностей животных в компонентах питания определяется как соответствие питательности рациона научно обоснованным нормам кормления. В настоящее время эти нормы регламентируют десятки компонентов питания, а также их соотношений. И балансирование рациона по всем нормируемым компонентам и соотношениям является сложной задачей, а при ограниченном наборе кормов, которыми располагают предприятия, достичь полной сбалансированности рационов не предоставляется возможным. Поэтому на практике, как правило, животных кормят лишь по частично

сбалансированным рационам, что приводит к снижению эффективности производства - многочисленные научные исследования констатируют, что при несбалансированном кормлении происходит снижение продуктивности животных, теряются их племенные качества, возникают болезни, ухудшаются показатели воспроизводства.

Основываясь на сказанном, определения прибыли и рентабельности можно описать следующими уравнениями [1]:

$$PR = \text{СБпрод} - \text{Срац} - \text{Пдисб} \text{ (руб.)} \quad (1)$$

$$P = PR / (\text{Срац} + \text{Пцж}) * 100 \text{ (\%)} \quad (2)$$

где PR - прибыль, обеспечиваемая применением рациона;

P - уровень рентабельности рациона;

СБпрод - стоимость продукции, которая может быть получена от животного при полностью сбалансированном рационе, приведенная к одним суткам;

Срац - стоимость рациона;

Пдисб - потери, вызываемые дисбалансом рациона;

$$\text{Пдисб} = \text{Ппрод} + \text{Пвоспр} + \text{Пцж} \quad (3)$$

Ппрод - потери по продуктивности;

Пвоспр - потери по воспроизводству;

Пцж - потери по ценности животного.

Под потерями по продуктивности (или упущенной вырубкой) понимается стоимость продукции, недополученной из-за несбалансированности кормления.

Потери по воспроизводству отражают собой удлинение цикла воспроизводства, снижение качества или потерю приплода, вызываемое неполноценностью кормления.

Под потерями по ценности животного здесь понимается понижение стоимости животного как средства производства животноводческой продукции. Потери по ценности животного определяются следующими факторами: необратимая потеря продуктивных и племенных качеств; возникновение болезней, вызванных неправильным кормлением; сокращение срока эксплуатации.

Для большей чёткости формирования критериев оптимизации рационов представляется целесообразным продукцию животноводства подразделить на два вида:

- продукция, получаемая от животного, - молоко, мясо, яйца, шерсть, приплод и т. п.;
- в качестве продукции выступает само животное - ремонтный молодняк, молодняк на откорм, взрослые товарные животные.

Поскольку стоимость продукции, которая может быть получена от животного при полностью сбалансированном рационе, не зависит от планируемого рациона и остается постоянной при любых комбинациях кормов, включаемых в рацион, целевая функция оптимизации может быть упрощена:

$$Z = \text{Срац} + \text{Пдисб} \rightarrow \min \quad (4)$$

Для первого вида продукции для разных половозрастных групп животных это выражение может иметь следующие варианты:

$$Z = \text{Срац} + \text{Ппрод} + \text{Пвоспр} + \text{Пцж} \rightarrow \min \quad (5)$$

$$Z = \text{Срац} + \text{Ппрод} + \text{Пцж} \rightarrow \min \quad (6)$$

$$Z = \text{Срац} + \text{Ппрод} \rightarrow \min \quad (7)$$

$$Z = \text{Срац} + \text{Пвоспр} + \text{Пцж} \rightarrow \min \quad (8)$$

Для второго вида продукции целевая функция принимает вид:

$$Z = \text{Срац} + \text{Пцж} \rightarrow \min \quad (9)$$

При выращивании племенных животных сохранение их племенных качеств часто оценивается значительно выше, чем затраты на корма, и тогда целевая функция оптимизации рациона сводится к минимизации потерь по ценности животного без учёта затрат на корма:

$$Z = \text{Пцж} \rightarrow \min \quad (10)$$

Похожая ситуация может возникать, когда предприятие обеспечивает животных пастбищными кормами или кормами собственного производства, и экономия кормовых ресурсов не приносит существенной выгоды. В этом случае критерием оптимизации может выступать минимум суммарных потерь, вызываемых дисбалансом рациона (максимум сбалансированности рациона):

$$Z = \text{Пдисб} \rightarrow \min \quad (11)$$

В некоторых случаях специалисты по кормлению хотят получить рацион минимальной стоимости:

$$Z = \text{Срац} \rightarrow \min \quad (12)$$

или рацион, обеспечивающий максимальную оплату корма продукцией:

$$Z = (\text{СБпрод} - \text{Ппрод}) / \text{Срац} \rightarrow \max \quad (13)$$

или рацион, обеспечивающий максимальную продуктивность:

$$Z = \text{Ппрод} \rightarrow \min \quad (14)$$

Таким образом, за основные критерии экономической оптимизации рационов следует принять:

- минимум суммы: стоимость рациона + общие потери по дисбалансу рациона (формула 5);
- минимум суммы: стоимость рациона + потери по продуктивности + потери по ценности животного (формула 6);
- минимум суммы: стоимость рациона + потери по продуктивности (формула 7);
- минимум суммы: стоимость рациона + потери по воспроизводству + потери по ценности животного (формула 8);
- минимум суммы: стоимость рациона + потери по ценности животного (формула 9);
- минимум потерь по ценности животного (формула 10);
- минимум общих потерь по дисбалансу рациона (формула 11);
- минимум стоимости рациона (формула 12);
- максимум оплаты корма продукцией (формула 13);
- минимум потерь по продуктивности (формула 14);
- максимум рентабельности рациона:

$$Z = (\text{СБпрод} - \text{Срац} - \text{Пдисб}) / (\text{Срац} + \text{Пцж}) \rightarrow \max \quad (15)$$

при  $(\text{СБпрод} - \text{Срац} - \text{Пдисб}) > 0$ .

Для практического применения названных критериев оптимизации требуется формульно определить показатели, входящие в формулы критериев: стоимость продукции, которая может быть получена от животного при полностью сбалансированном рационе (СБпрод); стоимость рациона (Срац) и потери по дисбалансу рациона (Пдисб).

$$\text{СБпрод} = \text{Цпр} * \text{Апот} \quad (16)$$

где Цпр - цена единицы продукции;



Апот – потенциальная суточная продуктивность животного (та продуктивность, которая может быть получена от животного в данных условиях содержания при полностью сбалансированном кормлении);

В силу того, что кормление животных практически не бывает полностью сбалансированным, потенциальная продуктивность животного, как правило, неизвестна. Она может быть лишь вычислена по известной фактической суточной продуктивности и рациону, предшествующему регистрации этой продуктивности [2]. По степени отклонения питательности рациона от нормы рассчитываются потери продуктивности – недополученная продукция. И потенциальная суточная продуктивность животного находится как сумма фактической продуктивности и вычисленных потерь.

$$\text{Срац} = \sum_{j=1}^M (\text{Цкорма}_j * x_j) \quad (17)$$

где  $\text{Цкорма}_j$  – цена  $j$ -го корма ( $j \in [1, M]$ );  
 $x_j$  – масса  $j$ -го корма в рационе;

$$\text{Пдисб} = \sum_{i=1}^N y_i(\alpha_i) \quad (18)$$

где  $y_i(\alpha_i)$  – функция потерь [1], описывающая потери, вызываемые отклонением от нормы  $i$ -го компонента питания или соотношения, ( $i \in [1, N]$ );

$\alpha_i$  – относительное значение содержания в рационе  $i$ -го компонента питания или выполнения соотношения.

Решение задач, обеспечивающих многовариантную оптимизацию рационов, реализовано в комплексе программ «КОРАЛЛ» [3, 5]:

- «КОРАЛЛ – Кормление молочного скота»
- «КОРАЛЛ – Кормление выращиваемого скота»
- «КОРАЛЛ – Кормление свиней»
- «КОРАЛЛ – Кормление овец»
- «КОРАЛЛ – Кормление птицы».

Программные комплексы «КОРАЛЛ» предназначены для руководителей и специалистов животноводческих и комбикормовых предприятий, являются апробированным эффективным инструментом анализа и планирования кормления животных, производства комбикормов, белково-витаминных добавок и премиксов.

#### Литература

- 1 Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Новая информационная технология оптимизации рационов для сельскохозяйственных животных // Научно-теоретический и практический журнал «ОРАЛДЫН ГЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ», № 27 (106), 2014
- 2 Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Расчет потенциального удоя коров с целью повышения их продуктивности // «Эффективное животноводство», № 9, 2014
- 3 Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б. Типовые комплексы программ «КОРАЛЛ» // «АгроРынок», № 11, 2012
- 4 Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. Учебник. / Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В., Сорокина Т.М. и др. Под ред. А.М. Гатаулина. – М.: Агропромиздат, 1990
- 5 www.korall-agro.ru

## СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ – В СТЕПИ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ И БРОСОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

**Малинина Татьяна Анатольевна**

кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель, Воронежская Государственная Лесотехническая Академия, г. Воронеж

*PINE STATE IN THE STEPPE ON THE RECULTIVATE DISTURBED AND WASTELAND.*

*Malinina Tatiana Anatolievna, Candidate of Agricultural Sciences, teacher of Voronezh State Forestry Academy, Voronezh*

#### АННОТАЦИЯ

*Сосна обыкновенная является главной лесобразующей породой при рекультивации нарушенных и бросовых земель в степной зоне. На рост и состояние сосновых насаждений в аридной зоне влияет целый ряд факторов, которые способствуют преждевременному усыханию и даже гибели сосняков. Целый комплекс причин в большинстве своем оказывают губительное воздействие на древостои не по отдельности, а в комплексе, в различных сочетаниях, где на первое место всегда приходит климатическая засуха. Сейчас возникла необходимость тщательного изучения патологического состояния древостоев различного возраста.*

#### ABSTRACT

*Pine state is main forest-forming species on the recultivations disturbed and wasteland in the steppe zone. To growth and environment pine plantations in arid zone influence a number of factors, that contribute premature desiccation and death of pine. A whole range of reasons having a devastating effect on the stands are not alone, complex in various combinations where in the first place always comes climatic drought.*

*Ключевые слова: биологическая рекультивация, нарушенные ландшафты, лесные культуры, сосна обыкновенная.*

*Keywords: biological recultivations, disturbed landscapes, forester cultures, pine state.*

Лесоразведение – один из способов хозяйственного освоения и мелиорации малопродуктивных, нарушенных и бросовых земель. На таких землях защитное лесоразведение имеет наиважнейшее значение, где сосна обыкновенная является главной лесобразующей древесной породой, которая в лесном хозяйстве занимает одно из первых мест [1, 8].

Сосна обыкновенная способна существовать в разнообразных экологических условиях – крайнего севера и субтропических районов, полярного короткого дня на севере и длинного – на юге, при абсолютном минимуме температуры воздуха  $-60^{\circ}\text{C}$  и абсолютном максимуме  $+40^{\circ}\text{C}$  и выше. Она довольствуется низким уровнем влажности воздуха и малыми запасами воды и питательных веществ в почве, произрастает на болотах и сухих песках.

Начало работ по созданию сосновых насаждений на разбитых и полуразбитых песках в различных регионах России относится к концу XIX века. Неумеренная пастьба скота, вырубка лесов, распашка легких почв привели к тому, что песчаные земли стали не только превращаться в бросовые земли, но и в источник сыпучих песков [9]. В течение семидесяти лет лесные культуры создавались в небольших объемах, экспериментируя способами подготовки почвы, посадкой сосны, схемами смешения и т.д.

В длительный период времени в степной и лесостепной зонах Европейской части России испытывались различные методы создания лесных культур из сосны обыкновенной. За это время изучались: агротехника, способы и густота посадки, размещение посадочных мест, подготовка почвы, применение механизации при лесокультурных работах и так далее.

В последние двадцать лет прошлого века сосновые древостои оказались в сильнейшей депрессии. Резкое ослабление насаждений из сосны обыкновенной наблюдается повсеместно. Формирование множества очагов усыхания вызывает преждевременный распад сосновых насаждений, снижаются их почвозащитные, санитарно-гигиенические, рекреационные и другие функции [5].

На рост и состояние сосновых насаждений в аридной зоне влияет целый ряд факторов, которые способствуют преждевременному усыханию и даже гибели сосняков. На сосновые насаждения губительно воздействуют регулярно и периодически повторяющиеся засухи. С одной стороны засухи физиологически ослабляют деревья, с другой активизируют деятельность дендрофильных насекомых.

Вторым фактором, негативно влияющим на состояние сосновых культур, являются хвоегрызущие вредители, а также вредители побегов, стволов и корней. В большинстве своем стволовые вредители нападают на уже ослабленные деревья, заселяют их и приводят к усыханию. Кроме того, они могут повреждать кору ветвей и побегов, то есть действуют как дополнительный фактор первичного ослабления деревьев [3].

Способность вторичных вредителей поселяться только на ослабленных деревьях обусловлена тем, что древесные породы в процессе своего исторического развития выработали защитную реакцию, противостоящую заселению этими вредителями. У сосны, как и у других хвойных пород, такой защитной реакцией является выде-

ление живицы из пораженных смолоходов. При поражении смолоходов живица вытекает через рану тем быстрее и обильнее, чем выше давление смолохода. Давление в опораживающемся смолоходе поддерживается тем, что клетки выстилающего эпителия постепенно расправляются и, заполняя полость смолохода, давят на живицу. Клетки эпителия расправляются за счет воды, которая поступает из трахеид, окружающих смолоход [3].

Отсюда становится понятным, что все факторы, нарушающие водоснабжение дерева и его частей, прежде всего, должны сказаться на интенсивности выделения живицы, то есть, на степени защищенности дерева от нападения вторичных вредителей. Попытки проложить ходы в жизнеспособных деревьях оканчиваются для короedов обычно неудачно. Они или бросают попытку поселиться на дереве, или гибнут, будучи залиты живицей [4].

Здоровые и ослабленные в недостаточной степени деревья стволовые вредители не заселяют. Об этом свидетельствует тот факт, что в куртинах сплошного усыхания всегда имеется некоторое количество внешне здоровых, не тронутых стволовыми вредителями деревьев, которые в силу своих генетических качеств или микроусловий роста смогли противостоять воздействию негативных факторов, противостоять заселению различными вредителями и болезнями [6].

Третьим фактором массового усыхания сосны обыкновенной являются опенок и корневая губка. Эти болезни являются серьезной причиной в процессе ослабления или даже усыхания древостоев. По внешнему виду очаги корневой губки и опенка похожи. Усыхание носит куртинный характер. При заболевании этим «недугом» в центре куртин в результате выпадения усохших деревьев образуются так называемые «окна». По краям «окон» процесс ослабления и усыхания здоровых деревьев постепенно продолжается [2].

Особо следует отметить массовое распространение в сосновых культурах в возрасте от 11 до 40 лет соснового подкорного клопа. Усыхание древостоев от клопа невелико, но в ослабление древостоев в жестких лесорастительных условиях клоп играет значительную роль. Максимальная плотность клопа наблюдается на деревьях, относящихся к категории ослабленных. На сильно ослабленных деревьях численность его несколько падает, поскольку он начинает мигрировать на незаселенные здоровые деревья и концентрируясь на них, приводит их к ослаблению [10].

Все указанные причины в большинстве случаев оказывают губительное воздействие на древостои не по отдельности, а в комплексе, в различных сочетаниях, где на первое место всегда приходит климатическая засуха [5].

По мнению многих авторов усыхание сосновых насаждений может происходить также в результате: остепнения и неблагоприятных почвенно-грунтовых условий в несомкнувшихся культурах, несвоевременного проведения рубок ухода в насаждениях (осветление, прореживание, проходные и т.д.), ошибок в агротехнике и посадке лесных культур при изменении водного и водносолевого режима почвенных условий, неблагоприятной ди-

намики климатических условий [9], недостаточной влагообеспеченности насаждений [7], жестких почвенных условий и других прямых и косвенных причин.

При мониторинге самого большого по площади гидроотвала Березовый лог в течение последних 35 лет [5,8], созданного на 90% из культур сосны обыкновенной, возникла необходимость тщательного изучения патологического состояния древостоев различного возраста [10, 11].

