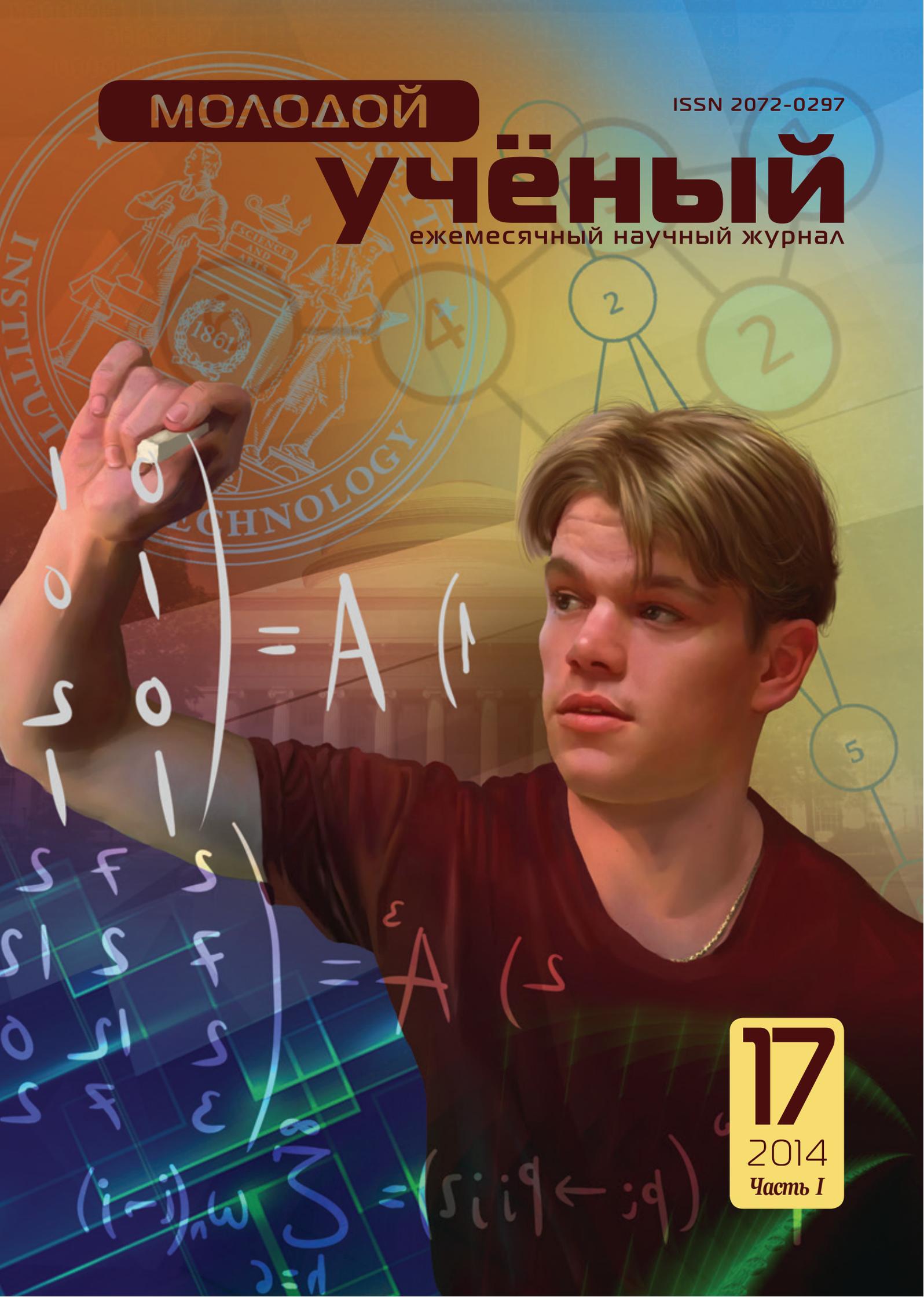


МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

ежемесячный научный журнал



17

2014

Часть I

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 17 (76) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:** Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Алиева Тарана Ибрагим кызы, *кандидат химических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Дёмин Александр Викторович, *кандидат биологических наук*

Дядюн Кристина Владимировна, *кандидат юридических наук*

Желнова Кристина Владимировна, *кандидат экономических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатова Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук*

Коварда Владимир Васильевич, *кандидат физико-математических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук, кандидат психологических наук*

Кучерявенко Светлана Алексеевна, *кандидат экономических наук*

Лескова Екатерина Викторовна, *кандидат физико-математических наук*

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Мусаева Ума Алиевна, *кандидат технических наук*

Насимов Мурат Орленбаевич, *кандидат политических наук*

Прончев Геннадий Борисович, *кандидат физико-математических наук*

Семахин Андрей Михайлович, *кандидат технических наук*

Сенюшкин Николай Сергеевич, *кандидат технических наук*

Ткаченко Ирина Георгиевна, *кандидат филологических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

*На обложке изображен Уилл Хантинг — персонаж фильма «Умница Уилл Хантинг».*

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

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231. E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Галина Анатольевна

Осянина Екатерина Игоревна

**Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

**Художник:** Евгений Шишков

**Верстка:** Максим Голубцов

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

- Бородин А. В., Бычков И. А.**  
Система выбора поставщиков перерабатывающего предприятия в условиях неопределенности..... 1
- Мальцева Л. С., Крицкая А. В.**  
Математическая модель популяции, подверженной промыслу ..... 3

### ФИЗИКА

- Данилов О. Е.**  
Виртуальный термометр для учебных физических опытов .....11
- Mehdi Zohrabi**  
Simulation of quantum efficiency of CdSe quantum dot near gold tip .....15
- Карабасова Г. Б.**  
Требование к демонстрационным опытам и совершенствование оборудования учебного демонстрационного эксперимента ....19

### ХИМИЯ

- Алиев Ф. Ю., Азизова С. М.**  
Антимикробная эффективность бензилалканоилдисульфидов в составе масла М-11 .....22
- Арсентьев М. Ю., Калинина М. В., Егорова Т. Л., Приходько А. В.**  
Метод кристаллохимического анализа и теория функционала электронной плотности для анализа ионной проводимости в неорганических соединениях со сложными топологическими характеристиками .....26
- Турсунова Д. Э., Ихтиёрова Г. А., Муинова Н.**  
Адсорбция активных красителей из сточных вод органомглиной .....29

### ИНФОРМАТИКА

- Мухамадиева К. Б.**  
Применение тренажеров в системе дистанционного обучения.....32
- Польшакова Н. В., Винеvская Н. Ю., Раманова О. И.**  
Создание наглядных демонстрационных материалов с использованием различных программно-прикладных пакетов обработки цифровой информации .....33

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Антипин А. Ф.**  
О минимизации времени отклика интервально-логических регуляторов .....37
- Антонова Е. Н.**  
Природосберегающие технологии при освоении Юрхаровского газоконденсатного месторождения .....41
- Арискин М. В., Дмитриева Н. Е.**  
Методы проектирования гостиничных комплексов.....44
- Вардияшвили А. А., Захидов Р. А., Файзиев Т. А.**  
Расчет входящей радиации через прозрачную покрытия цилиндрических поверхностей гелиотеплиц ....46
- Гришкова Д. Ю.**  
Дифференцированные нормы налива нефтепродуктов .....50
- Захаров А. А., Емельянов Е. А., Швачко А. А.**  
Анализ структуры магнитного поля МПФС ЛБВ .....53
- Захаров Ю. А., Рылякин Е. Г., Семов И. Н., Орехов А. А.**  
Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур .....56