#### Список литературы

- 1 Алимов, Н.И. Причины депрессии сосняков на Придонских песках Юго- Востока России [Текст] / Н.И. Алимов // Лесное образование. Наука и хозяйство: сб. докл. научн.-практ. конферен. / Академия наук Республики Башкортостан.- Уфа 2003.- С. 127- 133.
- 2 Артюховский, А.К. К вопросу создания в очагах корневой губки сосновых насаждений, устойчивых к грибной инфекции [Текст] / А.К. Артюховский, В.Н. Скрыпников, Ю.Ф. Арефьев // Сосновые леса России в системе многоцелевого лесопользования. – Воронеж, 1993. – С. 76 – 78.
- 3 Бондарев, В.Я. Подсочка леса [Текст] / Я.В. Бондарев и др. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 232 с.
- 4 Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева [Текст] / Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 256 с.
- 5 Дюков, А.Н. Критерии биологической устойчивости защитных лесных насаждений сосны обыкновенной на техногенных ландшафтах [Текст] /А.Н.Дюков, Т.А.Малинина//Современные проблемы оптимизации зональных и нарушенных земель: мат. междунар. науч. – практ. конф., посвящ. 40-летию Воронежской школы рекультиваторщиков, 21-24 октября 2009 г под ред. проф. Я.В.Панкова; ФГОУ ВПО «ВГЛТА», - Воронеж, 2009. – С. 41 – 44.
- 6 Зюзь, Н.С. Повышение засухоустойчивости сосновых молодняков [Текст] / Н.С. Зюзь // Лесн. хоз-во – 1978. - № 3. – С. 38- 40.
- 7 Красулин, Н.П. О сообщаемости годичных слоев древесины в связи с водным балансом дерева [Текст] / Н.П. Красулин // Физиологические исследования древесных пород: Сб. научн. трудов. – Красноярск: СО АН СССР, 1985. – С. 40 - 45.
- 8 Малинина, Т.А. Мониторинг роста и состояния сосны обыкновенной на упорной призма гидроотвала Березовый лог [Текст] /Т.А.Малинина, Н.А.Харченко// Приоритетные направления развития науки и технологий: докл. Всеросс. Научн. - практ. конф.; под общ.ред. чл.-корр. РАН В.П.Мешалкина. - Тула: изд-во ТулГУ, 2008. - С. 18 - 21.
- 9 Рубцов, В.И. Культура сосны в лесостепи [Текст] / В.И. Рубцов. - М.: Лесная промышленность, 1969. - 285 с.
- 10 Тропин, И.В. Сосновый клоп и борьба с ним [Текст] / И.В. Тропин. - М., Гослесбумиздат, 1949. - 58 с.
- 11 Харченко, Н.А. Особенности экологии соснового подкорного клопа в условиях Центральной лесостепи [Текст] / Н.А. Харченко // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: материалы регион.науч.-произв. конф. Белоруссии и Прибалтийских республик, Минск, 13-14 сент. 1984 г. - Минск, 1985. - С. 158 - 159.

## БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АРБУЗА В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

**Никулин Михаил Сергеевич**

кандидат с.-х. наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

**Конотопская Таисия Михайловна**

кандидат с.-х. наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

### BIOPOWER EVALUATION TECHNOLOGY OF CULTIVATION WATERMELON VOLGOGRAD ZAVOLZHJA

*Nikulin Mikhail Sergejevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Volgograd State Agricultural University, Volgograd*

*Konotopskaya Taisia Mikhailovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Volgograd State Agricultural University, Volgograd*

#### АННОТАЦИЯ

*Изучены новые агротехнические приемы возделывания столового арбуза в условиях Волгоградского Заволжья. Выявлена зависимость урожайности арбуза от содержания элементов минерального питания, развития болезней и сорняков. На основании биоэнергетической оценки производству рекомендованы новые элементы технологии получения высоких урожаев арбуза.*

#### ABSTRACT

*Learn new farming techniques of cultivation table watermelon under the Trans-Volga Volgograd. The dependence of the yield of watermelon on the content of mineral elements, the development of diseases and weeds. Based on the assessment of bioenergy production of new elements recommended technology for obtaining high yields of watermelon.*

*Ключевые слова:* почвенно-климатические условия, обработка почвы, удобрение, засоренность, заболевания арбузов, гербициды, фунгициды, энергетическая эффективность, затраты энергии, коэффициент энергетической эффективности.

*Keywords:* soil and climatic conditions, tillage, fertilizer, pollution, diseases of watermelons, herbicides, fungicides, energy efficiency, energy costs, energy efficiency ratio.

Многолетними исследованиями проведенными авторами в зоне Заволжья Волгоградской области установлено, что при достаточном запасе влаги в почве, особенно в глуболежащих слоях, процесс роста плодов арбуза происходит интенсивно и при засушливой погоде. В этих случаях, как правило, плоды образуются с большой абсолютной массой. Продолжительность и интенсивность процесса нарастания плодов у арбуза зависит от степени обеспеченности растений влагой в этот период. С помощью агротехнических приемов, как применение средств химизации, позволяющих улучшить водоснабжение растений, можно вмешиваться в процесс образования и налива плодов и добиться высокого урожая арбузов.

Решающим показателем для оценки исследуемых приемов технологии возделывания арбуза является величина урожайности. Улучшение технологии возделывания арбуза в Волгоградском Заволжье связано с внедрением средств химизации, направленных на борьбу с болезнями, сорняками и оптимизацию питания растений. Эффективность применения средств химизации повышается

и за счет мероприятий по накоплению и экономному использованию влаги на формирование урожая.

Результаты исследований по эффективности применения средств химизации в технологии возделывания арбуза в 2010 – 2014 гг. представлены в таблице 1. Анализируя данные которой можно отметить, что почвы Волгоградского Заволжья способны обеспечить урожай арбузов в пределах 17,0 т/га. Дальнейший рост производства этой культуры требует капиталовложений на борьбу с болезнями арбуза, сорняками, а также повышения плодородия почв.

За годы исследований установлено, что отвальная вспашка почвы имеет преимущество перед безотвальной основной обработкой, которое выразилось в дополнительном урожае в 0,7 т/га.

Применение фунгицидов (акробат МЦ + сера) ослабило последствия заболеваний арбуза: антракноза и мучнистой росы. В результате дополнительный урожай исследуемой культуры возрос на 1,9 т/га на всех изучаемых видах обработки почвы.

Таблица 1

Урожай арбуза в зависимости от обработки почвы и средств химизации (среднее 2010-2014 гг.)

Варианты опыта	Урожай, т/га	Прибавка от средств химизации и, т/га			
		Всего	в т.ч. от		
			фунгицидов	гербицидов	N115K42
Отвальная вспашка					
Контроль без средств химизации	17,2				
Фунгициды	19,1	1,9	1,9		
Гербициды	21,8	4,6	1,9	2,7	
N115K42	26,2	9,0	1,9	2,7	4,4
Безотвальная вспашка					
Контроль без средств химизации	16,5				
Фунгициды	18,4	1,9	1,9		
Гербициды	20,6	4,1	1,9	2,2	
N115K42	24,3	7,8	1,9	2,2	3,7

Дальнейший рост урожайности арбуза обеспечило внедрение в технологию выращивания химической прополки путем внесения гербицидов трефлан и тарга. Эти средства химизации увеличили производство арбуза на 2,7 т/га по основной обработке с применением плуга и на 2,2 т/га при безотвальной обработке почвы.

Наибольшая отдача получена при внесении минеральных удобрений. В среднем за 4 года исследований дополнительный урожай от них составил по отвалу 4,4 т/га, а по вариантам, расположенных по рыхлению стойкой СибиЭМ, только 3,7 т/га. Очевидно, заделка удобрений предплужником повышает их эффективность [2, 5, 7].

В сумме средства химизации, внесенные под арбуз, повышают урожайность на 9,0 т/га при отвальной вспашке и 7,8 т/га по безотвальной. Получение планируемой урожайности арбуза в 25 т/га в условиях Волгоградского Заволжья возможно только при внедрении в технологию

производства средств химизации: фунгицидов, гербицидов и минеральных удобрений на планируемый урожай [3, 4, 8].

Интенсификация сельскохозяйственного производства практически всегда сопровождается ростом энергетических затрат. В экономически развитых странах увеличение производства в сельскохозяйственном секторе экономики на один процент, сопровождается ростом энергозатрат на 2...3 процента. При высокомеханизированном сельском хозяйстве происходит усиленное использование промышленной энергии, что позволяет добиваться высокого уровня производства при минимальных затратах ручного труда. В результате энергоотдача полученной сельскохозяйственной продукции на каждую расходуемую калорию искусственной энергии невелика и в лучшем случае может составлять 1-3 калории.

Основная доля промышленной энергии, потребляемой при сельскохозяйственном производстве, приходится на производство минеральных удобрений, ГСМ и орошение.

Биоэнергетическая оценка, существующая, в современном бахчеводстве позволяет выделить наиболее энергоемкие операции и обосновать ресурсосберегающие агроприемы возделывания бахчевых культур.

С энергетической точки зрения технология считается эффективной, если обеспечивается условие: соотно-

шение энергии, полученной в хозяйственно – ценной части урожая и израсходованной совокупной энергии на производство данного вида продукции, больше или равно единице.

Рассматриваемая технология производства арбузов в богарных условиях состоит из ряда технологических операций, далеко не равноценных между собой по производимым энергозатратам. Энергетическая оценка исследуемых систем обработок почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Энергетическая оценка эффективности обработок почвы под арбуз (среднее 2010 – 2014 гг.)

Система обработки почвы	Урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, МДж	Энергия хозяйственно-ценной части урожая, МДж	Энергетический коэффициент
Отвальная	17,2	7353	25628	3,48
Безотвальная	16,5	6469	24585	3,80

В среднем за годы исследований наблюдается небольшое снижение урожайности арбуза по безотвальной обработке почвы, на 0,7 ц/га. Затраты совокупной энергии при отвальной обработке почвы выше чем при использовании сибирской стойки. В этой системе обработки почвы отсутствует, как звено технологии, лущение стерни. Использование для вспашки зяби вместо плуга стойки СибиЭМ также снижает энергозатраты.

Для расчета совокупной энергии, затраченной на производство, пользовались эквивалентами, условно разделенными на четыре группы: основные средства, оборотные средства производства, конный и ручной инвентарь, трудовые ресурсы [1].

Отвальная обработка почвы, повышая урожай арбузов, увеличивает и энергетическую ценность. Повышение урожайности, в свою очередь увеличило затраты совокупной энергии. Энергетический коэффициент обработки почвы довольно высок, ввиду высокой энергетической ценности арбуза. За четыре года исследований отмечено снижение энергетического коэффициента на 9% по отвальной обработке. Применение минимальной обработки почвы и совмещение нескольких операций в одну является одним из направлений ресурсосбережения.

Внедрение новых элементов анализируемой технологии должно сопровождаться биоэнергетической эффективностью. Ниже дана энергетическая оценка применения под арбуз фунгицидов, гербицидов и минеральных удобрений (таблица 3).

Таблица 3

Энергетическая оценка эффективности применения средств химизации под арбуз (среднее 2010 – 2014 гг.)

Об-раб. почвы	Внесено средств химиз.	Ур-сть, т/га	Прибавка урожая, т/га	Энергия доп. прод, МДж/га	Энергетические затраты, МДж/га	Биоэнергетический КПД
Фунгициды (акробат МЦ + сера)						
Отвальная	Б/ф	17,2				
	Фунгиц.	19,1	1,9	2831	1014	2,79
Безотвальная	Б/ф	16,5				
	Фунгиц.	18,4	1,9	2831	1014	2,79
Гербициды (трефлан + тарга)						
Отвальная	Б/г	19,1				
	Гербиц.	21,8	2,7	4023	1336	3,01
Безотвальная	Б/г	18,4				
	Гербиц.	20,6	2,2	3278	1234	2,65
Минеральные удобрения						
Отвальная	Б/у	21,8				
	N115K42	26,2	4,4	6556	5104	1,28
Безотвальная	Б/у	18,4				
	N115K42	24,3	3,7	5513	4944	1,11
Средства химизации						
Отвальная	Б/ср. х.	17,2				
	Ср. хим.	26,2	9,0	13410	7454	1,80
Безотвальная	Б/ср.х.	16,5				
	Ср. хим.	24,3	7,8	11622	7194	1,62

Двукратное опрыскивание посевов арбуза акробатом МЦ и коллоидной серы снизило заболеваемость этой культуры, что выразилось в прибавке урожая в 1,9 т/га независимо от обработки почвы. Энергетический коэффициент довольно высок, что объясняется высокой урожайностью арбуза и низкими энергетическими затратами. Применение гербицидов трефлана и тарга на посевах арбуза также связано с невысокими затратами (малая доза, применение опрыскивания) – 1236 МДж/га. Благодаря приличной урожайности, полученной в опытах количество энергии, накопленной в плодах арбуза, достигает свыше 4 тыс. МДж/га.

При сравнении эффективности гербицида на двух типах обработки почвы следует отметить, что бахчевые растения, в частности арбуз, более продуктивны при внесении пестицида по отвальной обработке почвы. Химическая прополка посевов арбуза приводит не только к существенному увеличению выхода продукции с единицы севооборотной площади, но и к росту биоэнергетического коэффициента полезного действия применения гербицидов. Внедрение этого элемента в технологию выращивания арбуза обеспечивает самый высокий энергетический коэффициент, свыше трех по отвалу и 2,65 по безотвальной вспашке[6].

Проведенные нами исследования по эффективности внесения минеральных удобрений под арбузы показывают, что при отвальной обработке почвы прибавка урожая плодов выше, чем при безотвальной обработке. Но энергетические затраты на применение удобрений резко возрастают по сравнению с затратами на внесение пестицидов. По этой причине наблюдается падение значения биоэнергетического КПД применения удобрений до значений чуть больше единицы, что указывает на эффективную технологию с энергетической точки зрения

Исследование технологии возделывания арбуза при внедрении в нее средств химизации (пестициды и минеральные удобрения) показало, что в сумме эти элементы агротехники увеличили не только энергетические затраты на выращивание этой культуры, но и урожай. С повышением урожайности арбуза возросло содержание энергии в продукции от внесения средств химизации. Отсюда биоэнергетический коэффициент был выше еди-

ницы и колебался в среднем в пределах 1,62...1,80 в зависимости от обработки почвы. Значение коэффициента указывает на эффективную технологию возделывания арбуза.

#### Литература

1. Белик, В.Ф. Арбузы на богаре / В.Ф. Белик, Ю.А. Быковский, Н.П. Филиппова // Картофель и овощи. – 1983. - №1. – С. 33...34.
2. Бялый, А.М. Водный режим и влагооборот черноземных почв Юго-Востока: автореф. дисс....д-ра с.-х. наук /А.М. Бялый. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1964. – 37с.
3. Валеева, З.Б. Критический период засоренности посевов овощных и бахчевых культур / З.Б. Валеева, Ш.Б. Байрамбеков, Р.С. Кадралиев //Аграрная наука. – 1993.- №4.- С.23...26.
4. Вокуленко, Р.И. Минеральные удобрения и урожайность арбуза / Р.И. Вокуленко // Картофель и овощи. - 1983.- №4.- С.26 27.
5. Москвичев, А.Ю. Агротехнические приемы при возделывании арбуза в условиях Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, Т.М. Конотопская, М.С. Никулин, М.А. Девятаев // Плодородие. 2010. № 2. С. 20-21.
6. Москвичев, А.Ю. Эффективность средств защиты растений, обработки почвы и удобрения при возделывании арбуза в зоне темно каштановых почв Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, М.С. Никулин, Т.М. Конотопская, М.А. Девятаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса № 1. Волгоград, ИПК «Нива» 2010. – с. 34...41
7. Москвичев, А.Ю. Совершенствование элементов технологии возделывания арбуза в условиях Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, Т.М. Конотопская, М.С. Никулин, М.А. Девятаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса № 1. Волгоград, ИПК «Нива» 2011. С. 55-61.
8. Никулин, М.С. Влияние водного режима почвы и средств химизации на урожай арбуза в условиях Волгоградского Заволжья / М.С. Никулин, Т.М. Конотопская // Евразийский союз ученых № 9 (часть 11). Москва 2014. С. 40-42.