<b>Захаров Ю. А., Рылякин Е. Г., Семов И. Н.</b> Восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей машин проточным гальваническим цинкованием.....	58	<b>Нагарокова Д. К., Шхалахов Д. С., Нестеренко А. А.</b> Особенности производства сырокопченых колбас мажущейся консистенции .....	87
<b>Иванова Е. В., Алексеева М. С.</b> Уязвимость технологии Bluetooth.....	62	<b>Нагарокова Д. К., Шхалахов Д. С.</b> Использование комплексных смесей для производства колбас .....	90
<b>Калакуток М. Н.</b> Мембранные методы производства безалкогольного пива.....	63	<b>Пейсахович А. А., Огуречникова И. А.</b> Применение парофазной технологии для крашения полиамидных швейных ниток дисперсными красителями в их газообразном состоянии .....	93
<b>Кладов А. А., Кладов А. В., Таиров Р. Р., Кюннап И. А., Кусакин М. Ю.</b> Визуально-измерительный контроль фундаментов РВС (резервуаров вертикальных стальных) .....	67	<b>Савурбаев А., Мухаммадиев М. Т., Ахмедов Б. И., Синдаров П. М.</b> Осесимметричная динамическая задача о нагружении упруго-пластической сферы под действием подвижной нагрузки .....	97
<b>Лавриченко О. В.</b> Пассионарность как характерологическая доминанта стохастического анализа сбалансированного распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций на основе случайных выборок .....	70	<b>Сазанов Е. А.</b> Рендер в облаке в программе Autodesk Revit: преимущества и недостатки.....	102
<b>Магомедов А. М., Кишов Р. М.</b> Устройство отображения трехмерной информации с возможностью интерактивного управления .....	74	<b>Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Нагарокова Д. К.</b> Применение оптимизации рецептурных композиций колбасных изделий.....	103
<b>Миненко Е. Ю., Кусморова Ю. А.</b> Анализ мероприятий направленных на решение проблемы безопасности на железнодорожных переездах .....	78	<b>Тимошенко Н. В., Патиева А. М., Нагарокова Д. К.</b> Анализ колбасных изделий в процессе хранения .....	106
<b>Миненко Е. Ю., Кусморова Ю. А.</b> Общая характеристика железнодорожных переездов и показателей безопасности движения через них .....	80	<b>Турлубаев Е. С., Краснова Ю. Ю.</b> Исследование макетного образца компрессора с линейным приводом LV 3305 .....	109
<b>Нагарокова Д. К., Патиева С. В.</b> Разработка технологии колбасных изделий для детского питания.....	84	<b>Шебела К. Ю., Сарбатова Н. Ю.</b> Полезные свойства рыбы для питания .....	112



# Математика

## Система выбора поставщиков перерабатывающего предприятия в условиях неопределенности

Бородин Александр Викторович, доктор технических наук, профессор;

Бычков Иван Александрович, аспирант  
Московский государственный университет пищевых производств

В условиях изобилия в стране количество поставщиков производственных ресурсов резко увеличилось. Перерабатывающие предприятия, зависящие во многом от поставщиков, стараются отыскать для себя наиболее оптимальный вариант, который полностью будет удовлетворять всем требованиям, как заказчика, так и исполнителя. С этой целью была разработана и предложена методология выбора поставщиков по качественному параметру с применением лингвистических переменных, подсистемы логического вывода в теории нечетких множеств. Данная методология позволяет пользователю принять адекватное решение о выборе необходимого исполнителя заказа по установленным параметрам в кратчайшие сроки.

### Введение

Перерабатывающие предприятия во многом зависят от качества поставляемой продукции. При качественном и не дорогом сырье продукция, выпускаемая предприятием, будет во многом определять такие экономические показатели предприятия, как выручка, прибыль и рентабельность.

Поэтому перед данными предприятиями особо остро встает вопрос выбора наиболее приемлемого поставщика ресурсов. Достаточно сложно количественно оценить и ранжировать поставщиков ресурсов по таким параметрам, как качество, цена, условия оплаты, кредитоспособность, дополнительные услуги, сроки и способ поставок, комплектность поставок, надежность поставок и т.д. В этом случае лицу, принимающему решение, гораздо удобнее оперировать не с количественными, а с качественными оценками. В реальных условиях задача состоит в выборе из множества поставщиков, оцениваемых по множеству параметров.

Выбор наиболее привлекательных поставщиков по качественному параметру

К примеру, будем считать, что база данных о поставщиках содержит информацию, систематизированную в таблице 1.

Эти данные являются основой для построения базы знаний экспертной системы, основанной на использовании правил формата «Если-То». Будем использовать три вербальные оценки, характеризующие привлекательность поставщиков: отлично, хорошо и удовлетвори-

Таблица 1. База данных о поставщиках

Поставщик	Цена поставок	Условия оплаты	Качество	Контракт
Поставщик 1	Высокая	Кредитование в течение 30 дней	Средняя	Одноразовые поставки
Поставщик 2	Низкая	100% предоплата	Низкая	В течение небольших периодов
Поставщик 3	Высокая	100% предоплата	Низкая	Поставки на среднесрочной основе
Поставщик 4	Средняя	Кредитование в течение 30 дней	Высокая	Поставки на среднесрочной основе
-----	-----	-----	-----	-----
Поставщик 20	значение	значение	значение	значение

тельно. Пример написания правила формата «Если-То» представлен ниже:

**Правило 1.** Если: Цена поставок должна быть низкая  
То: Поставщик 1 подходит удовлетворительно  
Поставщик 2 подходит отлично  
Поставщик 3 подходит удовлетворительно  
Поставщик 4 подходит хорошо

После написания правил (п. 3.2.), имеется набор правил с неформализованными условиями и выводами, составляющими базу знаний и обеспечивающими работу подсистемы логического вывода [1].

### Лингвистические переменные в теории нечетких множеств

Лингвистическая переменная отличается от числовой переменной тем, что ее значениями являются не числа, а слова или предложения в естественном или формальном языке. Поскольку слова в общем менее точны, чем числа, понятие лингвистической переменной дает возможность приближенно описывать явления, которые настолько сложны, что не поддаются описанию в общепринятых количественных терминах. Поэтому основой метода нечетких множества является применение лингвистических переменных, их обработка для дальнейшей оценки поставщиков по качественному параметру.

В частности, нечеткое множество, представляющее собой ограничение, связанное со значениями лингвистической переменной, можно рассматривать как совокупную характеристику различных подклассов элементов универсального множества. В этом смысле роль нечетких множеств аналогична той роли, которую играют слова и предложения в естественном языке.

Важным аспектом понятия лингвистической переменной является то, что эта переменная более высокого порядка, чем нечеткая переменная, в том смысле, что значениями лингвистической переменной являются нечеткие переменные. Например, значениями лингвистической переменной **Возраст** могут быть: **молодой, немолодой, старый, очень старый, немолодой и не старый, вполне старый** и т.п. Каждое из этих значений является названием нечеткой переменной.

В нашем случае после написания правил для оценки поставщиков используем лингвистическую переменную **X = привлекательность**, определенную на универсальном подмножестве, представляющем интервал [0,1]. Термножество X записывается в виде:

$T(X) = \{\text{удовлетворительная, хорошая, отличная}\}$

Функции совместимости значений удовлетворительная, хорошая, отличная упрощенно записываются как наборы упорядоченных пар:

$M(\text{удовлетворительная}) = \{(0;1), (0,1;1), (0,2;0,85), (0,3;0,3), (0,4;0,1)\}$

$M(\text{хорошая}) = \{(0,3;0,25), (0,4;0,7), (0,5;1), (0,6;0,7), (0,7;0,25)\}$

$M(\text{отличная}) = \{(0,6;0,1), (0,7;0,3), (0,8;0,85), (0,9;1), (1;1)\}$

Для функций принадлежности термов используется либо треугольная форма, либо экспоненциальная. В данном случае используем экспоненциальные функции. В функциях совместимости значений первое число из набора упорядоченных пар является нечетким числом, второе — уровень значимости нечеткого числа [1].

Сумму весовых коэффициентов будем считать равным значением для каждого параметра:

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1$$

При выборе мы стремимся к тому, чтобы оценка привлекательности была как можно ближе к 1. Эту цель можно изобразить с помощью нечеткого множества число, близкое к 1, которое определим следующим образом:

$G = \{(0,5;0,1), (0,6;0,2), (0,7;0,3), (0,8;0,6), (0,9;0,9), (1,1)\}$

Далее берем разницу уровней значимости нечетких чисел между числом, близким к 1, и поставщиками ресурсов. Разницу обозначим соответственно  $d$ . По критерию минимального расстояния Хемминга выбираем поставщика [1].

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|$$

Считаем наиболее привлекательного того поставщика, у которого разница значимостей нечетких чисел  $d$  будет минимальной.

### Заключение

На основании анализа проблемы выполнен проект выбора поставщиков в условиях неопределенности с применением теории нечетких множеств. В основе данной методологии явную роль при выборе поставщиков играют лингвистические переменные. Благодаря данному параметру и обобщенному расстоянию Хемминга удается ранжировать и выбирать поставщиков по качественному параметру наиболее эффективным способом.

Чтобы учитывать возможные объемы поставляемой продукции у поставщиков после качественной оценки есть возможность произвести количественную оценку с помощью методов кластерного анализа.

Следует развивать и автоматизировать данное направление деятельности предприятия с целью максимизации прибыли от качественного решения, и минимизации сбоев в работе предприятия, которые могут быть вызваны принятием не корректного решения.

Литература:

1. Птускин, А. С. Нечеткие модели и методы в менеджменте. Изд-во МГТУ им. Баумана, 2008, 216 с.