## ВТОРИЧНОЕ ОВОЩЕВОДСТВО. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

**Шуменко Владимир Николаевич**

Канд. тех. наук, Московский Институт Стали и Сплавов, г. Москва

**Шуменко Виктория Владимировна**

Ученица второго класса прогимназии №1819, г. Москва

**Федоренко Максим Алексеевич**

Студент первого курса Московского Государственного Университета Дизайна и Технологии, г. Москва

### SECONDARY VEGETABLE PRODUCTION. ORIGIN AND DEVELOPMENT.

Shumenko Vladimir, PhD, Candidate of Science, associate of professor of Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow

Shumenko Vika, Student of the second-class pro gymnasium №1819, Moscow

Fedorenko Max, First-year student of the Moscow State University of Design and Technology, Moscow

**АННОТАЦИЯ**

Цель – утилизация отходов овощей. Метод – гидропоника. Результат – получение дополнительной пищевой продукции. Выводы: Из некоторых сортов черешкового сельдерея на 2-й год можно получить листовый сельдерей. Из отходов корнеплодов можно получить ботву или семена для последующей посадки. Вторичное овощеводство можно осуществить дома, на космическом корабле или подводной лодке.

**ABSTRACT**

The purpose - recycling vegetables. The method - hydroponics. The result - getting more food. Conclusions: Some varieties of celery petioles the 2nd year, you can get celery leaf. Waste of root crops can be obtained tops or seeds for subsequent planting. Recycled vegetable production can be done at home, in a spaceship or a submarine.

Возникновение вторичного овощеводства, как самостоятельного направления в овощеводстве, произошло случайно.

Ключевые слова: сельдерей; отходы корнеплодов; дом; космический корабль; подводная лодка.

Key words: celery; waste of roots; home; spaceship; submarine.

В 2010 году четырех летний ребенок поставил в воду остаток (головку?) от черешкового сельдерея, куп-

ленного в магазине. Мы не обратили на это внимание. Однако, через 3 недели на нем образовались корни и зеленые листья, рисунок 1.



Рисунок 1. Образование корней и листьев сельдерея. 27.03.2010г.

Для сознательного повторения эксперимента, 28 марта 2010 года в магазине было куплено два пакета черешкового сельдерея производства Израиль, рисунок 2, 3.

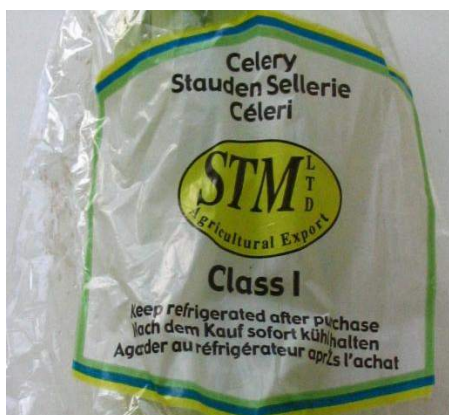


Рисунок 2. Упаковка черешкового сельдерея. 28.03.2010г.



Рисунок 3. Упаковка черешкового сельдерея. 28.03.2010г.

Мы не знаем какого сорта был черешковый сельдерей. Возможно Танго? Мы можем назвать точно только поставщика. Поставщик этого сельдерея ООО «ЕВРОМИКС» (Москва).

Из этих упаковок были выделены остатки, которые 31 марта 2010 года юный натуралист поставила в воду, рисунок 4.

Это событие могло бы остаться не замеченным, если бы не знать, что сельдерей – это двух летнее растение.

И если считать, что на первом году оно образует черешки - в качестве продукта питания, а на второй год должно давать цветочный стебель, цветы и семена, то полученные результаты вносят существенную поправку в сложившееся представление для данного сорта сельдерея.

Это новизна мирового значения.

Остаток черешкового сельдерея из Испании, как было установлено позже, ведет себя по правилам, т. е. образует корни, дает стебель, цветы и семена.

Вопрос читателю. Кого нужно считать основателем направления вторичное овощеводство? Ребенка, который поставил эксперимент и получил неожиданный результат?

(Примечание авторов: Мы не нашли ни в Интернете, ни в СМИ упоминаний специалистов о том, что головка и шейка сельдерея или корнеплодов пригодна для возникновения корней и последующего развития растений.)



Рисунок 4. Посадка в воду остатка черешкового сельдерея. 31.03.2010г.

Или того, кто обратил внимание на результат эксперимента и описал его?

Или, по Божьему научению, мы, оба?

Ребенок поставил в воду остаток растения, а мы заметили и оценили результат.

На рисунке 5 листовый сельдерей, выращенный из остатков черешкового сельдерея, производства Израиль на разных стадиях развития. Поставщик ООО «ЕВРОМИКС».



Рисунок 5. Листовой сельдерей на разных стадиях развития. 22.05.2010г.

В дальнейшем мы провели эксперименты с сельдереем, поступившим из Германии [1, с. 9, 11], поставщик ООО ГУД ФРУТ (Москва), рисунок 6.

Сорт сельдерея указан на пакете – “Pascual” (Паскаль).

Результат оказался тождественным, мы получили листовый сельдерей.

Второй соавтор данной работы в 2011 г. был студентом Московского Авиационного института и учитывая, что космонавт Максим Сураев занимался выращиванием

растений,

<http://www.dni.ru/society/2010/9/2/198326.html>, то Федоренко М.А. проявил интерес и присоединился к нашим экспериментам.

Известно, что черешковый сельдерей культивируют в основном во Франции, Италии и Испании, то авторы провели эксперименты с черешковым сельдереем поставленным в Россию из Испании. На рисунке 7 черешковый сельдерей из Испании. Поставщик ЗАО «Свежие фрукты», Импортер ООО «Фруктомания».



Рисунок 6. Черешковый сельдерей из Германии. 09.07.2010г.



Рисунок 7. Сельдерей производства Испании. 09.05.2011г.

Остаток черешкового сельдерея производства Испании представлен на рисунке 8. За стеблем линейка, по которой можно измерить высоту остатка черешкового сельдерея.

Остаток отличается по размеру и форме от черешков, оставшихся от сортов, выращенных в Израиле

и Германии. Последние имеют явно выраженную головку и шейку, рисунки 4, 5. На рисунке 9 развитие «испанского» растения.

На рисунке 10 возникновение корней на «испанском» сельдерее.





Рисунок 8. Остаток черешкового сельдерея из Испании. 09.05.2011г.



Рисунок 9. Развитие растения 28.05.2011г.

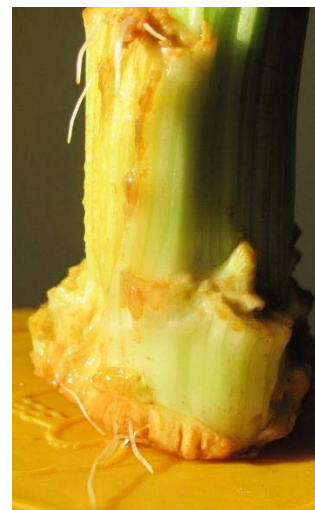


Рисунок 10. Места возникновения корней. 31.05.2011г.

Корни возникли на торце (как у «израильского» и «германского» сортов) и на стебле. Дальнейшее развитие соответствует двух летнему растению. На рисунке 11 образование цветочных стеблей.



Рисунок 11. Образование цветочных стеблей. 07.06.2011г.

Вместо заключения. Авторы получили дополнительную продукцию от утилизации корнеплодов: репы [2, с. 13, 14], редьки [2, с. 15, 16], моркови [2, с. 10-12], красной свеклы [2, с. 9, 10], редиса [3, с. 6-9]. Репчатого лука [5, с. 16-20]. Зеленого лука [4, с. 16-19], [6, с. 26].

#### Литература

1. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А. Вторичное овощеводство или увеличение массы собранного урожая. Единая технология выращивания листового сельдерея из части корня и нескольких листьев срезанного черешкового сельдерея. М.: НПО Слав, г. Владимир. Депонировано в ВИНТИ РАН, 2011. № 373 – 28 с.
2. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А. Вторичное овощеводство. Единая технология утилизации отходов корнеплодов. М.: НИТУ МИСиС. Депонировано в ВИНТИ РАН, 2014. № 104 – 23 с.
3. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А. Вторичное овощеводство. Единая технология двойного использования корнеплодов редиса. М.: НПО Слав, г. Владимир. Депонировано в ВИНТИ РАН, 2011. № 374 – 20 с.
4. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А. Вторичное овощеводство или увеличение массы собранного урожая. Единая технология выгонки зеленого лука на перо. М.: НПО Слав, г. Владимир. Депонировано в ВИНТИ РАН, 2011. № 372 – 24 с.
5. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А. Вторичное овощеводство. Единая технология утилизации отходов репчатого лука. М.: НИТУ МИСиС. Депонировано в ВИНТИ РАН, 2014. № 103 – 27 с.
6. Shumenko V., Shumenko V., Fedorenko M. Secondary Vegetable Growing, сб. научных работ V Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований». Часть 6. Москва 29-30 августа 2014. с. 24 – 27.

7. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А., сб. научных работ IV Международной научно-практической конференции «Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия». Часть 3, №4. Новосибирск 19-20 сентября 2014, с.165 – 168.
8. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А., сб. научных работ VIII Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований». Часть 10, № 8 Москва 28-29 ноября 2014, с. 101 – 105.
9. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А., сб. научных работ IV Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки, технологии и производства». № IV Санкт-Петербург, 27-30 декабря 2014, с. 89 – 94.
10. Шуменко В.Н., Шуменко В.В., Федоренко М.А., сб. научных работ V Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». № 5 Санкт-Петербург, 27-30 декабря 2014, с. 47 – 51.

## СОРТА ЧЕРЕШНИ СЕЛЕКЦИИ МЕЛИТОПОЛЬСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ САДОВОДСТВА ИМЕНИ М.Ф. СИДОРЕНКО ИНСТИТУТА САДОВОДСТВА НААН

**Туровцева Наталья Николаевна**

*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Мелитопольский государственный педагогический, университет имени Богдана Хмельницкого, г. Мелитополь*

**Пюрко Ольга Евгеньевна**

*кандидат биологических наук, доцент, Мелитопольский государственный педагогический, университет имени Богдана Хмельницкого, г. Мелитополь*

**Васин Виктор Анатольевич**

*кандидат биологических наук, старший преподаватель, Мелитопольский государственный педагогический, университет имени Богдана Хмельницкого, г. Мелитополь*

**Писанец Зореслава Григорьевна**

*старший преподаватель, Мелитопольский государственный педагогический, университет имени Богдана Хмельницкого, г. Мелитополь*

### SWEET CHERRY VARIETIES OF MELITOPOL EXPERIMENTAL STATION OF HORTICULTURE NAMED AFTER M.F. SIDORENKO SELECTION OF NAAN HORTICULTURE INSTITUTE

*Turovtseva Natalya Nikolayevna, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky, Melitopol*

*Pyrko Olga Evgenyevna, Candidate of Biological Sciences, associate professor, Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky, Melitopol*

*Vasin Viktor Anatolyevich, Candidate of Biological Sciences, Senior lecturer, Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky, Melitopol*

*Pisanets Zoreslava Grigoryevna, Senior lecturer, Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky, Melitopol*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье представлены результаты изучения сортов черешни Мелитопольской опытной станции садоводства имени М.Ф. Сидоренко Института садоводства НААН в условиях юга Украины по урожайности, качеству плодов, устойчивости к факторам внешней среды. Приводится краткое описание 10 перспективных сортов черешни.*

#### ABSTRACT

*The article presents the results of cherries studying of Melitopol experimental station of horticulture named after M.F. Sidorenko selection of NAAN horticulture Institute breeding in southern Ukraine conditions on productivity, fruits quality, and stability to unfavorable conditions of environment. Short descriptions of 10 perspective cherries sorts are presented.*

*Ключевые слова: черешня; сорт; урожайность; плоды; засухоустойчивость; зимостойкость.*

*Keywords: cherries; sort; productivity; fruits; drought tolerance; winter hardiness.*

Для увеличения производства плодов огромное значение имеет сорт. Получение максимального количества продукции с гектара зависит в значительной мере от внедрения высокоурожайных, зимо- и засухоустойчивых сортов, пригодных для переработки и механизированной уборки.

Особое место на юге Украины занимает черешня. Она открывает фруктовый сезон уже в III декаде мая.

Плоды черешни отличаются высокими вкусовыми качествами в свежем виде и в виде продуктов переработки – компотов, варенья, сушки.

Плоды черешни являются диетическим продуктом питания и источником биологически активных веществ. Они содержат витамины С, В1, В2, В9 и Р-активные соединения.

Из сахаров в плодах преобладают легкоусвояемые моносахара, которые служат источником быстрого образования гликогена, необходимого организму при больших физических перегрузках. Из кислот преобладают яблочная, янтарная и молочная. Пигментные, ароматические и дубильные вещества, не имеющие питательной ценности, оказывают благоприятное влияние на усвоение пищи в процессе пищеварения.

Плоды ее также богаты основаниями, выполняющими нейтрализующую функцию в обмене веществ у человека в отношении продуктов питания с избыточным содержанием кислоты.

Отличаясь ежегодной высокой урожайностью, черешня быстро возмещает произведенные на посадку садов затраты и является источником значительных доходов. Дальнейшее распространение площадей под черешней зависит от результатов селекционной работы, поскольку сорт решает успех всего дела [5].

В настоящее время в Государственном реестре сортов растений Украины находится большое количество сортов, созданных трудом украинских селекционеров. Наиболее значительные успехи в селекции черешни достигнуты на Мелитопольской опытной станции садоводства имени М.Ф. Сидоренко Института садоводства НААН.

В Государственном реестре за 2015 год находится 44 сорта черешни селекции опытной станции, что составляет 62% от числа сортов, включенных в Реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине [1].

Методика и объекты исследований. С целью глубокого изучения сортовых особенностей черешни на Агробиологическом комплексе Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого в 2001 году был заложен сад, состоящий из 26 сортов черешни селекции Мелитопольской опытной станции садоводства им. М.Ф. Сидоренко Института садоводства НААН. Из них 11 сортов черешни были включены в Государственный реестр сортов растений Украины за период с 1954 по 2002 годы – Анонс, Дилемма, Валерий Чкалов, Сказка, Искра, Удивительная, Июньская ранняя, Талисман, Романтика, Крупноплодная, Мелитопольская черная; 5 сортов – Зодиак, Любимица Туровцева, Темпо-рион, Тотем и Эра за период с 2005 по 2007 год и 10 перспективных сортов - Эффектная, Удача, Авангард, Бигарро Туровцева, Сеянец Туровцева, Новинка Туровцева, Модная, Трудовая, Визитка и Памятная.

Исследования проводились согласно общепринятым методикам (Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Орел, 1995; Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Мичуринск, 1973) [2,3].

С производственно-биологической характеристикой сортов, районированных за период с 1954 по 2002 гг., можно ознакомиться в книге «Районовані сорти плодкових і ягідних культур селекції Інституту зрошуваного садівництва» и в «Атласе перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины» [4,5].

Результаты исследований. В данной статье приводим описание 10 перспективных сортов.

Селекционеры сортов: Н.И. Туровцев, В.А. Туровцева.

Сорт Эффектная. Дерево большое, быстрорастущее. Крона шаровидная, приподнятая, средней густоты. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Средняя урожайность 149,5 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, массой 8-10 г, сердцевидной формы. Плодоножка средняя, хорошо отделяется от ветки. Прикрепление к косточке непрочное. Отрыв сухой. Окраска плода темно-красная. Подкожных точек серого цвета много, но они малозаметные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, кисло-сладкая, полухрящеватая. Сок темно-красный. Косточка круглая, средняя, свободная. Дегустационная оценка свежих плодов 5 баллов. Созревают 10-12 июня, универсального назначения.

Сорт Удача. Дерево большое, быстрорастущее. Крона раскидистая, средней густоты. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Урожайность достигает 138 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, средней массой 8-9 г. Форма плода округло-сердцевидная. Плодоножка средняя, легко отделяется от ветки. Прикрепление к косточке непрочное, отрыв сухой. Окраска плода темно-красная. Подкожных точек серого цвета много, но они малозаметные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть красная с белыми прожилками, сочная, кисло-сладкая, хрящеватая. Сок красный. Косточка средняя, округлая, свободная. Дегустационная оценка свежих плодов 4,5 балла. Созревают 26-28 июня, универсального назначения.

Сорт Авангард. Дерево большое, быстрорастущее. Крона раскидистая, приподнятая, средней густоты. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Урожайность достигает 151 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, средней массой 9-10 г. Форма плода сердцевидная. Плодоножка средняя, легко отделяется от ветки. Прикрепление к косточке непрочное, отрыв от плода сухой. Окраска плода темно-красная. Подкожных точек серого цвета много, но они малозаметные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая. Сок темно-красный. Косточка средняя, округлая, свободная. Дегустационная оценка свежих плодов 4,6 балла. Созревают 22-23 июня, универсального назначения.

Сорт Бигарро Туровцева. Дерево большое, быстрорастущее. Крона шаровидная, приподнятая. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Урожайность достигает 158 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, средней массой 9-11 г. Форма плода сердцевидная. Плодоножка средняя, легко отделяется от ветки. Прикрепление к косточке непрочное, отрыв сухой. Окраска плода темно-красная. Подкожных точек серого цвета много, но они малозаметные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая, кисло-сладкая. Сок темно-красный. Косточка свободная, средняя, округлая. Дегустационная оценка свежих плодов 5 баллов. Созревают 28-30 июня, пригодны для приготовления высококачественных продуктов переработки и отличаются хорошей транспортабельностью.

Сорт Сеянец Туровцева. Дерево большое, быстрорастущее. Крона раскидистая, густая, приподнятая. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Средняя урожайность достигает 146 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, средней массой 10-12 г. Форма плода сердцевидная. Плодоножка средняя, легко отделяется от ветки, прикрепление к косточке непрочное, отрыв сухой. Окраска плода темно-красная. Подкожных точек серого цвета много, но они малозаметные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая. Сок темно-красный. Косточка средняя, округлая, свободная. Дегустационная оценка свежих плодов 5 баллов. Созревают 23-24 июня, отличаются хорошей транспортабельностью и универсальностью использования.

Сорт Модная. Дерево большое, быстрорастущее. Крона раскидистая, средней густоты. Зимостойкое и засухоустойчивое. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Привитые деревья вступают в плодоношение на 4 год после посадки в сад. Урожайность достигает 138 ц/га.

Плоды крупные, одномерные, средней массой 9-10 г, сердцевидной формы. Плодоножка средняя, хорошо отделяется от ветки, прикрепление к косточке непрочное. Окраска плода розово-желтая. Подкожных точек белого цвета много, но они малозаметны. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть кремовая, сочная, хрящеватая, кисло-сладкая. Сок бесцветный. Косточка круглая, средняя. Дегустационная оценка свежих плодов 5 баллов. Созревают 18-20 июня. Пригодны к столу и всех видов переработки.

Сорт Новинка Туровцева. Дерево большое, быстрорастущее. Крона раскидистая. Сорт зимо- и засухоустойчивый. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Урожайность достигает 195 ц/га.

Плоды округло-сердцевидной формы, средней массой 10-12 г, темно-красные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая. Сок темно-красный. Вкус кисло-сладкий. Дегустационная оценка свежих плодов 4,9 балла. Косточка средняя, округлая, свободная. Плоды созревают 10-15 июня, отличаются высокой транспортабельностью, универсального назначения.

Сорт Трудовая. Дерево большое, с раскидистой кроной. Сорт зимостойкий и засухоустойчивый. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Урожайность достигает 185 ц/га.

Плоды сердцевидной формы, средней массой 9 г, темно-красные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая, кисло-сладкая. Косточка средняя, округлая, свободная. Дегустационная оценка свежих плодов 4,8 балла. Плоды созревают 7-15 июня, универсального назначения.

Сорт Визитка. Дерево большое, с раскидистой кроной. Сорт зимостойкий и засухоустойчивый. Плодоносит на однолетнем приросте и на букетных веточках. Урожайность достигает 180 ц/га.

Плоды сердцевидной формы, массой 8,5 г, темно-красные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая. Сок темно-красный. Вкус кисло-сладкий. Дегустационная оценка свежих плодов 4,8 балла. Плоды созревают 12-15 июня, транспортабельные, универсального назначения.

Сорт Памятная. Дерево большое, с раскидистой кроной. Сорт зимостойкий и засухоустойчивый. Плодоносит на букетных веточках и однолетнем приросте. Урожайность достигает 161 ц/га.

Плоды сердцевидной формы, массой 9-10 г, темно-красные. Кожица средней толщины, с плода снимается легко. Мякоть темно-красная, сочная, хрящеватая. Сок темно-красный. Вкус кисло-сладкий. Дегустационная оценка свежих плодов 4,8 балла. Косточка средняя, округлая, свободная. Плоды созревают 9-12 июня, универсального назначения.

Вывод. Изученные новые перспективные сорта черешни Эффектная, Удача, Авангард, Бигарро Туровцева, Сеянец Туровцева, Модная, Новинка Туровцева, Трудовая, Визитка, Памятная обладают ежегодной высокой урожайностью и качеством плодов.

#### Литература

1. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (реєстр є чинним станом на 16.02.2015). – Київ, 2015.
2. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / [под общ. ред. Е.Н. Седова]. – Орел: издательство ВНИИСПК, 1995. - 502 с.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / [под общ. ред. Г.А. Лобанова]. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В.Мичурина, 1973. - 496 с.
4. Районовані сорти плодкових і ягідних культур селекції Інституту зрощуваного садівництва: Довідник / За ред. М.І. Туровцева, В.О. Туровцевої. – К.: Аграрна наука, 2002. - 72 іл., 148 с.
5. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины [под ред. В.П.Копаня]. – Киев, 1999. – 454 с.

## УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОРТОВ ДОННИКА НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ КАЗАХСТАНСКОГО ПРИАРАЛЬЯ

**Жумадилова Ж<sup>1</sup>Ж.Ш.,**

<sup>1</sup> Магистр сельскохозяйственных наук. Филиал «Прикладная микробиология» РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК. Кызылорда, Казахстан

**Мухамбетов Б.,**

Доктор сельскохозяйственных наук. «Атырауский филиал» ТОО «Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства». Атырау. Казахстан

**Абдиева К.М.,**

Кандидат биологических наук. Атырауский государственный университет им. Х.Досмагамбетова.

**Шорабаев Е.Ж.**

Кандидат биологических наук. Филиал «Прикладная микробиология» РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК. Кызылорда, Казахстан

### YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF GRADES MELILOT IN SALINE SOILS KAZAKHSTAN PRIARALYE.

<sup>1</sup>Zh.Sh.Zhumadilova, <sup>2</sup>B.Muhambetov, <sup>3</sup>K.M.Abdieva., <sup>4</sup>E.Zh.Shorabayev

<sup>1</sup>Master of agricultural sciences. Branch "Applied Microbiology" RSE "Institute of Microbiology and Virology" KH MES. Kyzylorda, Kazakhstan

<sup>2</sup>Doctor of agricultural sciences. "Atyrau branch" LLP "South-West Research Institute of livestock and crop production." Atyrau. Kazakhstan

<sup>3</sup>Candidate of biological sciences. Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University

<sup>4</sup>Candidate of biological sciences. Branch "Applied Microbiology" RSE "Institute of Microbiology and Virology" KH MES. Kyzylorda, Kazakhstan

#### АННОТАЦИЯ

Были проведены испытания биологической мелиорации почв Приаралья посредством введения в рисовый севооборот культуры фитомелиоранта - донника. Изучен солевой режим почвы (2012-2014 гг).

Установлено, что при отсутствие полива и агротехнических приемов подготовки почв к посеву, происходит реставрация вторичного засоления почвы. При заливке риса водой происходит выведение солей из пахотного горизонта и их содержание в почвах значительно снижается.

Донник – одна из самых высокоурожайных культур среди многолетних бобовых трав. Его можно возделывать на сено, сенаж и силос, использовать как зеленое удобрение.

Одним из положительных моментов является тот факт, что для этого растения пригодны даже неплодородные земли, включая сыпучие пески и тяжелые солончаковые глины. При этом, как корм для животных донник не уступает по питательности таким растениям как люцерна, клевер, эспарцета, а по содержанию в нем протеина превосходит даже кукурузу.

Сегодня донник считается культурой многоцелевого использования.

В этой связи изучение химического состава кормов, а также урожайности сортов донника на засоленных почвах имеет чрезвычайно важное значение в деле сохранения почвенного плодородия и как корм для сельскохозяйственных животных.

**Ключевые слова:** ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ, ДОННИК, ЛЮЦЕРНА, МИКРООРГАНИЗМЫ, СЕВООБОРОТ, РИС.

#### ABSTRACT

Tests were conducted biological soil reclamation in the Aral Sea region through the introduction of rice crop rotation fitomeliolant - melilot. Studied salt regime of the soil (2012-2014 years).

It was established that in the absence of irrigation and agronomic soil-preparation techniques for planting, restoration occurs secondary soil salinization. When pouring the rice water comes from removal of salts arable horizon and their content in soils is greatly reduced.

Melilot - one of the most high-yielding crops among perennial legumes. It can be cultivated for hay, haylage and silage, used as green manure.

One of the positive aspects is the fact that this plant is suitable for even the barren land, including shifting sands and heavy saline clay. At the same time, as animal feed clover is not inferior in nutritional plants such as alfalfa, clover, sainfoin, but by the content of protein in it surpasses even corn.

Today melilot culture is considered a multi-purpose use.

In this regard, the study of the chemical composition of the feed, as well as yielding varieties of clover in saline soils is essential for the conservation of soil fertility and as feed for farm animals.

**Keywords:** PHYTOMELIORATION, MELILOT, ALFALFA, MICROORGANISMS, CROP ROTATION, RICE.

Актуальность темы. В последнее время при улучшении мелиоративного состояния почв на первый план выдвигаются фитомелиорация, и мелиоративные севообороты. Возделывание солеустойчивых многолетних трав - фитомелиорантов повышает биологическую активность

засоленных почв, улучшает структуру почвы. Фитомелиоранты, в частности донник, оказывают рассоляющее действие на засоленную почву, накапливают биологический азот, обладают высоким кормовым достоинством. Под влиянием корневых выделений фитомелиорантов активизируется деятельность почвенных микроорганизмов,

происходит накопление органических веществ, что, в конечном счете, способствует повышению плодородия почв [1, с. 42., 2, с. 44., 3, с. 40., 4, с. 26]. С этой целью доктор сельскохозяйственных наук Мухамбетов Болат (Атырауский филиал РГП «Юго-Западный НПЦ сельского хозяйства» МСХ РК) создал методом биотипического отбора сортов донника белого «Аркас» и зубчатого «Сарайчик» [5, с. 51].

Материалы и методы исследований. Основным материалом исследований является многолетние травы (люцерна, донник). Анализ водной вытяжки почв проводили в ДГП «Центр физико-химических методов исследования и анализа» РГП КазНУ им. аль-Фараби и в Кызылординском филиале АО «Национальный центр экспертизы и

сертификации», а также химического состава корма проводили в Кызылординском филиале АО «Национальный центр экспертизы и сертификации».

Результаты и их обсуждения

Исследован солевой режим почв под культурами фитомелиоративных мероприятий. Для анализа были отобраны почвенные пробы из рисового севооборота и мелкоделяночного опыта при глубине 0-30 см. Изучались под люцерной и под рисом бессменного посева в рисовом севообороте, а также под сортами донника первого года жизни. Результаты трехлетнего содержания легкорастворимых солей в почве представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Содержание воднорастворимых солей в почве рисового севооборота (при глубине 0-30 см) 2012-2014 гг.

бра зцы пр об	Сухой остаток, %			мг-экв. на 100 г. почвы /%																	
				НСО3-			SO42-			Cl-			Na+			Ca2+			Mg2+		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
юце рна	0,78 0	1,02 4	0,97 8	0,5 5 0,0 34	0,2 0,01 2	0,4 0,03 0	10,0 0,48 0	11,5 0,55 2	12,3 0,38 4	0,31 4 0,01 1	2,3 0,08 1	1,7 0,06 0	2,37 6 0,05 5	3,57 0,08 2	3,5 0,11 9	5,7 0,1 14	4,9 0,09 8	4,5 0,17 5	3,2 0 0,0 38	3,0 0,03 6	3,75 0,21 0
г.ж.	-	0,40 0	0,38 9	-	0,1 0,00 6	0,3 0,01 8	-	5,5 0,26 4	0,21 8	-	0,55 0,01 9	0,6 0,02 1	-	1,07 0,02 5	4,55 0,10 4	-	3,65 0,07 3	3,25 0,06 5	-	1,25 0,01 5	2,75 0,03 3
ис б/п	-	0,40 0	0,38 9	-	0,1 0,00 6	0,3 0,01 8	-	5,5 0,26 4	0,21 8	-	0,55 0,01 9	0,6 0,02 1	-	1,07 0,02 5	4,55 0,10 4	-	3,65 0,07 3	3,25 0,06 5	-	1,25 0,01 5	2,75 0,03 3

Таблица 2

Содержание воднорастворимых солей в почве мелко деляночного опыта (при глубине 0-30 см) 2012-2014 гг.

Об- разцы проб	Сухой остаток, %		мг-экв. на 100 г. почвы /%																	
			НСО3-			SO42-			Cl-			Na+			Ca2+			Mg2+		
	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Донник «Сарай- чик»	1,250	0,54 2	0,52 0,03 1	0,15 0,00 9	0,4 0,03 0	1,80 0,08 6	15,5 0,74 4	14,7 0,18 0	0,11 7 0,00 4	2,8 0,09 9	0,6 0,02 1	0,45 0,02 7	3,76 0,08 7	8,25 0,08 0	3,9 0,0 50	6,6 0,13 2	9,75 0,00 6	1,2 0 30	4,3 0,05 2	6,5 0,17 1
Донник «Ар- кас»	1,908	0,71 8	0,45 0,02 8	0,15 0,00 9	0,5 0,03 0	1,50 0,07 2	6,0 1,24 8	7,1 0,34 1	0,12 7 0,00 5	1,1 0,03 9	2,0 0,07 1	0,55 0,04 7	5,21 0,11 9	5,2 0,12 0	1,0 0 0,0 20	6,5 0,13 0	5,5 0,11	2,0 5 0,0 47	4,5 0,05 4	3,75 0,04 6

Из данных таблицы 1 видно, что содержание легкорастворимых солей в почве под культурами изменяется в значительных размерах. Установлено, осенью 2014 года промытость почвы под рисом бессменного посева составила 0,389% по сухому остатку. Во всех почвенных образцах ионы СО3- не обнаружены. Судя по данным изменения содержания солей в почве под культурами следует отметить, что эти изменения обусловлены тем, что рис заливается высокой оросительной нормой (от 25 до 35 тыс. м<sup>3</sup>/га). Вода стоит в них в течение всей вегетации риса, благодаря чему происходит промывка солей почвы, поэтому содержание солей под рисом гораздо ниже, чем под многолетними травами второго и последующих годов жизни. Травы, как известно, поливаются гораздо меньшей нормой по сравнению с рисом, оросительная норма которых не превышает 2,0-6,0 тыс. м<sup>3</sup>/га. Этого количества оросительной воды недостаточно для предотвращения засо-

ления почвы, поэтому под травами засоление почвы прогрессирует за счет переуплотнения почвы и недостатка воды.

Степень засоления почвы под сортами донника (таблица 2) соответствует сильной и очень сильной степени (1,250-1,908%). Ко второму году жизни под сортами донника степень засоления почвы значительно уменьшилась (0,542-0,718%). Представленные данные показывают рассоляющее действие сортов донника зубчатого «Сарайчик» и белого «Аркас» как лучшего фитомелиоранта.

Донник, по сравнению с люцерной, более засухоустойчив, и его вегетационный период короче, это позволяет без существенного ущерба для продуктивности сократить его оросительную норму. Установлено, что донник зубчатый более солевыносливый, чем другие виды. Проведенные исследования показали возможность улучшения и снижения засоленности почв при использовании

определенных фитомелиорантов - солевывносливых культур, таких как донник зубчатый «Сарайчик» и белый «Аркас».

Донник «Аркас» как раннеспелое растение, не только всходит и отрастает раньше донника «Сарайчик», но и по числу растений, стеблей и высоте оказывается лучшим по сравнению с позднеспелым сортом донника Сарайчик в первом году жизни, а на втором году жизни эта тенденция сохраняется, но по числу стеблей последний превосходит первого не намного.

В таблице 3 приведены показатели роста и продуктивности кормовых культур.

Урожайность трав коррелируется с высотой их роста - чем выше растения, тем больше их продуктивность надземной массы. Несмотря на меньшую густоту стояния растений, и стеблей в единице площади за счет высокого роста урожайность зеленой массы и сена донника оказалась высокой по сравнению с люцерной.