## Математическая модель популяции, подверженной промыслу

Мальцева Любовь Сергеевна, аспирант;  
Крицкая Анна Валерьевна, аспирант  
Санкт-Петербургский государственный университет

*Ставится задача об одиночной популяции, подверженной промыслу. Исследуется двухпараметрическая математическая модель, предложенная Джеймсом Марри. Построена область параметров, в которой существуют несколько стационарных решений для точечной модели. Доказано, что для диффузионной модели на линейном ареале могут существовать стационарные периодические решения.*

*Ключевые слова: популяция, краевые задачи, математическое моделирование.*

### Введение

В исследованиях Вольтерра [4] в первой половине XX века были заложены основы математической популяционной биологии. К сегодняшнему дню его последователями предложено много работ, в которых предлагаются различные трофические функции для взаимодействующих популяций, разработаны новые математические модели [3, 6, 10–12, 17, 25, 29, 31, 32, 52, 63, 64]. Большая часть моделей, представляет собой задачу Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Реальные популяции живут на территориях, как с различными свойствами среды, так и с внутренней социальной организацией в разных ее частях [2, 18]. Это вызывает распространение особей по территории [5, 15, 16, 18, 35, 42, 43]. В математических моделях среда обитания считается сплошной, что позволяет использовать аппарат дифференциальных уравнений в частных производных, широко применяемый при разработке математических моделей агрессивных сплошных сред с нелинейными свойствами [7, 8, 13, 14, 19, 21, 22, 26–28, 38–41, 45–51, 59, 61, 63, 65, 66, 68].

Наиболее часто в литературных источниках встречаются модели для популяций, взаимодействующих по принципу хищник-жертва [3, 6, 33] или конкурирующих популяций [32]. Значительно реже встречаются модели для одиночной популяции [17, 25, 29, 31, 32, 34, 44, 53, 60]. В работе рассматривается модель одиночной логистической популяции, подверженной промыслу, предложенная в работах [60, 64]. Изъятие части популяции из отдельных зон ареала, как показывают полевые наблюдения, обычно не приводит к ее гибели. Со временем за счет миграции из соседних областей происходит восстановление ее численности [54]. Однако интенсивный промысел может привести к нарушению экологического равновесия в ареале с немалыми экономическими потерями [24, 37]. На практике регулирование численности популяции осуществляется с помощью квот. В теоретических исследованиях предлагаются различные подходы, используемые при управлении техническими системами [1, 20, 55–58, 67]. Однако в моделях такого рода не учитываются внутренние процессы, происходящие в популяции и приводящие к изменению стратегии их выжи-

вания. В результате даваемый на основе таких моделей прогноз о состоянии системы в будущем может быть даже ошибочным [23, 24].

В работе анализируется вариант промысла, при котором могут существовать несколько стационарных состояний. При этом устойчивым стационарным состоянием может оказаться состояние с минимальной численностью популяции.

### Модель логистической популяции, подверженной промыслу

В работе [60] в качестве математической модели одиночной популяции было предложено уравнение

$$\frac{du}{dt} = u(1-u) - \gamma(1 - \exp(-\alpha u^2)) = f(u), \quad (1)$$

в котором  $\gamma$  и  $\alpha$  положительные постоянные, характеризующие уровень изъятия популяции. При  $\gamma = 0$  уравнение (1) переходит в уравнение для логистической популяции, существующей на неограниченном трофическом ресурсе.

Стационарной точкой уравнения (1) является  $u = 0$ .

Поскольку в этой точке  $\frac{df}{du} = 1 > 0$ , то она будет неустой-

чивой: в ее малой окрестности функция  $u = u(t)$  будет возрастающей функцией времени. В точке  $u = 1$  функция

$f(u)$  вместе со своей производной  $\frac{df(u)}{du}$  принимает от-

рицательные значения. Поэтому при  $0 < u \leq 1$  уравнение (1) будет иметь хотя бы одну стационарную точку. Если функция  $f(u)$  имеет кроме максимума еще и минимум, то уравнение  $f(u) = 0$  может иметь еще два нетривиальных корня. То есть необходимым условием существования минимума в точке, в которой функция  $f(u)$  обращается в ноль (условие существования кратного корня), является одновременное выполнение неравенств

$$f(u) = 0 \text{ и } \frac{df(u)}{du} = 0$$

или

$$f(u) = u(1-u) - \gamma(1 - \exp(-\alpha u^2)) = 0, \tag{2}$$

$$P(u) = \frac{1}{2} - u - \alpha u(\gamma - u(1-u)) = 0.$$

Второе уравнение является полиномом третьей степени. При этом

$$P(0) = 1/2, \quad \frac{dP(0)}{du} = -1.$$

То есть в точке  $u = 0$  этот полином положителен и является убывающей функцией.

При  $u = 1$  полином  $P(u)$  является убывающей функцией, поскольку  $P(1) = -1/2 - \alpha\gamma < 0$  и

$$\frac{dP(1)}{du} = -1 - \alpha(3 + \gamma) < 0.$$

При  $u = 1/2$   $P(1/2) = -\alpha u(\gamma - 1/4)$  и

$$\frac{dP(1/2)}{du} = -1 - \alpha(\gamma - 1/4).$$

Если выполняется неравенство  $\gamma < 1/4$ , то в этой точке полином  $P(u)$  будет принимать положительные значения и будет возрастающей функцией при значениях параметра  $\alpha > 1/(1/4 - \gamma)$ . В этом случае при  $0 < u < 1/2$  полином  $P(u)$  будет иметь минимум. Если этот минимум будет отрицательным, то полином будет иметь три корня: два на промежутке  $(0, 1/2)$  и один на промежутке  $[1/2, 1]$  и, соответственно уравнение (1) будет иметь три стационарные точки. В этом случае экстремумы полинома достигаются в точках

$$u_1 = \frac{1}{3}(1 - \sqrt{1 - 3(\gamma + 1/\alpha)}) \text{ и } u_2 = \frac{1}{3}(1 + \sqrt{1 - 3(\gamma + 1/\alpha)}).$$

При значениях параметра  $\alpha > \frac{3}{1-3\gamma}$  точки экстре-

ма будут лежать внутри промежутка  $[0, 1]$ . Первый корень не превышает значения  $1/3$ . При  $u = 1/3$

$$P(1/3) = \frac{1}{6} - \alpha \frac{1}{3} \left( \gamma - \frac{2}{9} \right)$$

принимает отрицательное значение при  $2/9 < \gamma < 1/4$ , если  $\alpha > \frac{1}{2(\gamma - 2/9)}$ . Мини-

мальное значение правой части этого неравенства достигается при  $\gamma = 1/4$  и равно 18. Таким образом, можно найти такие значения  $\gamma \in (0, 1/4)$  и  $\alpha > 18$ , при которых система уравнений (2) будет иметь хотя бы одно решение и, соответственно, уравнение (1) будет иметь три стационарные точки.

На рис. 1 в системе координат  $(\gamma, \alpha)$  сплошной линией отображена граница раздела между областями, в которых существует одна и три стационарные точки. Вид функции  $f = f(u)$  с тремя корнями на промежутке  $(0, 1]$  отображен на рис. 2 ( $\alpha = 50, \gamma = 0.22$ ). Нулевая стационарная точка  $u = 0$  и точка  $u = u_2$  будут неустойчивыми, а точки  $u = u_1$  и  $u = u_3$  будут устойчивыми.

### Диффузионная модель

В природе все живое живет на ограниченной территории. Геометрические формы ареалов могут быть самыми разнообразными — долины рек, горные хребты, обочины дорог [2, 15, 16, 18, 35, 42, 43], представляющие собой протяженные в одном направлении ареалы. В математической модели такой ареал можно представить в виде отрезка прямой [3, 11, 12, 17]. В этом случае для опи-

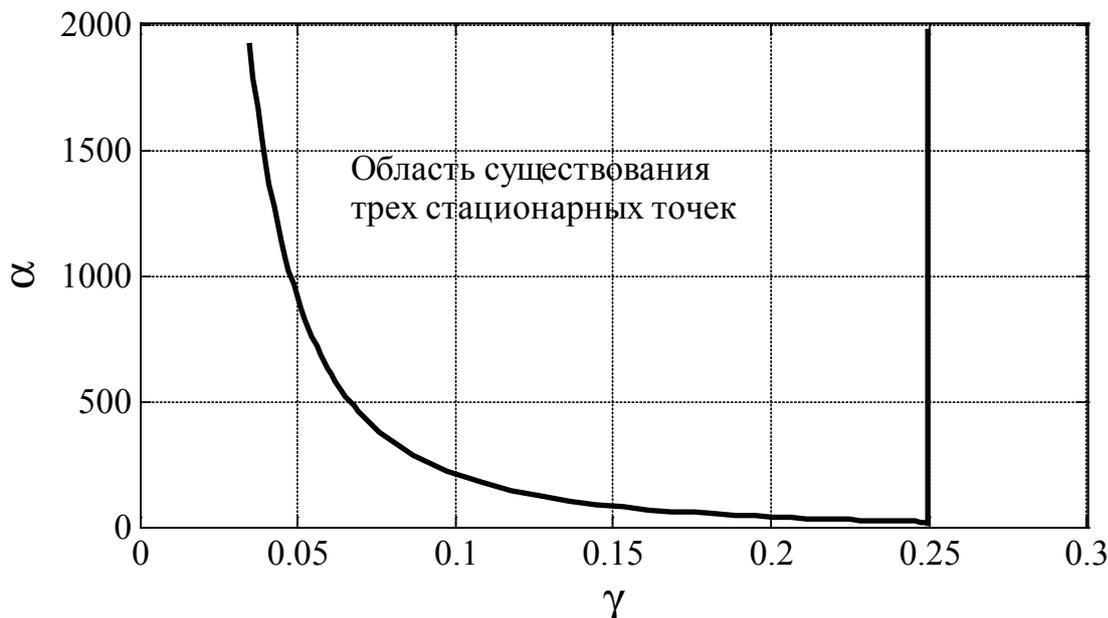


Рис. 1. Граница раздела между областями, в которых существует одна и три стационарные точки уравнения (1)