Из данных таблицы 3 видно, что в 2013 году донник 2 года жизни растет лучше, чем люцерна, подтверждением этому служит то, что по сумме трех укосов люцерны обеспечивает продуктивность зеленой массы и сена меньше, чем донник за два укоса. Если люцерна за три укоса обеспечивает урожайность зеленой массы от 578 ц/га, то донник обеспечивает на первом году жизни 976 ц/га зеленой массы за 1 укоса. Еще внушительный разрыв в урожайности сена. Донник почти что больше на 100 ц/га обеспечивает продуктивность сена чем люцерна.

Класс качества по нормам ГОСТа в сене многолетних бобовых трав 1 класса содержит не менее 16% сырого протеина, обменной энергии 9,2 МДж или кормовых единиц 0,68 кг/кг, 2 класса соответственно 13%, 8,8 МДж, 0,62 кг/кг.

Донник «Сарайчик» - это единственный сорт донника, который почти не содержит кумарина - 0,050 %.

Таблица 3

Высота растений и урожайность кормовых культур в рисовом севообороте и мелко деляночном опыте

Культуры	Годы	Длина растения, см			Урожайность зеленой массы /сена, (ц/га)			
		1 укос	II укос	III укос	I укос	II укос	III укос	В сумме
Люцерна 1 г.ж.	2013	62	57	-	112/22,04	96/17,3	-	208/39,7
	2014	54	48	41	268/61.6	169/45.1	141/32.4	578/139.1
Донник «Сарайчик» о/п	2013	109	-	-	416/87,3	-	-	-
	2014	290	-	-	810/202,5	-	-	-
Донник «Аркас» о/п	2013	156	-	-	976/263,5	-	-	-
	2014	300	-	-	750/172,5	-	-	-

Таблица 4

Химический состав сортов донника «Аркас» и «Сарайчик»(2013г)

№	Культуры	Влажность %	Сырой протеин %	Сырая клетчатка %	Азот %	Фосфор %	Калий %	Кальций %	Каротин г/кг	Обм.э н МДж/кг	Корм. Единица
1	Люцерна 2 гж.	6,84	18,75	25,31	3,0	0,33	2,2	1,12	40,38	10,27	0,85
2	Д.«Аркас»	8,6	20,62	25,92	3,85	0,47	2,4	2,4	60,59	10,48	0,89
3	Д.«Сарайчик»	8,58	25,62	21,87	4,1	0,58	2,4	2,16	63,82	11,09	0,99

Результаты химического анализа показали, что по всем показателям донник «Сарайчик» намного выше с по сравнением люцерны.

Выводы. В результате проведенных исследований показано, что в почвах под рисом происходит вымывание солей в нижние слои горизонта, при этом, верхние слои горизонта рассоляются. После прекращения полива риса происходит прогрессирующее засоление почвы. Отмечается переход слабозасоленных почв в среднюю степень засоления. Под культурами сортов донника зубчатого «Сарайчик» и белого «Аркас» происходит рассоление почвы. С 1,250% по сухому остатку до 0,542%.

Проведенные исследования еще раз доказывают, что донники, по сравнению с люцерной, более засухоустойчивы, и их вегетационный период короче, все это в совокупности позволяет без существенного ущерба для продуктивности сократить его оросительную норму.

Солевывносливость донника зубчатого, по результатам наших исследований, выше, чем у других видов.

При насыщении севооборота двумя видами и сортами донника зубчатого «Сарайчик» и белого «Аркас» не только удлиняется продуктивный период сеноуборки, но и за счет технологических особенностей возделывания донников, в частности, за счет возможности удлинения периода посева, уменьшения глубины и нормы высева,

достигается многократное уменьшение в потребности в сельскохозяйственной технике, ГСМ, энергоресурсах и др.

#### Литература

- 1 Саданов А.К. Биологическая активность почв под рисом в связи с оптимизацией их плодородия: автореф. ... доктора биол. наук: - Ташкент, 1993. – 42 с.
- 2 Абжалелов А.Б. Биологическая активность лугово-болотных почв в зависимости от внесения минеральных удобрений и растительных остатков: автореф. ... доктора биол. наук:– Алматы., 1999. – 44 с.
- 3 Канатбаева М.А. Биологическая активность вторично-засоленных лугово-болотных почв при фитомелиорации// автореф. ...кандидата биол. наук:– Алматы., 1994. – 40 с.
- 4 Нурымова Р.Д. Технологические приемы возделывания донника в рисовом сеообороте в условиях Приралья: автореф. ... кандидата с/х наук: - Алматы., 2007. – 26 с.
- 5 Мухамбетов Б. Научные основы подбора кормовых культур и технологии их возделывания на засоленных землях Прикаспийской низменности: автореф. ... доктора с/х наук: - Алматы, 2010. – 51 с.



# ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

## БАЗОВЫЕ ФОРМУЛЫ ЦВЕТА В ЭКРАННОМ ИСКУССТВЕ 2000-2014 ГОДОВ

*Конфедерат Ольга Владимировна*

*кандидат культурологии, доцент, Челябинский Государственный Университет, г. Челябинск*

*THE BASIC FORMULAS OF COLOR IN THE SCREEN ARTS OF 2000-2014*

*Confederat Olga, Candidate of Science, assistant professor of Chelyabinsk State University, Chelyabinsk*

### АННОТАЦИЯ

*Цель статьи – систематизировать практику применения цвета в современном экранном искусстве. Путем анализа, описания и классификации выделены десять типов экранного цветового образа. Из их числа выведены три формулы цвета, обобщающие разнообразие цветовых решений на основании базового принципа. Вводятся и определяются два новых типа цветового образа, возникающие в эпоху цифровых технологий: алиментарный и свободный.*

### ABSTRACT

*The purpose of the article - to systematize the practice of color in modern art screen. By analyzing, describing and classifying allocated ten types of screen color image. Derived from their number three color formulas that generalize the variety of colors based on the basic principle. Introduces and defines two new types of color image, resulting in the digital age: alimentary color image, free color image.*

*Ключевые слова: экранное искусство, формула цвета, предметный цвет, колоризация, монохроматизм, алиментарный цвет, свободный цвет.*

*Keywords: screen arts, the formula of color, object color, colorization, monochromatizm, alimentary color, free color.*

Современные цифровые технологии воспроизведения цвета в экранном искусстве, в отличие от аналоговых аддитивных или субтрактивных систем, позволяют передавать цвет реальных объектов с большей точностью и богатством, создавать и контролировать цветовую драматургию, моделировать отличительные колористические признаки любого живописного стиля и эффекты любой цветной фотографической техники, начиная с Автохрома Люмьеров. Более того, возможность цветообразования в самой глубине цифрового изображения, в электронной материи, не ограниченной поверхностью носителя (пленки, бумаги) и массой красителя, делает свободу и легкость работы с цветом практически совершенными.

Тем более важным кажется выяснить некоторые закономерности и правила современного экранного цвета. Для этого мы введем понятие формулы цвета (от лат. formula — форма, правило, предписание) как внутренне обоснованного цветового порядка, характеризующегося функцией цвета (предметный, символический, эмблематический, психологически-экспрессивный и т. д.), цветовой доминантой, цветовым ритмом и синтаксисом (т. е. характером отношений между цветовыми объектами).

Цветовые формулы великих культурных эпох, живописных направлений, отдельных мастеров - классический предмет исследования для искусствоведения и культурологии. Не ставя сейчас специальных историографических задач, упомянем лишь некоторые методически важные для нас труды: Н. Н. Волков Цвет в живописи – М.;

Искусство, 1965; Алпатов М. В. Краски древнерусской иконописи - М.; Изобразительное искусство, 1974; Чернова А. Д. Все краски мира, кроме желтой – М.; Искусство, 1987; Фромантен Э. Старые мастера – М.; Изобразительное искусство, 1996; Серов Н.В. Цвет культуры: психология, культурология, физиология - Санкт-Петербург: Речь, 2003; Хиллер Б. Стиль XX века - М.; Слово/ Slovo, 2004.

Цветовые формулы экранного искусства на всем протяжении его истории пока не рассмотрены систематически. Это объясняется недолгой историей цветного кино. Его техническая история начинается в 1899 году с экспериментальных работ Э. Р. Тернера. Художественное применение цвета начинается лишь во второй половине 1940-х годов (две цветные сцены в черно-белом «Иване Грозном», 1944, С. Эйзенштейн, оператор А. Москвин, «Каменный цветок», 1946, А. Птушко, оператор Ф. Проворов, «Красные башмачки», 1948, М. Пауэлл, Э. Прессбургер, оператор Д. Кардифф). И только 1960-е годы дают, наконец, материал для сравнения, классификации и относительно обоснованных выводов.

Период с 2000-х годов и до настоящего времени интересен исключительным разнообразием типов цветного экранного образа, несравнимым с ситуацией прежних десятилетий, когда в рамках одной доминирующей технологии цветопередачи различались две, максимум три формулы.

Так, например, для 1950-1960-х годов, эпохи Техниколора (Technicolor IV, субтрактивный трехцветный) и гидротипной печати, характерны: локальный предметный цвет («Поющие под дождем», 1952, С. Донен, «Завтрак у

Тиффани», 1961, Б. Эдвардс), экспрессия цветного света («Американец в Париже», 1951, В. Минелли, «Лола Монтес», 1955, М. Оффюльс), лубочный, намеренно огрубленный цвет мелодрам и вестернов студии Republic Pictures («Джонни Гитара», 1954, Н. Рэй).

В середине 1970-х, когда воцаряется технология Eastman Color, различия сводятся к двум доминирующим аналогиям живописного стиля: стилизованному цвету романтизма («Маркиза фон О», 1976, Э. Ромер, «Дуэлянты», 1977, Р. Скотт) и столь же стилизованному импрессионизму («Пикник у Висячей скалы», 1975, П. Уир).

Начиная с 1980-х годов количество цветковых моделей увеличивается, во-первых, за счет экспериментов с электромагнитной записью изображения («Тайна Обервальда», 1980, М. Антониони) и компьютерной графикой («Трон», 1982, С. Лисбергер, «Звездный путь 2: Гнев Хана», 1982, Н. Мейер). Во-вторых, за счет разнообразных форм широко понимаемого экспрессионизма: французского, английского и голландского «нео-барокко» («Дива», 1981, Ж.-Ж. Беннекс, «Орlando», 1992, С. Поттер, «Летучий голландец», 1995, Й. Стеллинг, «нео-нуара», «киберпанка» («Хэммет» 1982, В. Вендерс, «Бегущий по лезвию бритвы», 1982, Р. Скотт), экспрессии рекламного клипа («Девять с половиной недель», 1986, А. Лайн), стилизаций в духе живописного экспрессионизма начала XX века («Господин оформитель», 1988, О. Тепцов) и др.

Но при всем видимом разнообразии концепция цвета 1980-1990-х кажется внутренне целостной. Драматизм переходного времени, локализованный в субъективном переживании человека и принимающий экспрессивную пластическую форму, - вот главная характеристика фильмов этого периода.

Такого внутреннего единства, казалось бы, нет в фильмах 2000-2014-х годов. Мы различаем здесь несколько цветковых формул:

- 1 Предметный аналитический цвет в стиле Technicolor 1950-60-х годов («Авиатор», 2004, М. Скорсезе, «Мария-Антуанетта», 2006, С. Коппола, «Запределье», 2006, Т. Сингх, «Предел контроля», 2008, Д. Джармуш, «Берни», 2011 Р. Линклейтер, «Жизнь Пи», 2012, Энг Ли, «Великий Гэтсби», 2013, Б. Лурман).
- 2 Эстетика романтического Eastman Color 1970-х («Гордость и предубеждение», 2005, Д. Райт, «Джейн Остин» (Becoming Jane), 2006, Д. Джаррольд, «Возвращение в Брайдсхед», 2008, Дж. Джаррольд, «Яркая звезда», 2009 Д. Кэмпбелл).
- 3 Колоризация, приближающаяся к лубочной: («Амели», 2001, Ж.-П. Жёне, «Поезд на Дарджилинг», 2007, У. Андерсон, «Джанго освобожденный», 2012, К. Тарантино, «Отель «Гранд Будапешт», 2014, У. Андерсон).
- 4 Символический цвет («Герой», 2002, Чжан Имоу, «Чёрный лебедь», 2010, Д. Аронофски).
- 5 Кэмп [3], сочетающий элементы китча, кинематографического трэша, художественного авангарда (поп-арт, оп-арт) и экспрессионизма 1980—х («Остин Пауэрс: Голдмембер», 2002, Дж. Роуч,

«Убить Билла», ч. 1 и 2, 2003-2004, К. Тарантино, «Спиди-гонщик», 2008, Э. и Л. Вачовски, «Теорема Зеро», 2013, Т. Гиллиам).

- 6 Стилизация исторически определенного живописного или кинематографического явления: («Мулен Руж!», 2001, Б. Лурман, «Девушка с жемчужной серьжкой», 2003, П. Уэббер, «Тайны «Ночного дозора», 2007, П. Гринуэй, «Джонни Д.» (Public Enemies), 2009, М. Манн, «Большие глаза», 2013, Т. Бёртон).
  - 7 «Раскрашенные» фильмы, использующие в процессе компьютерной постобработки приемы и принципы книжной иллюстрации или журнального комикса («Чарли и шоколадная фабрика», 2005, Т. Бертон, «Город грехов», 2005, Р. Родригес, Ф. Миллер, К. Тарантино, «Суини Тодд, демон-парикмахер с Флит-стрит», 2007, Т. Бертон, «300 спартанцев», 2007, З. Снайдер, «туземная» часть «Аватара», 2009, Д. Камерон, «Алиса в Стране чудес», 2010, Т. Бёртон, «Оз: Великий и Ужасный». 2013, С. Рэйми).
  - 8 Различные типы монохроматического изображения: от цветового минимализма («Квант милосердия», 2008, М. Форстер, «Антихрист», 2009, Л. фон Триер, «Архипелаг», 2010, Д. Хогг, «Холодная погода», 2010, А. Кац, «Меланхолия», 2011, Л. фон Триер, «Однажды в Анатолии», 2011, Н. Б. Джейлан, «Стыд», 2011, С. МакКуинн, «007: Координаты «Скайфолл», 2012, С. Мендес) и однотонной колоризации («Капоте», 2005, Б. Миллер, «Тёмный рыцарь», 2008, К. Нолан, «Социальная сеть», 2010, Д. Финчер) до стилизации под рыночные фотографии 1920-40-х, тонированные анилиновой краской («Небесный Капитан и Мир Будущего», 2004, К. Кохран).
  - 9 Преднамеренный переход к черно-белой стилистике («Контроль», 2007, А. Корбейн, «Туринская лошадь», 2011, Б. Тарр, «Артист», 2011, М. Хазанавичус, «Дерево Джошуа, 1951 год: Портрет Джеймса Дина», 2012, М. Мишори, «Белоснежка», 2012, П. Берхер, «Милая Фрэнсис», 2012, Н. Баумбак, «Небраска», 2013, А. Пейн).
  - 10 Избыточность экспрессивного цвета, не вполне обеспеченная драматургическим материалом. В этом случае часть цветовой материи освобождается от необходимости «означать» эмоционально-психологические состояния персонажей и становится самодовлеющей («Соучастник», 2004, М. Манн, «Выживут только любовники», 2013, Д. Джармуш).
- Кроме того в пределах одного фильма могут использоваться несколько разнородных формул цвета для пластической характеристики культурных эпох, охваченных сюжетом («Часы», 2002, С. Долдри, «Облачный атлас», 2012, Т. Тыквер, Э. Вачовски, Л. Вачовски, «Отрочество», 2014, Р. Линклейтер), ради зрелищной интенсивности («Анна Каренина», 2012, Д. Райт) либо в теоретико-эстетических целях, как в фильмах Ж. Л. Годара «Фильм социализм» (2010) и «Прощай речь» (2014).

Мы оставляем для отдельного разговора цветовую стратегию отечественного кино 2000-2014 годов. Общая кинематографическая ситуация усложняется в нашем случае тем, что по многим (в том числе техническим) причинам планомерная работа с цветом в советском кино в 1950-1990 годы не велась так интенсивно, как в США и Европе. Поэтому перечень актуальных цветовых формул для современного отечественного кино будет выглядеть иначе. Тем не менее, основные тенденции мирового киноискусства сказываются и в российских фильмах.