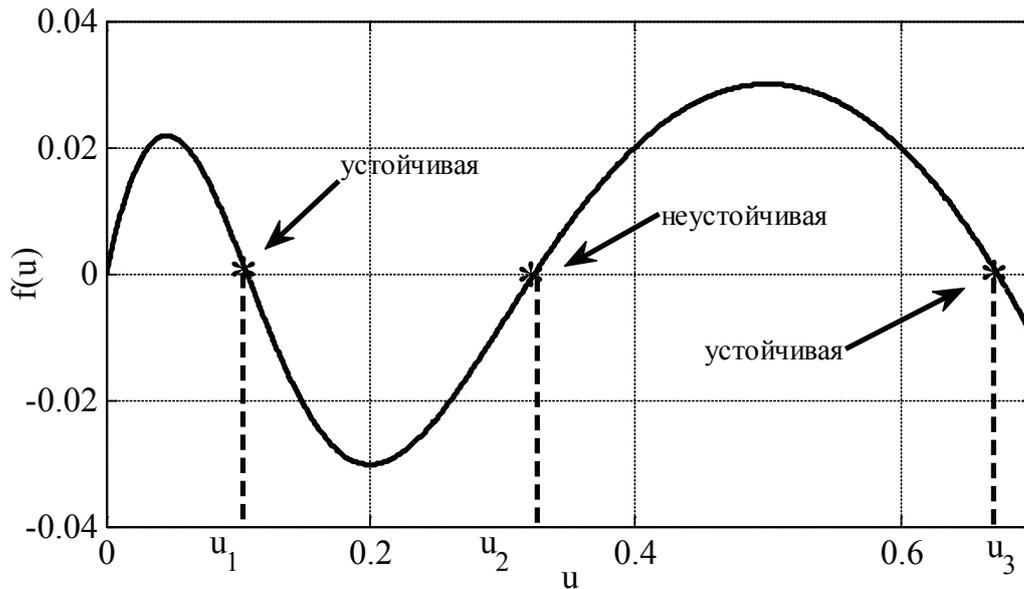


Рис. 2. Вид функции  $f = f(u)$  с тремя корнями на промежутке  $(0, 1]$  ( $\alpha = 100, \gamma = 0.2$ )

сания распространения особей можно использовать эволюционное уравнение [3, 52, 64, 68]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + u(1-u) - \gamma(1 - \exp(-\alpha u^2)), \quad (3)$$

где  $x$  — декартова координата, а параметр  $D$  характеризует подвижность особей. В этой модели предполагается, что перемещение особей на отрезке происходит случайным образом [52].

К уравнению (3) для случая отрезка длиной  $l$  необходимо добавить начальные и граничные условия. В качестве начальных условий задается значение функции  $u = u(t, x)$  в начальный момент времени: при  $t = 0$   $u(x) = u_0(x)$ .

В качестве граничных условий рассматриваются условия наполнения среды [52]:

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=l} = 0. \quad (4)$$

Условие обращения в ноль производной  $\partial u / \partial x$  на границах отрезка допускает свободный рост численности популяции в этих точках.

Если в качестве начальных условий для уравнения (3) взять  $u_0(x) = u^*$ , где  $u = u^*$  корни уравнения  $f(u) = 0$ , то функция  $u(t, x) = u^*$  будет решением этого уравнения при граничных условиях (4). Если уравнение  $f(u) = 0$  имеет несколько решений, то и уравнение (3) при граничных условиях (4) может иметь неединственное решение.

### Стационарное решение

Уравнение (3) при  $f(u) \equiv 0$  переходит в уравнение диффузии и его решение при стационарных граничных условиях со временем стремится к решению статической задачи независимо от значения искомой функции в начальный момент времени [52]. При рассматриваемых вариантах граничных условий (4) это будет тривиальное решение. Для нелинейного уравнения (3) это свойство может отсутствовать.

Стационарное решение нелинейного уравнения (3) должно удовлетворять дифференциальному уравнению

$$D \frac{d^2 u}{dx^2} + u(1-u) - \gamma(1 - \exp(-\alpha u^2)) = 0. \quad (5)$$

Это уравнение при естественном требовании  $f(0) = 0$ , накладываемом на функцию  $f(u)$ , при граничных условиях (4) будет иметь тривиальное решение.

Если уравнение (5) умножить на  $du / dx$  и проинтегрировать, то можно получить квадратуру [17]

$$\frac{1}{2} D \left( \frac{du}{dx} \right)^2 = \Phi(u_*) - \Phi(u), \quad (6)$$

где  $\Phi(u) = \int_0^u [u(1-u) - \gamma(1 - \exp(-\alpha u^2))] du$ ,

а  $u_* \neq 0$  — значение функции  $u$  в точке  $x = l$ . Такой выбор постоянной интегрирования  $u_*$  обеспечивает выполнение граничного условия при  $x = l$  в (4). Если функция

$f(u)$  на промежутке  $[0, u_*]$  неотрицательна, то  $\Phi(u)$  в силу этого будет монотонно возрастающей функцией с экстремальным значением в точке  $u = u_*$  (при  $x = l$ ).

При наличии трех нетривиальных стационарных точек  $u_1, u_2$  и  $u_3$  (рис. 2) функция  $\Phi(u_*) - \Phi(u)$  на отрезке  $[u_2, u_3]$  имеет экстремумы в точках  $u_2$  и  $u_3$ . Поэтому  $u_*$  должно удовлетворять ограничениям  $u_2 < u_* < u_3$ .

В этом случае из (6) следует зависимость между  $u(x)$  и  $x$ :

$$\int_{u_2}^u \frac{du}{\sqrt{\Phi(u_*) - \Phi(u)}} = \frac{2}{\sqrt{D}} x. \tag{7}$$

Длина отрезка  $l$ , на левом крае которого выполняется условие  $u = u_2$ , а на правом  $u = u_*$  подсчитывается по формуле

$$\frac{\sqrt{D}}{2} \int_{u_2}^{u_*} \frac{du}{\sqrt{\Phi(u_*) - \Phi(u)}} = l$$

Интеграл в правой части этого выражения будет сходиться, поскольку функция  $\Phi(u_*) - \Phi(u)$  имеет ноль первого порядка только при  $u = u_* < u_3$ . При этом на построенном решении  $du/dx$  обращается в ноль на границах промежутка. То есть построенное нетривиальное решение будет удовлетворять условиям (4). Такое решение можно продолжить на бесконечную прямую.

Устойчивость равновесных состояний. Стационарное уравнение (6) при наличии четырех корней у функции  $f(u)$  на промежутке  $[0, 1]$  наряду с решениями  $u = 0, u = u_1, u = u_2$  и  $u = u_3$  (рис. 2) может иметь периодические решения на бесконечной прямой. Пусть наряду с одним из этих решений существует близкое к нему решение  $u = u^* + \delta u$  такое, что  $\delta u$  — малая по сравнению с единицей величина [17, 27, 31]. Тогда из уравнения (3) с точностью до величин второго порядка малости следует уравнение для  $\delta u$

$$\frac{\partial \delta u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \delta u}{\partial x^2} + f'_u(u) \delta u \tag{8}$$

с начальным условием  $\delta u(t = 0, x) = \delta u_0(x)$ , где  $\delta u_0(x)$  — малое отклонение от положения равновесия такое, что  $|\delta u_0(x)| \ll 1$ .

Для случая граничных условий (4) решение уравнения (8) представляется в виде тригонометрического ряда

$$\delta u = C_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} C_k(t) \cos \lambda_k x, \quad (\lambda_k = k\pi/l).$$

После подстановки этого выражения для  $\delta u$  в уравнение (8), последующего умножения на  $\cos \lambda_k x$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) и интегрирования по промежутку  $[0, l]$  будут получены уравнения для  $C_k = C_k(t)$ :

$$\frac{dC_k}{dt} = -D\lambda_k^2 C_k(t) + \frac{2}{l} \int_0^l f'_u(u) \delta u \cos \lambda_k x dx$$

$$(k = 1, 2, \dots), \quad \frac{dC_0}{dt} = \frac{2}{l} \int_0^l f'_u(u) \delta u dx.$$

Уравнение для  $C_0(t)$  при  $C_k = 0$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) принимает вид

$$\frac{dC_0}{dt} = C_0 \frac{2}{l} \int_0^l f'_u(u) dx.$$

Отсюда следует, что при положительных значениях  $f'_u(u)$  функция  $C_0 = C_0(t)$  будет возрастающей функцией времени и соответствующее стационарное решение будет неустойчивым. То есть решения  $u = 0, u = u_2$  (рис. 2) и нетривиальное стационарное решение (7) будут неустойчивыми.

### Численные эксперименты

Построение аналитических решений нелинейных эволюционных задач не представляется возможным. Для построения численного решения дифференциальных уравнений используются различные методы аппроксимации решений. Один из них — аппроксимация непрерывной функции сеточной и дискретизация дифференциальных операторов [27, 36, 62] с последующим сведением решения краевой задачи для дифференциальных уравнений к решению системы нелинейных трансцендентных уравнений. Анализ численных результатов решения нелинейных эволюционных уравнений различными методами, проведенный в [33], показал, что для непрерывных трофических функций результаты совпадают с высокой степенью точности. Но в тех случаях, когда существуют автоволновые решения [9, 22, 30, 64] наиболее эффективными являются сеточные методы. Один из вариантов сеточных методов реализован в виде «встроенной» функции в математическом пакете *MatLab*.

Построение численного решения уравнения (3) при граничных условиях (4) осуществлялось в среде программирования математического пакета *MatLab* с применением встроенной функции *pdepe*, в которой используются сеточные методы решения краевых задач. В качестве начальных условий бралась функция  $u_0(x) = u_2 + \varepsilon_1(x/l - \varepsilon_2)$ , где  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  малые положительные величины, а  $u_2$  — стационарное решение уравнения (1) (рис. 2). То есть при  $x \in [0, \varepsilon_2 l]$  функция  $u_0(x) - u_2$  принимает отрицательные значения, а при  $x \in [\varepsilon_2 l, l]$  — положительные. Такое начальное распределение представляет собой малое отклонение от стационарного решения  $u = u_2$ , которое является неустойчивым.

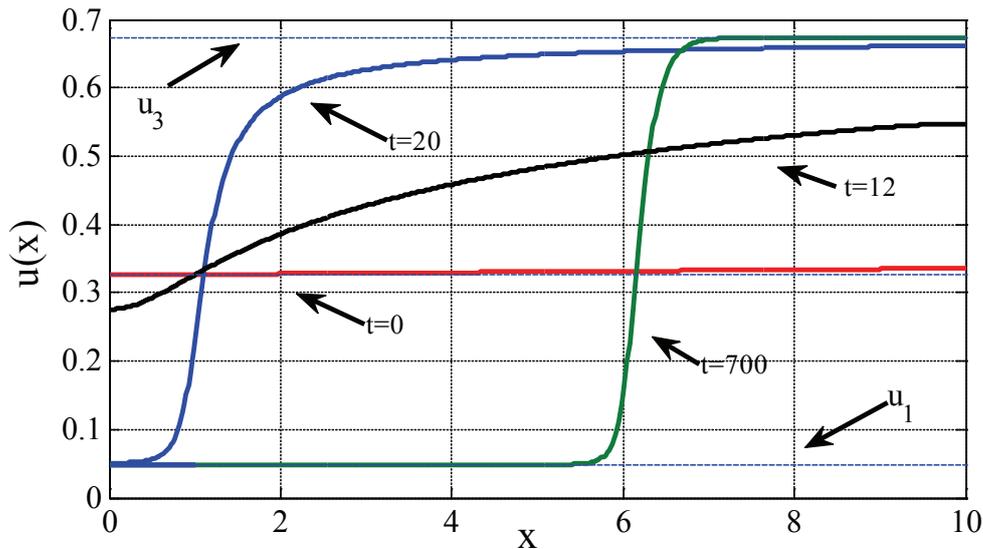


Рис. 3. Зависимость функции  $u = u(x)$  в моменты времени  $t = 0, 12, 20, 700$  ( $\alpha = 100, \gamma = 0.22, D = 0.01$ )

Результаты численного решения для случая  $\varepsilon_1 = 0.01, \varepsilon_2 = 0.01, l = 10, \alpha = 100, \gamma = 0.22, D = 0.01$  в различные моменты времени в виде зависимостей  $u = u(x)$  представлены на рис. 3. Как следует из полученного результата при малых отклонениях от стационарного решения таких, что численность популяции в малой окрестности точки  $x = 0$  уменьшается ( $f(u) < 0$ ), а на остальной части увеличивается ( $f(u) > 0$ ). На начальном временном интервале ( $t = 12, t = 20$ ) на левом крае значение функции  $u = u(x)$  приближается к стационарному значению  $u = u_2$ , а на правом — к  $u = u_3$ . Со временем происходит постепенный переход решения в стационарное состояние  $u = u_1$  ( $t = 700$ ). Таким образом, при незначительных отклонениях от неустойчивого стационарного

положения равновесия на малой части пространственного ареала возможно уменьшение численности на всем ареале.

### Заключение

Таким образом, в рассматриваемой модели одиночной популяции, подверженной промыслу, существует два удаленных друг от друга распределения численности особей на отрезке при одном и том же способе «изъятия» особей. Переход между этими состояниями может происходить только «скачкообразно». Наиболее рациональный вариант промысла для такой модели — поддерживать численность популяции на более высоком уровне, поскольку переход из области с меньшей численностью в область с большей численности может потребовать немалых экономических затрат.

Как следует из полученных выше результатов из «диффузионной» модели одиночной популяции следуют результаты, не содержащиеся в «точечных» моделях — на бесконечной прямой могут существовать периодические решения стационарного уравнения.

### Литература:

1. Алферов, Г.В. Генерация стратегии работа в условиях неполной информации о среде // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. — 2003. — № 35. — с. 4–23.
2. Аргунов, А.В. Морфологические особенности и систематическое положение сибирской косули (*capreolus rugarugus pall.*, 1771) Якутии // Амурский зоологический журнал. — 2013. — Т. 5. — № 2. — с. 208–212.
3. Базыкин, А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2003. — 368 с.
4. Вольтерра, В. Математическая теория борьбы за существование. Москва-Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2004. — 288 с.
5. Вяткин, П.С. Динамика Корякской популяции лося (*alces alces linnaeus*, 1758) // Амурский зоологический журнал. — 2012. — Т. 4. — № 1. — 403–410.