Возвращаясь к разнообразию цветовых формул 2000-2014 годов в поисках более глубоких оснований для различия, мы находим такие основания в самых значительных социокультурных тенденциях, связанных с философским уровнем осмысления реальности. В конце концов, наиболее актуальными идеями современности представляются идея метафизического единства, идея качественной интенсивности, идея первоначала, ориентированная как в космическом и антропологическом плане, так и порядке индивидуального жизненного выбора. Быть вместе с другими в высшем духовном единстве, соответствовать собственной природе, пользоваться жизнью со всей возможной интенсивностью, - таков наиболее обобщенный позитивный идеал современности.

К этому заключению мы приходим не только в итоге обзора и сопоставления магистральных феноменов социальной и политической жизни, но и просматривая потоки экранных образов, так или иначе насыщенные настроениями, желаниями и претензиями современного человека. Популярность одних типов визуальности (в нашем случае – цветовых образов) и маргинальное положение других служит нам поводом для умозаключения о тенденциях времени, и одновременно аргументом в пользу такого умозаключения.

Мы различаем три наиболее влиятельные сегодня формулы экранного цвета, объемлющие все вышеперечисленные варианты цветовых решений.

Суть первой состоит в отказе от цветовых различий в пользу монохромности. При этом доминантой экранного образа становится либо природный цвет песка, сухой травы, камня, облачного неба, древесного ствола, листвы («Холодная погода», 2010, А. Кац, «Однажды в Анатолии», 2011, Н. Б. Джейлан, «Архипелаг», 2013, Д. Хогг), либо цветовой поэтический код («Возвращение», 2003, А. Звягинцев; «Александра», 2007, А. Сокуров; «Елена», 2011, А. Звягинцев; «Гольциус и Пеликанья компания», 2012, П. Гринуй; «Измена», 2012, К. Серебренников).

Насколько это соответствует «цвету времени», можно проверить по контрольной группе экранных произведений. Основу ее составят серийные фильмы и телевизионные сериалы, регулярно выходящие с 1960-х годов до настоящего времени, и объединенные персонажем и спецификой жанра, аккумулирующего наиболее общие характеристики актуального комплекса желаний, потребностей, представлений и настроений массового зрителя. Это фильмы о Джеймсе Бонде, о Бэтмене и о Шерлоке Холмсе. Стоит сравнить «Голдфингер» (1964) и «007: Координаты Скайфолл» (2012), «Бэтмен возвращается»

(1992) и «Темный рыцарь» (2008), «Приключения Шерлока Холмса» (английский телевизионный сериал 1984 – 1994 гг.) и «Шерлок» (английский телевизионный сериал, 2010-2013 гг.), чтобы убедиться: предметный цвет 1960-х и экспрессивный цвет начала 1990-х, актуальные для своего времени, сменились сдержанным колоритом главным образом серых, зеленоватых и коричневых тонов. Цветовые контрасты в виде единичных локализованных бликов или пятен лишь подчеркивают монохромность среды.

Причин такой популярности монохрома несколько, в том числе – определенная усталость зрительского глаза от цвета, перенасытившего культуру современности. Но главной причиной, как нам кажется, будет изменение в системе ценностей. Интенсивность и динамизм сегодня, пожалуй, важнее разнообразия вещей, интеллектуальная сторона дела (даже упрощенная до странствий Шерлока-Камбербетча в «чертогах разума») привлекает больше его предметной наглядности, метафизическая среда, объемлющая все физические тела, волнует больше, чем формы этих отдельных тел. Для пластического воплощения таких ценностей вполне достаточно валеров одного цвета.

Вторая по значимости актуальная формула цвета также связана с интенсивностью, но в ее чувственном проявлении. Назовем ее алиментарной (от французского *alimentaire* - «пищевой, съестной, питательный», от латинского *alimentum* – «пища, питание»). Мы пользуемся понятием «алиментарный», как пользуется им Р. Барт («К психосоциологии современного питания»), очерчивая обширную сферу смыслов и употреблений, связанную понятием еды, но не ограниченную им. Алиментарный материал – это и пища, набор продуктов, «и в то же время система коммуникации, собрание образов, свод обычаев, ситуаций и поступков» [1, с. 368].

Под алиментарным цветом мы понимаем предельно чувственный цвет, которого позволяет достигнуть только цифровая техника цветоделения. Объект существует на экране во всем своем феноменологическом богатстве и даже с еще большей интенсивностью, чем в реальности, не только захватывая зрение, но и провоцируя тактильные, вкусовые, обонятельные рецепторы зрителя. Оптимальный результат достигается в том случае, когда реальный объект рассчитан на интенсивное поглощение всеми органами чувств, то есть в случае изображения еды и питья. Но столь же интенсивная чувственность распространяется на все вещи мира. Лучшим примером этого может быть «Мария-Антуанетта» (2005) Софии Коппола, где еда, одежда, интерьеры и пейзажи равно «сладки», «ароматны» и «ласкают кожу».

Алиментарный цвет продолжает эстетику предметного цвета, наиболее полно проявившуюся в эпоху системы Technicolor IV (1950-1960-е), однако Техникolor не обладал такой степенью феноменологического богатства и точности. Алиментарный цвет – чувственно-психологический цвет, какой позволяла система Eastman Color 1970-х, но цвет 1970-х не имел такого широкого чувственного диапазона. В качестве примера назовем хотя бы крупный план апельсинов в финале «Дуэлянтов» Р. Скотта или разломленного бисквита с малиновым джемом в «Пикнике у

Висячей скалы» П. Уира. Их тонко воспроизведенная материя питает глаз и тактильность, не провоцируя, однако, вкусовые и обонятельные рецепторы.

Концепцию чувственно интенсивного цвета мы находим во многих фильмах последнего десятилетия. Прежде всего, в «гастрономических» драмах, вошедших в моду в 2010-е: «Душевная кухня» (2009), «Тост» (2010), «Повар для президента» (2012), «Повар на колесах» (2014), «Пряности и страсти» (The Hundred-Foot Journey, 2014). В других фильмах, не обязательно связанных с процессом приготовления еды или с трапезой, эта концепция применяется к вещному миру вообще: «Возвращение в Брайдсхед» (2008, Д. Джаррольд), «Полночь в Париже» (2011, В. Аллен), «Анна Каренина» (2012, Д. Райт), «Белоснежка: месть гномов» (Mirror, Mirror, 2012, Т. Сингх), «Великий Гэтсби» (2013, Б. Лурмен).

И, наконец, среди актуальных цветовых решений 2000-2014 годов мы назовем формулу свободного цвета. Мы находим ее следы в лубочной колоризации, в анархическом цвете экранного кэмп, в кино-графических фильма-комиксах, - всюду, где изобразительные приемы и средства превосходят в своей самостоятельности и яркости драматургическое содержание образа.

Свободный цвет не привязан к предмету иконическим кодом, как в фильмах 1950-1960-х годов. Он не окрашивает метафизическое состояние или эмоцию, как в 1970-1980-годы. Он существует и действует сам по себе и сам по себе становится эстетическим объектом.

Основы теории свободного цвета заложило искусство авангарда 1910-1920-х годов. В частности, В. Кандинский исследовал абстрактные (т. е. свободные от предметной принадлежности) качества цвета, полагая серые, красные, желтые и т. д. пятна различных очертаний как самостоятельных персонажей живописи. [2] В кино теорию свободного цвета развил С. Эйзенштейн. В набросках, датированных 1946-м годом и опубликованных позже под общим названием «Из заметок о цвете», он говорит именно об этом:

«Цветная стихия оседает новой темой, как сбегавшие с вятской лошадки красные и зеленые пятна то играют в нолики и крестики, то в смену зеленых и красных яблок (недаром они были пятнами на лошадке «в яблоках»!), то путая огни семафоров, то перескакивая с лица на лицо влюбленных, приводя их в паническое состояние, то через «обратный микроскоп» становясь из пятен «перцем» - россыпью цветных атомов, сливающихся в цветной поток сплошной краски <...>». [4, с. 545]

Опыты высвобождения цвета совершаются в экспериментальном экранном искусстве на протяжении всей второй половины XX века. Например, в анимации Н. МакЛарена («Serenal», 1959, «Вертикальные линии», 1960), в фильмах С. Брекиджа («Eye Myth», 1967, «The Dante Quartet», 1987, «Black Ice», 1994), в фотографических сериях Д. Уэллинга («Glass House», 2006-2008).

Однако до сих пор попытка применения свободного цвета в кинематографе, ориентированном на широкую зрительскую аудиторию, сводилась к его абстрагиро-

ванию и последующему драматургическому обоснованию. Этот метод предложил С. Эйзенштейн. Вслед за теоретической экспликацией свободного цвета режиссер связал его экспрессивными задачами в цветных эпизодах «Ивана Грозного» («Значит, имеется пламя свечей, красная рубаха, красный ковер и т.д. Есть ли красный цвет в этом эпизоде? Есть – ощущение крови. Оно разрастается дальше до понимания красного как зловещей темы убийства») [5, с. 595].

Сложность выделения свободного цвета в особую формулу в том, что, будучи по определению не связанным кодом, т. е. обязательством «что-то обозначать», он открыт для любых типов связи и кодирования. При жесткой лингвистической установке зрителя этому избытку цветовой материи всегда найдется название и функция. Так что первый вопрос, возникающий в связи с этим, это вопрос о пределах лингвистической интерпретации экранного искусства.

Вслед за тем можно корректно анализировать ситуации в фильмах, когда область означающего (в нашем случае - цвет) не совпадает с границами области означаемого (фигуры, действия, состояния, эмоции, смыслы и т. д.).

Во-первых, она может быть отстранена от сюжетных фигур и действия, как это случается в «Соучастнике» М. Манна, где огромные зеленовато-желтые или серебристо-серые воздушные пустоты на некоторое время предоставлены взгляду зрителя сами по себе, словно ожидая персонажей, которые отстали где-то в пути. При этом сложность и красота этих световых масс так очевидна, что остановка в сюжете не кажется оплошностью монтажа, а обнаруживает свою преднамеренность.

Во-вторых, область означающего может превосходить объем и границы означаемого, как это происходит в случае лубочного («Отель «Гранд Будапешт» У Андерсона) или избыточно-экспрессивного цвета («Выживут только любовники» Д. Джармуша). При этом избыток цвета обращается к самому себе, к своему тону, насыщенности и яркости. Возникает ситуация, о которой пишет С. М. Эйзенштейн в заметках о цвете:

«Вопрос о независимой линии цвета (цветопотока столь же независимого, как музыкальный поток) существует точно в такой же форме) в ... лубках. <...> Цветные пятна здесь совсем свободно вяпаны, приблизительно приходясь на места и никак не отвечая и не совпадая с контурами рисунка!!!

<...> А разве в других искусствах на ранних стадиях не то же? И разве такие handicap'ы do not free the spirit in its wonderful (and powerful) nonchalance <ограничения не освобождают дух в своей чудесной (и мощной) беспечности?!> [4, с. 546].

Итак, мы приводим разнообразие существующих цветовых формул в экранном искусстве 2000-2014 годов к трем базовым: монохром, алиментарный цвет и свободный цвет. Все три наглядно демонстрируют себя в потоке фотографических, кинематографических, телевизионных изображений. Все три, на наш взгляд, обоснованы социокультурной реальностью. Однако мы намечаем лишь контуры возможной теории экранного цвета в цифровую

эпоху. Экранное искусство сегодня - это чрезвычайно подвижная и изменчивая сфера. Кроме того, как мы уже заметили, три основные формулы могут применяться в пределах одного фильма в различных сочетаниях и отношениях, что делает проблему еще более интересной и сложной.

#### Литература

- 1 Барт Р. К психосоциологии современного питания / Барт Р. Система Моды. Статьи по семиотике культуры. - М., 2003.
- 2 Кандинский В. В. О духовном в искусстве (живопись) – Ленинград: Фонд «Ленинградская галерея», 1989.
- 3 Мухамеджанова А. Визуальные коды «кэмп» / Cineticle. Интернет-журнал об авторском кино. Выпуск 14. 2012. Режим доступа к изд. <http://www.cineticle.com/text/682-visual-codes-of-camp.html>
- 4 Эйзенштейн С. М. Из заметок о цвете / С. М. Эйзенштейн Неравнодушная природа. Т. 1 Чувство кино. – М.: Музей кино – Эйзенштейн-Центр, 2004.
- 5 Эйзенштейн С. М. Из лекций о музыке и цвете в «Иване Грозном» / С. М. Эйзенштейн Неравнодушная природа. Т. 1 Чувство кино. – М.: Музей кино – Эйзенштейн-Центр, 2004.

## СИНЕРГЕТИКА В ИСТОРИИ И ТЕОРИИ МУЗЫКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**Грушко Галина Игоревна**

кандидат искусствоведения, преподаватель музыкально-теоретических дисциплин ГБОУ СПО, «Воронежский музыкальный колледж имени Ростроповичей», г. Воронеж

### SYNERGETICS IN THE HISTORY AND THEORY OF MUSIC: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Grushko Galina Igorevna Ph.D., teacher of music-theoretical subjects GBOU act "Voronezh musical College named Rostropovich", Voronezh

#### АННОТАЦИЯ

*В центре внимания – проблемы теории и истории музыки с точки зрения синергетики. С помощью эволюционно-синергетического подхода можно по-новому осмыслить явления и процессы музыкального искусства: осуществить анализ жизни и творчества музыкального гения, оценить специфику бытия и становления музыкального стиля, представить музыкальную форму нелинейным процессом. Возможно, такой путь исследования станет одним из важнейших направлений музыкальной науки XXI века.*

#### ABSTRACT

*In the spotlight - problems of theory and history of music from the point of view of synergetics. Using evolutionary-synergetic approach to rethink phenomena and processes of musical art: to analyze the life and work of a musical genius, to assess the specificity of the existence and formation of musical style, to present the musical form of the nonlinear process. Perhaps this line of research will be one of the most important areas of musical science of the XXI century.*

*Ключевые слова: история и теория музыки, музыкальный стиль, синергетика, самоорганизация, нелинейная динамика, порядок и хаос.*

*Key words: history and theory of music, musical style, synergetics, self-organization, nonlinear dynamics, order and chaos.*

В последние десятилетия XX столетия представления о мире и человеке существенно изменяются. «Пропасть» между естественными и гуманитарными науками сокращается – внимание ученых переключается на изучение сложных систем самого различного происхождения и выработку междисциплинарных подходов в русле синергетики, что, в свою очередь, означает смену теоретико-методологических ориентиров в искусствоведении и музыковедении [2, 4, 21].

Сегодня синергетика становится методологическим и мировоззренческим основанием не только естественнонаучно, но и гуманитарного знания. С помощью междисциплинарных технологий известные явления и процессы природы, культуры и искусства предстают в новом свете. Рассматривая проблемы естественных и гуманитарных наук под общим углом зрения, современные ученые приходят к выводу о единстве научного знания.

Обратим внимание на то, что особенностью современного научного познания является восприятие мира как целостности, что ведет к необходимости исследования отдельных явлений и процессов в глобальном контексте. Эволюционные представления, первоначально получившие обоснование в биологии, астрономии и геологии, переносятся на все сферы действительности и воплощаются в концепции глобального эволюционизма.

Создание вероятностных моделей систем самого различного происхождения на основе эволюционно-синергетического подхода является прерогативой современного научного познания. Неисчерпаемость моделируемых объектов наводит на мысль об Универсальной модели всего существующего – самоорганизующегося Универсума во всех его проявлениях.

С появлением неравновесной термодинамики и введением понятия открытая система становится понятно, что ключ к пониманию эволюции содержится во

взаимодействии системы с окружающей средой. С таких позиций можно охарактеризовать открытые неравновесные нелинейные системы, определить общие тенденции и универсальные алгоритмы их развития, объяснить генезис новых структур, а также моделировать эти процессы [6, 7, 13, 17, 18].

С точки зрения синергетики, каждая из них есть сетевое образование – фрактал, существующий среди подобных объектов и взаимодействующий с ними. Любой фрактал тотален – он отражает как в зеркале свойства мира, что конкретизирует древний философский принцип все в одном и одно во всем. Поэтому, весь мир представляется самоорганизующимся Универсумом, построенным по фрактальному принципу.

Взаимодействуя со своим окружением, такие системы постоянно балансируют на грани хаоса, оценивают свои эволюционные возможности и принимают ответные действия – адаптируются к окружающей среде. Развитие их проходит через состояния неустойчивости, периоды кризисов, бифуркаций и хаоса, поскольку одно лишь устойчивое состояние, порядок, по существу, является гибельным. Именно хаос обладает творческой силой, рождает новый порядок и служит стимулом эволюции [14].

Синергетическая модель эволюции обнаруживает новые перспективы в понимании насущных проблем современности. Описание сложных систем такого масштаба, как Вселенная, Метагалактика или Земная биосфера, позволяет по-новому осмыслить проблемы выживания Человека и Человечества, самоорганизации биологических и социальных систем [3, 10, 21].

Эволюционно-синергетический подход оказывается весьма плодотворным в исследовании явлений и процессов культуры и искусства, в частности, музыкального искусства [4, 12, 20]. С новых позиций и в новом ракурсе можно осуществить анализ жизни и творчества музыкального гения, исполнительских интерпретаций, а также – музыкальной формы как нелинейного процесса [7]. Возможно, этот путь исследования станет одним из важнейших направлений музыкальной науки XXI века.

Такой подход можно применить и в исследовании музыкального стиля как самоорганизующейся целостности [6]. В таком случае, научные поиски приведут к созданию новой концепции, которая синтезирует различные, даже противоположные, точки зрения, не вступающие в конфронтацию с идеями и методами синергетики (синергетика и новое мировидение, самоорганизация в природе и обществе, синергетический историзм, социальная самоорганизация, социокультурная динамика, самоорганизация и информация, универсальный эволюционизм).

Напомним, что в центре внимания синергетики находится изучение открытых неравновесных нелинейных систем, в процессе развития которых возникают пространственные, временные, пространственно-временные, функциональные, упорядоченные или хаотичные структуры [2, 11, 13]. Такие системы имеют многоуровневую структуру и иерархичны. Их развитие происходит через неустойчивость – в точках бифуркации совершается переход в качественно иное состояние, то есть обнаруживаются эмерджентные (ранее отсутствующие) свойства. Всякое новое появляется как непредсказуемое, однако имеющееся в спектре возможных состояний системы, настоящее которой формируется как из прошлого, так и из будущего.

Подобные системы попадают в конус аттрактора, который притягивает их к себе, концентрируя стохастические элементы, и участвует в создании нового порядка. Неравновесные условия вызывают эффекты корпоративного поведения элементов системы, спонтанного возникновения порядка из хаоса и свидетельствуют о нелинейности и альтернативности ее эволюции. Парадоксальным кажется то, что при переходе от хаоса к порядку все системы ведут себя схожим образом.

Любая открытая неравновесная нелинейная система отличается способностью к самоорганизации. От высших уровней к низшим уровням иерархии поступают сигналы, указывающие на возможность ее перехода от одного состояния к другому, к спонтанному образованию и развитию сложных упорядоченных структур. Существующие в потоке энергии, вещества и информации, такие системы активно взаимодействуют с окружающей средой, что приводит к их дезорганизации и возрастанию энтропии (степени беспорядка). Эти процессы лежат в основе неустойчивости и спонтанного появления порядка из хаоса, столь характерного для самоорганизации. Таким образом, самоорганизация объясняется такими факторами, как открытость системы, ее удаленность от точки термодинамического равновесия, наличие флуктуаций, действие случайности, нарушение симметрии.

Однако открытые неравновесные нелинейные системы не только допускают хаос, но и всегда балансируют на краю хаоса, поскольку сама жизнь есть эмерджентный феномен. Процесс развития таких систем определяется как взаимодействие их элементов, протекающий во времени, то есть, как закономерное чередование фаз или стадий порядка и хаоса.

Как показывает проведенное исследование, к таким системам относится и система музыкального стиля, для описания явлений и процессов которой используется метод аналогий и применяется синергетическая терминология – иерархичность, открытость, нелинейность, порядок, хаос, самоорганизация, аттрактор, бифуркация, фрактал и так далее.

Для того чтобы осмыслить музыкальный стиль с новых позиций и в новом ракурсе, потребуется:

- 1 Рассмотреть музыкальный стиль как сложную систему, включающую целостное множество взаимодействующих и взаимосвязанных единым порядком стилей (иерархические уровни: мега-, макро-, микро);
- 2 Выявить ее взаимодействие с системой более высокого порядка (музыкальный стиль – музыкальное искусство – культура) и охарактеризовать как открытую неравновесную нелинейную систему, обладающую эмерджентными свойствами;
- 3 Определить особенности ее функционирования и развития в контексте культуры и искусства;
- 4 Оценить возможности «динамической иерархичности» – особенности взаимодействий ее иерархических уровней (мега-, макро-, микро-), в результате которых и зарождается новая система стиля;
- 5 Изучить особенности стилиевой динамики (цикличность, необратимость, альтернативность, определенная направленность, ускорение), сравнить с базовыми принципами синергетики и универсальными алгоритмами развития других самоорганизующихся систем;

- 6 Приложить понятия «порядок» и «хаос» к системе музыкального стиля, стремящейся к самосохранению и адаптирующейся к изменяющимся условиям своего существования;
- 7 Построить эволюционные модели и запечатлеть их графически;
- 8 На основе полученных данных представить музыкальный стиль самоорганизующейся системой, стремящейся к достижению информационного максимума, а его историческое развитие – синергетическим процессом;
- 9 Сформулировать положение о музыкальном стиле как о самоорганизующейся целостности.

В таком случае, можно оценить специфику бытия и становления системы музыкального стиля как структуры / процесса в их неразрывной целостности. Познать сущность смены музыкальных стилей, определить значение каждого из них, будь то главенствующий или второстепенный стиль, в соответствии с особыми стилистическими приемами, свойственными творческой личности, и шире – композиторской школе, художественному направлению и музыкально-стилевой эпохе.

В процессе развития система музыкального стиля постоянно оказывается перед выбором: точки бифуркаций на ее мега-, макро- и микроуровнях сигнализируют об альтернативах эволюционного процесса. Так, в конце XIX века между основными фазами эволюции возникает глобальная бифуркация; бифуркации образуются и при переходе от одной музыкально-стилевой системы к другой, а также на других уровнях.

Можно говорить об общих тенденциях развития системы музыкального стиля – об усложнении и увеличении разнообразия в ней, изменении масштабов роста, ускорении, стремлении к достижению информационного максимума, что свойственно и другим самоорганизующимся системам.

Развитие системы музыкального стиля основывается на сочетании цикличности, определенной направленности и необратимости. Сосуществование различных стилей и множественность путей эволюции указывают на нелинейность этого процесса, детерминированного извне и изнутри. Целостность ее можно рассматривать с точки зрения единства многообразия, которое возникает процессуально. При эволюционно-синергетическом подходе исследование частей системы, которые входят в целое, и наоборот (часть – целое, целое – часть), обязательно сопрягается с ее представлением самоорганизующейся целостностью, что конкретизирует древний философский принцип: нет ни первого, ни второго, ибо все Единое.

Как мы видим, идеи и методы синергетики могут быть восприняты музыковедением. Однако, необходимо использовать плодотворные контакты музыкальной науки с философией, эстетикой, семиотикой, социологией, информатикой, лингвистикой, психологией, акустикой, а также апробировать самые различные подходы, в том числе, эволюционно-синергетический подход, органично сочетая их с традиционными подходами [1, 6, 7, 8, 12, 16, 19].

Идеи и методы синергетики имеют «действительную всеобщность» – они оказываются «востребованными» в различных областях научных знаний. Безусловно, в полной мере их следует «задействовать» и в

музыковедении – тогда ориентация на традиции и преемственность сменится признанием ценности различных инноваций и обретением нового знания.

#### Литература

1. Акопян Л.О. Теория музыки в поисках научности: методология и философия [Текст] / Л.О. Акопян // Музыкальная Академия. – 1997. – № 1. – с. 125–129.
2. Аршинов В.И. Синергетика как феномен постнеклассической науки [Текст] / В.И. Аршинов. – М.: ИФРАН, 1999. – 203 с.
3. Бранский В.П., Пожарский С.Д. Основы общей теории социальной самоорганизации [Текст] / В.П. Бранский // Синергетическая философия истории. – Рязань: «Копи-принт», 2009. – 314 с.
4. Буданов В.Г. Синергетическая методология в постнеклассической науке и образовании [Текст] / В.Г. Буданов // Синергетическая парадигма. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – с. 174–210.
5. Вершков А.В. Синергетика: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / А.В. Вершков. – Режим доступа: <http://cyberlenika.ru/article/n/-probiemy-i-sinergetika-i->
6. Грушко Г.И. Музыкальный стиль в истории европейской культуры [Текст] / Г.И. Грушко. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 177 с.
7. Грушко Г.И. Музыкальная форма как нелинейный процесс [Текст] / Г.И. Грушко // Музыковедение. – 2013. – № 11. – с. 3–10.
8. Гуляницкая Н.С. Методы науки о музыке [Текст] / Н.С. Гуляницкая. – М.: Музыка, 2009. – 256 с.
9. Канке В.А. Философия науки [Текст] // В.А. Канке. – М.: «Омега-Л», 2008. – 328 с.
10. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего [Текст] / С. П. Капица. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 288 с. 1997, с.61
11. Капра Ф. Паутина жизни [Текст] / Ф. Капра – Киев: «София», 2003. – 336 с.
12. Ключев А. С. Что такое музыка с точки зрения синергетики [Текст] / А.С. Ключев // Общество. Среда. Развитие. – 2010. – № 1. – с. 125–129.
13. Князева Е.Н. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе [Текст] / Е.Н. Князева // Вопросы философии. – 1998. – № 49. – с. 138–143.
14. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем [Текст] / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: Наука, 1994. – 236 с.
15. Кобляков А.А. Синергетика и творчество: Универсальная модель устранения противоречий как основа новой стратегии исследований [Электронный ресурс] / А.А. Кобляков. – Режим доступа: <http://spkurdymov.ru/artsinergetika-i-tvorchestvo-universalnaya-model/>
16. Консон Г.Р. Целостный анализ как универсальный метод познания художественного текста (на материале музыки) [Текст] / дисс. доктора филос. наук / Г.Р. Консон. – Саратов, 2010. – 455 с.
17. Лоскутов А.Ю. Синергетика и нелинейная динамика: новые подходы к старым проблемам [Электронный ресурс] / А.Ю. Лоскутов. – Режим доступа: <http://library.by/portalus/modules/philosophy/readme.php?subactio...>

18. Мелик-Гайзакян И.В. Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем [Текст] / И.В. Мелик-Гайзакян. – М.: Физматлит, 2001. – 272 с.
19. Науменко Т.И. Музыкаведение: стиль научного произведения [Текст] / дисс. доктора искусствовед. / Т.И. Науменко. – М., 2005. – 305 с.
20. Никитина И.П. Философия искусства [Текст] / И.П. Никитина. – М.: «Омега-Л», 2008. – 560 с.
21. Синергетика и методы науки [Текст]. – СПб.: Наука, 1998. – 438 с.

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИЗУЧЕНИЯ НАСЛЕДИЯ АНДРЕЯ РУБЛЕВА В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ИСКУССТВОВЕДЕНИИ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОРСТВА

*Казакова Анастасия Олеговна*

*Дальневосточный Федеральный Университет, г. Владивосток*

*THE MAIN OF STAGES THE STUDY OF THE HERITAGE OF ANDREI RUBLEV IN THE DOMESTIC ART CRITICISM IN THE CONTEXT OF HIS AUTHORSHIP*

*Kazakova Anastasiia, Far-Eastern Federal University, Vladivostok*

### **АННОТАЦИЯ**

*В статье рассматриваются проблемы, связанные с выявлением наследия знаменитого русского иконописца Андрея Рублева. На основании изучения работ отечественных исследователей установлено, что выделяются три основных этапа в изучении Рублева, которые демонстрируют разные подходы к атрибуции его наследия. Установлено, что современные исследователи в значительной степени пересмотрели критерии к определению авторства Рублева, что привело к утрате эталонного значения знаменитой «Троицы» и поставило под сомнение авторство многих работ, ранее считавшихся написанными этим автором.*

### **ABSTRACT**

*The article deals with the problem of identifying of the heritage of the famous Russian icon painter Andrei Rublev. Based on the study of works of Russian researchers was found that there are three main stages in the study of Rublev, which show different approaches to the attribution of his legacy. Modern scholars largely revised criteria for the definition of authorship Rublev, that led to the loss of the reference value of the famous "Trinity" and questioned the authorship of many works previously considered written by this author.*

*Ключевые слова: искусство; иконопись; Андрей Рублев, авторство, атрибуция памятников искусства, отечественное искусствоведение*

*Keywords: Art; iconography; Andrei Rublev, authorship, attribution of works of Art, Domestic Art Criticism*

Андрей Рублев – русский художник конца XIV - первой трети XV века, работы которого стали абсолютной вершиной культуры средневековой Руси и достойным продолжением истории развития византийской живописи. За многие века его жизнь и творчество обросли большим количеством легенд, загадок и теорий, а в XX веке к ним прибавились еще и научные гипотезы. Несмотря на кажущуюся изученность феномена А. Рублева при исследовании его наследия до сих пор возникают вопросы, которые в отечественном искусствоведении решаются по-разному. Проблема изучения творчества А. Рублева сохраняет актуальность потому, что в наше время появляются новые технологические методы исследования, которые позволяют во многом пересмотреть представления о наследии А. Рублева.

На данный момент в отечественном искусствоведении не создано специальной работы, посвященной анализу истории изучения творчества А. Рублева. В работах Н.П. Собко [7], М.В. Алпатова [1], В. А. Плугина [6], В.Н. Лазарева [4], Б.Н. Дудочкина [3] и других исследователей, занимающихся изучением творчества Рублева, приводятся лишь краткие обзоры, посвященные данному вопросу.

В связи с этим представляет значительный интерес изучение ряда малоосвоенных для настоящего времени

вопросов: определение этапов в истории изучения наследия Андрея Рублева в отечественном искусствоведении, рассмотрение основных проблем атрибуции памятников, приписываемых кисти А. Рублева выявлению критериев для определения авторства работ А. Рублева, рассмотреть причины, приводящие к изменению определения авторства А. Рублева. В данной статье рассмотрим основные этапы в изучении творчества А. Рублева, связанные с проблемой атрибуции его наследия.

Первый этап (1840 - 1918 гг.) – период возникновения интереса к творчеству А. Рублева. Ведущим методом исследования стал поиск и анализ письменных источников содержащих сведения о мастере. Отметим, что содержащиеся в них сведения очень отрывочны, кроме того, Рублев работал одновременно с другими иконописцами. Поэтому, опоры на летописные свидетельства оказалось недостаточно, чтобы определить круг произведений, принадлежащих Рублеву.

кисти Рублева. Соответственно ни одно произведение Андрея Рублева не было определено и изучено как эталонное. Главным критерием определения авторства стало эстетическое восприятие и свидетельства древних письменных источников, согласно которым Рублеву приписывали то или иное произведение.



Второй этап (1918 – 1970 гг.) – ознаменован началом обширных реставрационных работ над произведениями, связанными с именем А. Рублева. Икона «Троица» считается эталонным произведением и этот факт никем не оспаривается. Ведущий метод исследований – стилистический анализ.

Третий этап (1980-е г. по сей день) – смена методологии приводит к пересмотру наследия мастера, используются современные технико-технологические методы, когда ученые концентрируют внимание на отдельно взятом комплексе произведений, а не всем его творчестве. Это усложняет задачу выявления общих для этого периода критериев авторства, по которым исследователи приписывают авторство той или иной работы Рублеву. В результате «Троица» теряет статус эталонного произведения, появляется возможность по-другому, без оглядки на «Троицу», изучить приписываемые Рублеву произведения. Это приводит к появлению новых теорий и кардинальному пересмотру старых.

Возникает новая проблема – выявление стилистических черт иконописи Рублева, при отсутствии точно созданного мастером произведения, которое бы послужило образцом для сравнений. В итоге возникает замкнутый круг – без знания стилистических особенностей живописи Рублева невозможно определить круг его произведений, так же, как и не имея точного списка его работ нельзя судить об особенностях его живописи.