6. Гасратова Н. А., Бойцов Д. С., Крылова В. А. Модель Базыкина хищник-жертва // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2014), сб. тр. VII междунар. конф. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2014. с. 84–86.
7. Гасратова, Н. А. Напряженно-деформированное состояние упругого пространства со сферическим жестким включением // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2009. — № 1. — с. 14–18.
8. Гасратова, Н. А. Решение некоторых классических пространственных задач теории упругости в напряжениях // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — с. 1–6.
9. Гасратова, Н. А., Бойцов Д. С., Габриелян Л. А., Тюганова Т. М. Математическая модель иммунного ответа организма млекопитающих на поражение кожи ожогом // Молодой ученый. — 2014. — № 12 (71). — с. 1–7.
10. Гасратова, Н. А., Бойцов Д. С., Крылова В. А., Гаврилова А. В. Модель Базыкина-Свирижева хищник-жертва // Молодой ученый. — 2014. — № 12 (71). — с. 8–12.
11. Гасратова, Н. А., Столбовая М. В., Бойцов Д. С., Степанова Д. С. Математическая модель хищник-жертва на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 11. — с. 1–10.
12. Гасратова, Н. А., Столбовая М. В., Неверова Е. Г., Бербер А. С. Математическая модель «ресурс-потребитель» // Молодой ученый. — 2014. — № 10 (69). — с. 5–14.
13. Гасратова, Н. А., Шамина В. А. Об одном подходе к решению осесимметричных задач линейной теории упругости // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2007. — № 2. — с. 101–106.
14. Гасратова, Н. А., Шамина В. А. Решение в напряжениях линейной осесимметричной задачи для сферы и упругого пространства со сферической полостью // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2008. — № 2. — с. 122–128.
15. Гилев, А. В. Закономерности пространственного распределения и научные основы охраны рыжих лесных муравьев // Зоологический журнал. — 2010. — Т. 89. — № 12. — с. 1413–1420.
16. Глушков, В. М., Сафонов В. Г., Сергеев А. А., Шевнина М. С., Анализ динамики популяций лоса на Южном Урале // Теоретическая и прикладная экология. — 2013. — № 2. — с. 153–160.
17. Горбунова, Е. А., Колпак Е. П. Математические модели одиночной популяции // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления Сер. 10. — 2012. — Вып. 4. — с. 18–30.
18. Громов, В. С. Пространственно-этологическая структура популяций грызунов. М.: Т-во научн. изданий КМК. 2008. 581 с.
19. Даль, Ю. М., Пронина Ю. Г. Сосредоточенные силы и моменты у границы упругой полуплоскости // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. — 1998. — № 5. — с. 78.
20. Жигальский, О. А. Экологическое регулирование численности популяций мелких млекопитающих // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 2. — с. 61–64.
21. Жукова, И. В., Колпак Е. П. Математическая модель солидной опухоли // Естественные и математические науки в современном мире. — 2013. — № 13. — с. 18–25.
22. Жукова, И. В., Колпак Е. П. Математические модели злокачественной опухоли // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2014. — № 3. — с. 5–18.
23. Ильичев, В. Г. Оптимизация и пространственная адаптация в проблеме многолетнего вылова рыбных популяций // Проблемы управления. — 2014. — № 2. — с. 66–74.
24. Ильичев, В. Г., Ильичева В. В. Пространственная адаптация и оптимальный промысел рыбных популяций // Экономика и математические методы. — 2014. — Т. 50. — № 3. — с. 119–129.
25. Колесин, И. Д., Старков В. Н., Гасратова Н. А. Одиночная популяция под антропогенным давлением // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2014. — № 6 (96). — с. 226–232.
26. Колпак, Е. П. Введение в механику сплошных сред учебное пособие / Е. П. Колпак; С. — Петерб. гос. ун-т. СПб. 2004.
27. Колпак, Е. П. Устойчивость и закритические состояния безмоментных оболочек при больших деформациях // диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Санкт-Петербург, 2000.
28. Колпак, Е. П., Балыкина Ю. Е., Котина Е. Д., Жукова И. В. Математическая модель нарушений функционирования щитовидной железы // Молодой Ученый. — 2014. — № 2 (61). — с. 19–24.
29. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Балыкина Ю. Е., Гасратова Н. А. Математическая модель одиночной популяции на билокальном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 1 (6). — с. 28–33.
30. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Жукова И. В. Математическая модель популяционной волны // Естественные и математические науки в современном мире. — 2014. — № 16. — с. 25–41.

31. Колпак, Е. П., Горбунова Е. А., Столбовая М. В., Балыкина Ю. Е. Математическая модель логистической популяции на линейном ареале // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — с. 6–14.
32. Колпак, Е. П., Горыня Е. В., Полежаев В. Ю. Математическая модель конкуренции двух популяций (линейный ареал) [Текст] Колпак Е. П., Горыня Е. В., Полежаев В. Ю. // Сборник трудов VII Междунар. науч. конф. «Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2014)». — Воронеж: Научная книга. 2014. — с. 206–209.
33. Колпак, Е. П., Жукова И. В., Степанова Д. С., Крицкая А. В. О численных методах решения эволюционных уравнений на примере математической модели «хищник-жертва» // Молодой ученый. — 2014. — № 4 (63). — с. 20–30.
34. Колпак, Е. П., Столбовая М. В. Математическая модель кинетики роста растений // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. — 2013. — № 12 (90). — с. 230–232.
35. Коробченко, М. А. Расширение ареала крота европейского (*talpa europaea*) в долине реки Северный Донец // Зоологический журнал. — 2009. — Т. 88. — № 4. — с. 465–472.
36. Котина, Е. Д. К теории определения поля перемещений на основе уравнения переноса в дискретном случае // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2010. — № 3. — с. 38–43.
37. Магомедов, М. — З. Д., Яровенко Ю. А. Оценка состояния и особенности экологического мониторинга популяций крупных млекопитающих горных экосистем // Юг России: экология, развитие. — 2013. — Т. 3. — № 3 (28). — с. 82–99.
38. Мальков, В. М., Малькова Ю. В. Анализ сингулярности напряжений в нелинейной задаче Фламана для некоторых моделей материала // Прикладная математика и механика. — 2008. — Т. 72. — № 4. — с. 652–660.
39. Мальков, В. М., Малькова Ю. В. Нелинейная задача Фламана для материала Бартенева-Хазановича // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2005. — № 1–2. — с. 49–55.
40. Мальков, В. М., Малькова Ю. В. Плоские задачи о сосредоточенных силах для полулинейного материала // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2013. — № 3. — с. 83–96.
41. Мальков, В. М., Малькова Ю. В. Трещина в форме дуги окружности, расположенная вблизи поверхности раздела материалов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2010. — № 1. — с. 93–104.
42. Мамонтов, С. Н. Распределение по стволу дерева кородея-типографа (*ips typographus*, coleoptera, scolynidae) и его энтомогафов // Зоологический журнал. — 2009. — Т. 88. — № 9. — с. 1139–1145.
43. Маркитан, Л. В., Динкевич М. А. Современное состояние популяции орлана-белохвоста в дельте Дона, Россия // Пернатые хищники и их охрана. — 2013. — № 27. — с. 40–45.
44. Неверова, Г. П., Жигальский О. Ф., Фрисман Е. Я. Моделирование динамики численности популяции рыжей полевки (*Myodes glareolus*) // Региональные проблемы. — 2013. — Т. 16. — № 1. — с. 15–22.
45. Пронина, Ю. Г. Механохимическая коррозия полого цилиндра из идеального упруго-пластического материала под действием постоянного давления // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2006. — № 3. — с. 121–130.
46. Пронина, Ю. Г. Влияние поверхностных факторов на напряженно-деформированное состояние твердых тел с отверстиями // диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2010.
47. Пронина, Ю. Г. Краевая дислокация и сосредоточенная сила в упругой полуплоскости с отверстиями и краевыми вырезами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2012. — № 4. — с. 120–124.
48. Пронина, Ю. Г. О сосредоточенных воздействиях у границы упругой пластины // Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. — 2010. — № 53. — с. 117–122.
49. Пронина, Ю. Г. Оценка устойчивости упругой трубы под давлением коррозионных сред // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2006. — № 3. — с. 55–63.
50. Пронина, Ю. Г. Равномерная механохимическая коррозия полой сферы из идеального упругопластического материала под действием постоянного давления // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2009. — № 1. — с. 113–122.
51. Пронина, Ю. Г. Расчет долговечности упругой трубы под действием продольной силы, давления и осесимметричного нагрева в условиях равномерной коррозии // Проблемы прочности и пластичности. — 2009. — № 71. — с. 129–135.

52. Ризниченко, Г. Ю., Рубин А. Б. Биофизическая динамика продукционных процессов. Москва — Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2004. — 464 с.
53. Родина, Л. И. О некоторых вероятностных моделях динамики роста популяций // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. — 2013. — Вып. 4. — с. 109–124.
54. Русанов, Я. С. Охота и охрана фауны (Влияние охоты на структуру популяций охотничьих животных). М.: Лесная промышленность. 1973. — 144 с.
55. Старков, В. Н., Степенко Н. А. Исследование динамики маятниковых систем с переменными параметрами // Естественные и математические науки в современном мире. — 2014. — № 15. — с. 20–36.
56. Степенко, Н. А. О диссипативности неавтономных систем по нелинейному приближению // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. — 2004. — № 3–4. — с. 160–169.
57. Степенко, Н. А. О некоторых критериях диссипативности колебательных систем с переменными параметрами // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 2004. — № 1. — с. 50–54.
58. Шиманчук, Д. В., Шмыров В. А. Проблемы стабилизации орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации // Молодой учёный. — 2014. — № 3 (62). — с. 20–24.
59. Balykina, Y. E., Kolpak E. P., Kotina E. D. Mathematical model of thyroid function // Middle East Journal of Scientific Research. — 2014. — Т. 19. — № 3. — с. 429–433.
60. Beddington, J. R., May R. M. Harvesting natural populations in a randomly fluctuating // Science. — 1977. — V. 197. — P. 463–465.
61. Dal' Yu. M., Pronina Yu. G. On concentrated forces and moments in an elastic half-plane // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия. — 1998. — № 1. — с. 57–60.
62. Kotina, E. D. Discrete optimization problem in beam dynamics // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. — 2006. — Т. 558. — № 1. — с. 292–294.
63. McLeod, P., Martin A. P., Richards K. J. Minimum length scale for growth — limited oceanic plankton distributions // Ecological Modeling. — 2002. — V. 158. — № 1–2. — P. 111–120.
64. Murray, D. D. Mathematical biology. N. Y. Springer. 2002. — 551 p.
65. Pronina, Y. Analytical solution for the general mechanochemical corrosion of an ideal elastic-plastic thick-walled tube under pressure // International Journal of Solids and Structures. — 2013. — Т. 50. — № 22–23. — с. 3626–3633.
66. Pronina, Y. G. Estimation of the life of an elastic tube under the action of a longitudinal force and pressure under uniform surface corrosion conditions // Russian metallurgy (Metally). — 2010. — Т. 2010. — № 4. — с. 361–364.
67. Zhabko, N. A. Some h-optimization problems for the iter plasma control system // International Journal of Modern Physics A. — 2009. — Т. 24. — № 5. — с. 1048–1056.
68. Zhukova, I. V., Kolpak E. P., Balykina Y. E. Mathematical model of growing tumor // Applied Mathematical Sciences. — 2014. — Т. 8. — № 29–32. — с. 1455–1466.

## Физика

### Виртуальный термометр для учебных физических опытов

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук, доцент  
Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко (Удмуртская Республика)

*В статье автор предлагает использовать на уроках физики термометр, который может быть самостоятельно изготовлен учителем физики. Измеритель представляет собой аналоговый датчик температуры, сопрягаемый с компьютером посредством десятиразрядного аналого-цифрового преобразователя, который также может быть изготовлен учителем. Этот компьютерный измеритель (виртуальный термометр) позволяет демонстрировать учащимся на экране значение температуры в данный момент времени и график зависимости температуры от времени.*

*Ключевые слова: виртуальный прибор, датчик температуры, термометр, аналого-цифровой преобразователь, АЦП, виртуальный измеритель температуры.*

В процессе обучения физике применение измерительного комплекса на базе вычислительной техники приводит к повышению наглядности и эффективности обучения. Такой комплекс, как правило, включает датчики измеряемых физических величин, компьютер, устройство сопряжения датчиков с компьютером и программное обеспечение [2; 5; 6; 7].

Наиболее значимой частью любого виртуального измерителя с аналоговым датчиком является устройство сопряжения, преобразующее аналоговый (непрерывный) сигнал в цифровой (дискретный) сигнал. Такое устройство называется аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Практически любой аналоговый датчик, на выходе которого получается электрическое напряжение, пропорциональное измеряемой этим датчиком физической величине, может быть согласован с АЦП. При этом

напряжение на выходе датчика не должно превышать максимальное входное напряжение АЦП [2; 7].

В своей практике мы часто используем десятиразрядный АЦП, собранный на базе микросхемы TLC1549IP, который может применяться как устройство сопряжения многих аналоговых датчиков с компьютером [2]. Входное напряжение такого АЦП не превышает 5 В, а точность измерений напряжения равна примерно 0,005 В. Прибор можно подключать к физическому COM-порту компьютера (последовательному порту RS232) или к USB-шине компьютера с помощью адаптера USB-COM (виртуальному COM-порту) [2; 9].

Аналоговый датчик температуры может быть реализован на тиристоре (рис. 1). Возможно применение в такой схеме вместо тиристора простых и недорогих микросхем типа LM335.

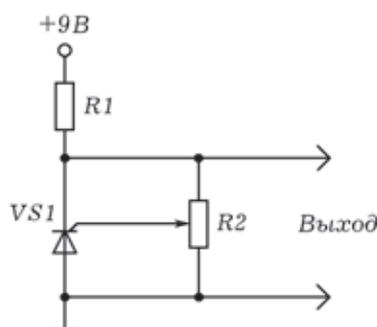


Рис. 1. Принципиальная схема датчика температуры на тиристоре

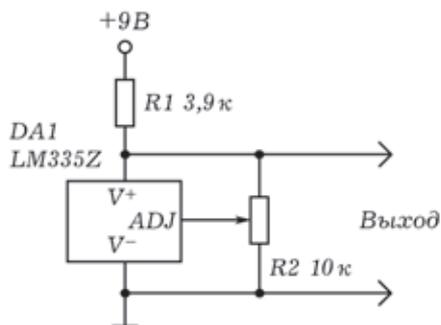


Рис. 2. Принципиальная схема аналогового датчика температуры на микросхеме LM335Z

Микросхема типа LM335 может рассматриваться как стабилитрон с температурным коэффициентом 10 мВ/К [1, с. 109; 8]. Принципиальная схема аналогового датчика температуры на базе микросхемы LM335Z представлена на рис. 2 [8].

Максимальное выходное напряжение датчика температуры равно примерно 5 В. Соответствие напряжения на выходе датчика измеряемой температуре следующее: 0 В — 0 К ( $-273^{\circ}\text{C}$ ), 5 В — 500 К ( $+227^{\circ}\text{C}$ ). Рабочий диапазон температур датчика находится в границах от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . Возможно использование вместо микросхемы серии LM335 другого элемента — микросхемы серии LM135, которая имеет рабочий диапазон от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ . Для калибровки датчика в схему включен резистор R2 с сопротивлением 10 кОм. Питание устройства может осуществляться от обычной

гальванической батареи или какого-то другого стабилизированного источника постоянного напряжения [8]. На рис. 3 показана настройка датчика (проводится с помощью подстроечного резистора R2). Образцовый термометр на этом рисунке не показан. Питание датчика осуществляется от батареи, мультиметр используется в качестве вольтметра для измерения напряжения на выходе датчика. В данном случае вольтметр показывает напряжение 2,96 В, что соответствует температуре 296 К или примерно  $23^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 4 показан датчик температуры, подключенный к АЦП, упомянутому в начале статьи. Для более ранних моделей компьютеров можно использовать другой АЦП, который предполагает подключение к LPT-порту компьютера (рис. 5). Для удобства мы обычно размещаем АЦП в защитном корпусе (рис. 6).



Рис. 3. Аналоговый датчик температуры, мультиметр и батарея

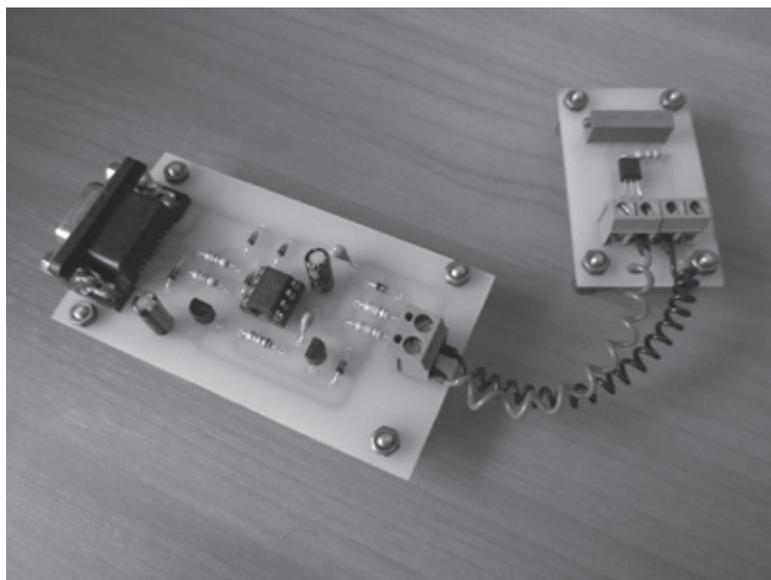


Рис. 4. Датчик температуры, соединенный с АЦП

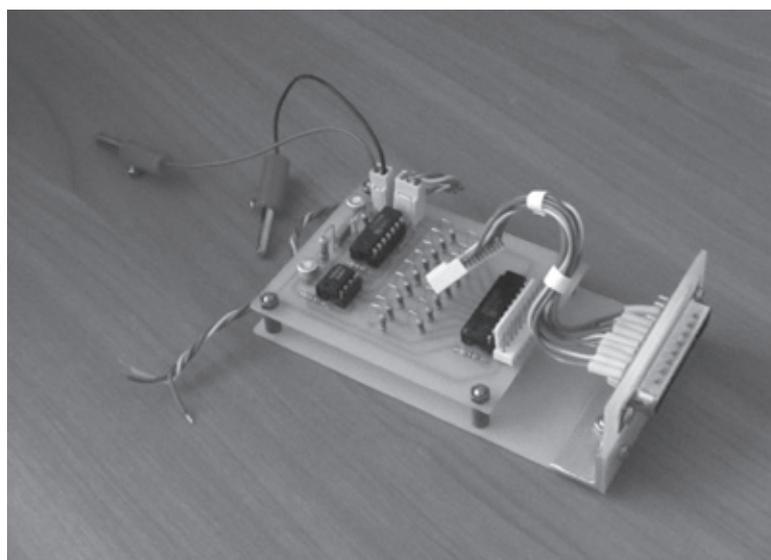


Рис. 5. АЦП для подсоединения к LPT-порту компьютера

Программное обеспечение любого виртуального прибора должно иметь понятный и удобный для пользователя графический интерфейс. Для учебных виртуальных измерительных приборов удобнее создавать относительно небольшие программы, ориентированные на решение узкоспециальных измерительных задач. В этом случае пользователю программы предоставляется минимально необходимый вариант автоматизированного управления измерительной системой, что существенно облегчает его работу с ней: сокращает время подготовки прибора к работе, настройка системы не отвлекает от более важного процесса осмысления результатов измерений [3; 4; 8; 9].