Однако, несмотря на большое количество разногласий по поводу авторства были выявлены произведения, которые большинством специалистов с незначительными оговорками признаются работами Рублева. Меньше всего сомнений вызывают иконы Звенигородского чина, фрески Успенского собора в Звенигороде, а также икона «Троица», не смотря на то, что в последнее время вокруг нее ведется много споров. Так, появляются сомнения в том, что современная икона «Троицы» является той самой, которую Рублев написал для патриарха Никона и которая, была признана Стоглавом как образец для подражания, т.к. он мог написать не одну такую икону. Есть мнение, что упоминаемая в летописях икона вовсе не сохранилась до наших дней.

Отметим, что научное сообщество, ввиду устоявшегося мнения об авторстве «Троицы», не спешит соглашаться с такими шокирующими выводами. До сих пор господствует точка зрения, которую в начале XX в. высказывал И.Э. Грабарь, сравнивая все приписываемые Рублеву произведения с «Троицей». Вероятно, это связано с тем, что исследователи не могут отказаться от «Троицы» как эталона, приписываемого Рублеву, из-за опасности потерять все его наследие и этот феномен в целом.

Таким образом, можно считать, что применение современных технологий, показало научную несостоятельность метода стилистического анализа для достоверного определения авторства А. Рублева и требуется выработка нового подхода к существующей проблеме.

#### Список литературы

- 1 Алпатов М.В. Андрей Рублев. М.: Изобразительное искусство. – 1972. - 206 с.
- 2 Грабарь И. Э. О Древнерусском искусстве. М: Наука. – 1966. –388 с
- 3 Дудочкин Б.Н. Андрей Рублев. Биография. Произведения. Источники. Литература // Художественная культура Москвы и Подмосковья XIV — начала XX веков. Сборник статей в честь Г. В. Попова. М.: 2002. — с. 300–421.
- 4 Лазарев В. Н. Андрей Рублев. М.: Современник. – 1959. – 158 с.
- 5 Лихачев Н. П., Манера письма Андрея Рублева. СПб.: типография М.А. Александрова. – 1907. – 104 с.
- 6 Плугин В. А. В поисках Андрея Рублева // Возвращение в Россию. М.: Восток. – 1996. - с. 121–153.
- 7 Собко Н. П. Словарь русских художников, зодчих, рисовальщиков, граверов, литографов, медальеров, мозаичистов, иконописцев, литейщиков, чеканщиков, сканщиков и проч. С древнейших времен до наших дней (XI–XIX вв.). Т. 1. СПб.: Типография М.М. Стасюлевича. – 1893. – 350 с.
- 8 Щенникова Л.А. Иконы в Благовещенском соборе Московского Кремля. Деисусный и праздничный ряды иконостаса. М.: Красная площадь. – 2004. – 288 с.

# ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ АПАТИТСОДЕРЖАЩИХ КАРБОНАТИТОВ В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА

*Никитина Екатерина Ивановна*

*кандидат геолого-минер. наук, доцент, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск*

### *BEHAVIORS OF APATITE-BEARING CARBONATITES IN HYPERGENESIS ZONE*

*Nikitina Ekaterina, Candidate of Science, assistant professor of Siberian Transport University, Novosibirsk*

#### **АННОТАЦИЯ**

*В настоящей работе рассматривается зональность профиля выветривания апатитсодержащих карбонатитов, поведение фосфора в зоне гипергенеза, определяемое кислотно-щелочными условиями среды, образование минеральных ассоциаций гипергенных фосфатов.*

#### **ABSTRACT**

*The present article describes zonation of the apatite-bearing carbonatites weathering profile, phosphorus behavior in hypergenesis zone controlled by acid-base environment, formation of mineral associations of hypergene phosphates.*

*Ключевые слова: карбонатиты; гипергенез; гипергенные фосфаты.*

*Key words: carbonatites; hypergenesis; hypergene phosphates.*

Одной из самых продуктивных рудных формаций, обладающей значительным сырьевым потенциалом гипергенных полезных ископаемых различного состава, в том числе и фосфатов, являются коры выветривания карбонатитов.

Карбонатиты представляют собой один из крупнейших рудоносных объектов, включающих комплексные месторождения фосфора, ниобия, редких земель, стронция, бария, а также других видов минерального сырья. Месторождения в карбонатитах относятся к числу бедных, разработка которых экономически невыгодна, так как рудные компоненты в телах карбонатитов распределены достаточно равномерно, но в низких содержаниях. Содержания полезных компонентов увеличиваются в десятки раз при развитии на месторождениях гипергенных процессов. С корами выветривания карбонатитов связаны значительные ресурсы фосфатных руд месторождений Чуктукон (Чадобецкое поднятие) и Татарское (Енисейский кряж).

Карбонатиты на 60-90% сложены карбонатами, которые в процессе гипергенеза интенсивно выщелачиваются, что приводит к многократному концентрированию остаточных минералов и компонентов карбонатитов инертных в зоне гипергенеза [4]. Основными факторами гипергенных процессов являются климатические условия (температура, влажность), обводненность горизонтов, рельеф, состав выветривающихся пород. Одним из важных параметров, во многом определяющим физико-химические условия протекания гипергенных процессов, является pH среды в зоне выветривания. Этот фактор во многом определяет условия и степень миграции фосфора и других компонентов карбонатитов, а также степень устойчивости их минеральных форм. Одним из главных агентов выветривания являются поверхностные воды, насыщенные кислородом и преимущественно органическими кислотами, имеющие кислую среду (pH от 3,0 до 6,0). Жидкая

фаза, находящаяся с неизменными карбонатитами в равновесном состоянии ниже уровня грунтовых вод, имеет щелочную среду (pH от 8,5 до 9,0, редко более 9,0). Таким образом, изменение степени кислотности-щелочности инфильтрационных вод, с которыми взаимодействуют карбонатиты, способствует формированию определенной зональности в профиле выветривания с накоплением тех или иных минеральных форм фосфора.

Формирование зоны дезинтеграции продуктов выветривания карбонатитов

Карбонатиты, незатронутые гипергенными процессами, находятся в равновесном состоянии с жидкой фазой, наблюдающейся в виде поровых растворов, при pH среды более 8,5. При нарушении равновесного состояния, за счет увеличения объема жидкой фазы, парциального давления CO<sub>2</sub>, начинается выщелачивание и вынос за пределы профиля выветривания главных компонентов карбонатитов Ca, Mg, CO<sub>2</sub>, связанных преимущественно в составе кальцита и доломита. Количественные соотношения кальцита и доломита в карбонатитах существенно влияют на направление развития и интенсивность процесса выщелачивания. При содержании доломита в породе не более 2%, скорость растворения кальцита меньше, чем доломита, при возрастании количества доломита соотношение скоростей обратное [1, 2]. При гипергенном изменении доломитовых карбонатитов в виде остаточных продуктов накапливается рыхлый доломит, частично компенсирующий изменение объема. В условиях щелочной и нейтральной сред (pH 7,0-9,0) апатит, главный концентратор фосфора, устойчив. Вынос фосфора в этих условиях от общего его количества не превышает 20-30%, но в некоторых случаях объем растворенных фосфатов намного больше, в частности, в щелочных средах повышенная растворимость фосфатов обусловлена реакциями замещения алюминия, железа и кальция в молекулах фосфатов более активными катионами щелочных

металлов, со связыванием вытесненных катионов в труднорастворимые карбонаты или другие соединения с резким снижением активности вытесненных катионов в растворе. Миграция фосфора осуществляется как в ионной, так и коллоидной формах, причем последняя преобладает. Основными процессами в этой зоне являются гидратация и выщелачивание. Гидратация не вызывает перестройки кристаллической решетки минералов и не способствует высвобождению катионов из кристалла, т.е. не приводит к изменению минерального состава породы. Выщелачивание же сопровождается извлечением из минерала реакционноспособных элементов без нарушения кристаллической решетки минерала, что ведет к существенному изменению минералов карбонатитов. Подчиненное значение имеет процесс окисления, проявляющийся лишь на начальных стадиях. Это хорошо видно на примере железа. Незначительное количество окисного железа фиксируется по появлению в карбонатитах участков с бурой и буро-коричневой окраской, характеризующихся пониженной механической прочностью, тогда как химическими анализами фиксируется преобладание закисного железа над окисным. Проявление вышеописанных процессов приводит к преобладающему механическому дезинтегрированию карбонатитов без существенного изменения минерального состава пород субстрата, с сохранением их структурно-текстурных особенностей и образованию зоны дезинтеграции преимущественно со слабощелочными и щелочными условиями среды минералообразования. Распространены в пределах зоны дезинтеграции апатит, пирохлор, кварц и другие минералы, устойчивые в этих условиях.

Таким образом, зона дезинтеграции сложена начальными продуктами гипергенеза карбонатитов, образующимися преимущественно в условиях слабощелочной-щелочной среды жидкой фазы и представляющими собой дезинтегрированные продукты с незначительным содержанием охристых образований, располагающихся непосредственно на неизмененных породах субстрата.

Формирование зоны охристых или глинисто-охристых продуктов выветривания карбонатитов

Продукты гипергенеза вышележащей зоны формируются в приповерхностных и поверхностных условиях при повышенной проницаемости и обводненности горизонтов. Атмосферные воды, продвигаясь вниз по профилю выветривания, приобретают кислотный характер за счет угольной, серной и органических кислот и обеспечивают постоянный приток кислорода в зоне гипергенеза. Происходит интенсивное растворение и окисление сульфидов, что приводит к значительному повышению активности сульфат-иона в растворах [3]. Кислые и слабокислые поверхностные воды являются агрессивными по отношению к карбонатитам, происходит интенсивное преобразование их вещественного состава. Ведущая роль принадлежит продуктам гидролиза и окисления первичных минералов – оксидам и гидроксидам железа, марганца (гетиту, гидрогетиту, гематиту, псиломелану и др.), которые полностью замещают карбонаты карбонатитов и первичные сульфиды железа, а также новообразованным вторичным минералам, устойчивым в зоне гипергенеза.

Растворение и вынос карбонатов происходит медленнее, чем растворение сульфидов, но значительно быстрее, чем гидролиз и выщелачивание силикатов. Одновременно с выносом из карбонатитов карбонатных

ионов, которые частично фиксируются в составе вторичных фосфатов, выносятся Fe<sup>2+</sup>, которое в значительной степени здесь же окисляется и осаждается в виде оксидов и гидроксидов Fe<sup>3+</sup>. Незначительное количество Fe<sup>2+</sup> может присутствовать в верхних горизонтах гипергенеза в составе устойчивых силикатов и титанистых минералов. Оксиды марганца и магния, связанные с карбонатитами, частично переходят в раствор и выносятся за пределы профиля гипергенеза, но значительная часть Mn<sup>2+</sup> окисляется до Mn<sup>4+</sup> и при pH 5,5-7,0 образует труднорастворимые оксиды и гидроксиды (пиролузит, манганит и др.), а магний, правда в меньшем объеме, удерживается в форме поглощенных оснований преимущественно глинистыми минералами совместно с оксидами и гидроксидами марганца. В условиях кислотного характера выщелачивающей среды (преимущественно 5,5-3,0) полностью растворяются не только первичные карбонаты, приводя к двух-, трехкратному сокращению первоначального объема пород субстрата, но и силикаты, а также апатит. При выветривании пород в условиях повышенной кислотности вод с образованием гидрослюдистых минералов и каолинита, фосфор мигрирует достаточно легко и уступает в этом отношении лишь натрию, калию, кальцию и магнию. Увеличение растворимости соединений фосфора и его миграционной способности могут вызывать только сильные кислоты и их кислые соли, но в таких условиях, при pH 2,0-4,0 в жидкой фазе в значительных концентрациях постоянно присутствуют железо, алюминий, меньше медь, свинец, дающие устойчивые и труднорастворимые фосфаты. Фосфаты, будучи солями многоосновной ортофосфорной кислоты, могут существовать в виде соединений различного состава. В равновесных фосфатных системах состав образующихся минеральных ассоциаций зависит практически только от pH раствора. Область минимальной растворимости и наибольшей устойчивости фосфатов железа находится в пределах pH 2,0-5,5, алюминия – в пределах pH 3,0-5,0. Более же кислые воды в природных условиях являются резко неравновесными по отношению к карбонатитам и существуют локально, непродолжительное время, не изменяя направленности гипергенного процесса. Таким образом, в кислых средах при pH 2,0-4,0 главными факторами, ограничивающими растворимость и миграцию фосфора в зоне гипергенеза, является железо, алюминий, в меньшей степени медь, свинец. При уменьшении кислотности среды все большую роль начинает играть кальций. При pH 3,5-5,5 растворимость фосфатов будет ограничиваться в основном содержанием железа и алюминия, при pH 5,5-8,0 – содержанием кальция и лития, при pH 7,0-8,0 – содержанием калия. Эти обстоятельства хорошо объясняют зональное распределение фосфатных минералов в профиле гипергенеза (сверху вниз): железозосфаты, железозосфаты и алюмофосфаты, фосфаты кальция, фосфаты кальция и калия.

Значительная часть фосфатов, растворенных в условиях повышенной кислотности вод, тут же осаждается в виде вторичных фосфатов железа, алюминия (крандаллит, горсейксит, гойяцит), а частично происходит вынос и переотложение вторичных фосфатов преимущественно в виде гидроксилфторкарбонатапатита – франколита на более низких горизонтах гипергенеза. Горизонты резко обогащенные франколитом (до 20-30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), повсеместно отмечаются в нижних частях профиля гипергенеза.

Поведение Si, Al, Na, K и др. элементов, связанных с силикатными минералами карбонатитов, не подчиняется четко выраженной зональности, ввиду крайне неравномерного распределения включений силикатных пород, хотя в общем профиле гипергенеза карбонатитов их растворение, миграция и осаждение подчиняется общему кислотно-щелочному режиму.

Таким образом, конечные продукты гипергенеза карбонатитов, образующиеся в условиях слабокислой и кислой сред минералообразования и представляющие собой охристые или глинисто-охристые (по карбонатитам с силикатными включениями) продукты конечного гидролиза, окисления и выщелачивания, образуют зону охристых или глинисто-охристых продуктов гипергенеза карбонатитов. Образование этой зоны непосредственно залегают на продуктах гипергенеза зоны дезинтеграции карбонатитов.

Исходя из изложенных выше теоретических аспектов поведения апатитсодержащих карбонатитов в зоне гипергенеза, представляется наиболее обоснованным выделение в профиле гипергенеза двух зон: дезинтегрированных и охристых или глинисто-охристых продуктов выветривания с соответствующими минеральными ассоциациями гипергенных фосфатов [5].

Зональность профиля гипергенеза карбонатитов, определяемая кислотно-щелочными условиями минералообразования и соответствующими ассоциациями фосфатных минералов и их смесей, в зависимости от pH жидкой фазы, в реальных природных условиях, редко проявляется в полном объеме. Ввиду различной степени эродированности, на отдельных месторождениях могут отсутствовать верхние горизонты зоны охристых продуктов гипергенеза. Отдельные горизонты в пределах зон, с соот-

ветствующими ассоциациями фосфатных минералов могут иметь преимущественное развитие при почти полном отсутствии других, ввиду различных физико-химических условий протекания гипергенных процессов, и структурно-тектонических особенностей пород субстрата. Так, железосодержащие фосфаты обнаружены в охристых продуктах гипергенеза карбонатитов месторождения Ковдор, алюмосодержащие фосфаты – месторождений Ессей, Ковдор, Чуктукон, а на Татарском месторождении преимущественным распространением пользуются гипергенные фосфаты кальция при отсутствии железосодержащих фосфатов и почти полном отсутствии алюмосодержащих фосфатов.

#### Список литературы

1. Бурмин Ю.А. Геохимия рудоносных кор выветривания. М., Недра, 1987.
2. Кашик С.А., Мазилев В.Н. Карбонатные породы в зоне гипергенеза. Новосибирск: Наука, 1992.
3. Лапин А.В., Толстов А.В. Окислительный и восстановительный этапы формирования зоны гипергенеза карбонатитов и их рудоносность // Геология рудных месторождений. 1991, №4.
4. Никитина Е.И. Геохимические особенности фосфатноносных кор выветривания Бирикээнского месторождения. Физико-химические аспекты получения материалов из природного и техногенного сырья: сб. науч. тр. / отв. ред. С.А. Шахов. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2014.
5. Терехов В.Н., Никитина Е.И. Фосфатноносные коры выветривания проявления Чуктукон (Чадобецкое поднятие, юг Красноярского края) // Проблемы минерального сырья сельскохозяйственного назначения Сибири. Новосибирск, 1991.