Окно приложения, обеспечивающего работу с термометром, показано на рис. 7. Программа предназначена для работы с операционными системами Windows XP, Windows Vista и Windows 7. В окне приложения размещены: верхнее

меню, включающее пункты «Файл», «Измерения», «Справка»; место для визуализации графика зависимости измеряемой температуры от номера измерения (времени); индикатор, показывающий текущее значение температуры; группа радиокнопок для выбора частоты измерений; управляющие кнопки «Пуск/Пауза» и «Сброс»; группа радиокнопок для выбора единицы измерения температуры; выпадающий список существующих на данном компьютере портов. Минимальная скорость проведения измерений температуры равна 1 измерению в час, максимальная — 100 измерений в секунду (1 измерение в 0,01 секунды). Это позволяет визуализировать на экране и анализировать процессы, текущие медленно, а также быстропротекающие процессы, связанные с изменением температуры.

На рис. 8 показана функциональная схема измерительного комплекса с аналоговым датчиком температуры.



Рис. 6. АЦП в корпусе и аналоговый датчик

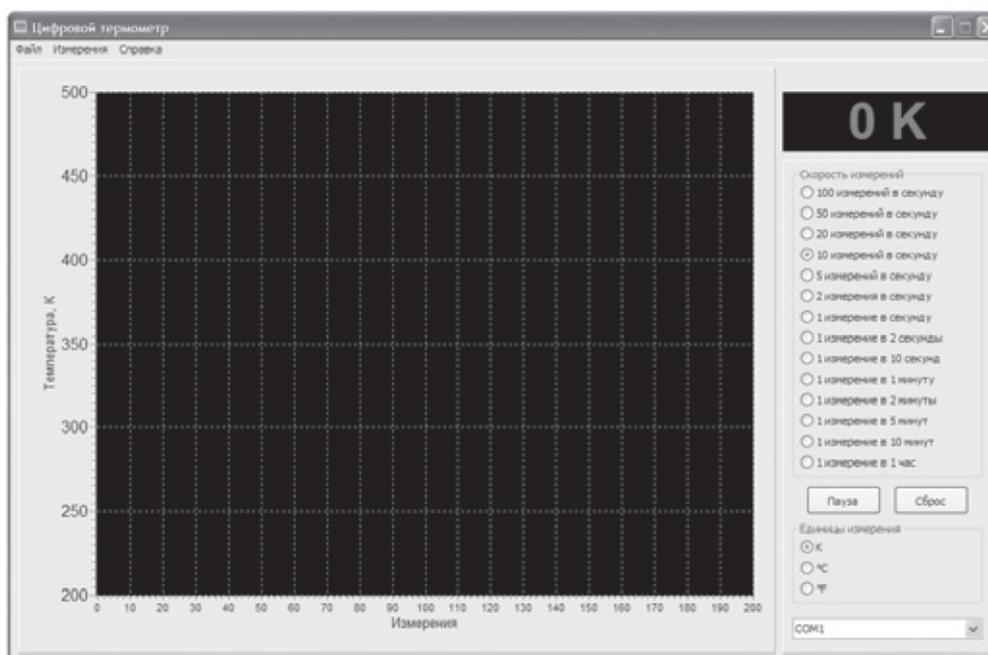


Рис. 7. Окно приложения «Цифровой термометр»

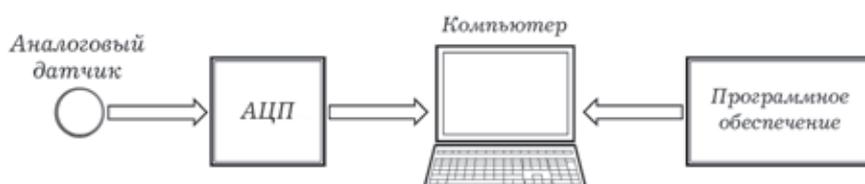


Рис. 8. Экспериментальная установка

## Литература:

1. Гелль, П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс: Пер. с фр. — М.: ДМК Пресс, 2005. — 144 с.
2. Данилов, О. Е. Аналого-цифровой преобразователь как базовый элемент учебного компьютерного измерительного комплекса с аналоговыми датчиками физических величин / О. Е. Данилов // Молодой ученый. — 2013. — № 4. — с. 114–119.
3. Данилов, О. Е. Виртуальный прибор «Цифровой вольтметр» / О. Е. Данилов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011617600. — Заявка № 2011613163; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 29.09.2011.
4. Данилов, О. Е. Виртуальный прибор «Цифровой термометр» / О. Е. Данилов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613107. — Заявка № 2013611137; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 26.03.2013.
5. Данилов, О. Е. Лабораторный практикум: Компьютерные измерения в молекулярной физике и термодинамике. Учебно-методическое пособие / О. Е. Данилов. — Глазов: ГГПИ, 2009. — 28 с.
6. Данилов, О. Е. Применение компьютерных технологий в учебном физическом эксперименте / О. Е. Данилов // Молодой ученый. — 2013. — № 1. — с. 330–333.
7. Данилов, О. Е. Создание компьютерного измерительного комплекса с аналоговыми датчиками для школьного кабинета физики / О. Е. Данилов // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2013. — № 3. — с. 93–102.
8. Данилов, О. Е. Учебный компьютерный термометр с аналоговым датчиком температуры / О. Е. Данилов // Актуальные проблемы математики, физики, информатики в вузе и школе: Материалы Всероссийской региональной научно-практической конференции, 25 марта 2011 г. — Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПУ, 2011. — с. 209–213.
9. Учебные компьютерные измерительные приборы / О. Е. Данилов. — Электрон. дан. — Сайты Google, 2011. — Режим доступа: <https://sites.google.com/site/dancommeter/home>. — Загл. с экрана.

## Simulation of quantum efficiency of CdSe quantum dot near gold tip

Mehdi Zohrabi

Department of Optics and Nanophotonics, Institute of Physics, Kazan Federal University

*In this paper, the simulation of field enhancement near the tapered gold tip as an optical antenna and quantum efficiency of Cadmium selenide (CdSe) quantum dot, which is located in the near field of gold tip antenna, are presented. We show the possibility of change of quantum efficiency of quantum dot, also optimized geometry of our antenna for obtaining the maximum of quantum efficiency.*

**Keywords:** quantum efficiency, optical antenna, cdse quantum dot, tapered gold tip, electric field enhancement

### 1. Introduction

Many studies have considered the luminescence of colloidal II–VI nanocrystals, the photoluminescence (PL) and electroluminescence emission from colloidal cadmium selenide (CdSe) quantum dots (QDs) by controlling nanocrystal size can be tuned within the visible spectrum from wavelengths of 450 nm to 650 nm. This versatility opens up a variety of potential applications for CdSe quantum dots in photonic devices, such as emitters for color displays, color modifiers for light emitting diodes (LEDs) [1], optical fiber amplifiers [2], low threshold lasers [3], self-assembled photonic sphere arrays [4], polymer-based photovoltaic cells [5], optical temperature probes [6], chemical sensors [7] and high-speed signal-processing filters [8]. Under optical excitation, quantum dots' capacity for bright emission is quan-

tified by the photoluminescence quantum yield, defined as the ratio of emitted photons to absorbed photons. Thanks to the progress in wet chemistry, highly luminescent semiconductor nanocrystals have been achieved [9, 10]. One of their most interesting properties lies in the three dimensional carrier confinement effects [11]. By varying their size, the emission wavelength can be tuned in the visible and the near-infrared spectrum. An important practical figure of merit in the context of nanocrystal synthesis optimization is their fluorescence quantum efficiency [12–14]. The quantum efficiency of a fluorophore is defined as the ratio of the number of emitted photons divided by the number of absorbed photons. Demas and Crosby [15], reviewed quantum yield measurement methods in solution in 1970. Quantum efficiency of cdse is low One way to increase the quantum efficiency dots is a conception of optical antenna [16]. An effective antenna interacts

strongly with incoming radiation and leads to a high degree of field localization. The localized fields have been used in several recent experiments as an excitation source for local spectroscopy such as fluorescence, IR-absorption and Raman scattering. The antenna typically lead to an increase in excitation rate due to local field enhancements and the associated increase of the local density of states. There for antenna-induced increase in fluorescence is a result of an increase in the Excitation rate [17]. In this paper, we used the method FDTD for simulation of the quantum efficiency of cdse nanocrystal by using of lumerical software. We discuss the simulation method and configurations of chosing geometry. We designed special optical antenna, i.e. a Gold tip with a radius of 10nm and the angle of cone 30 deg and the circular grating with periodicity of 200nm on the shaft of the tip. The quantum efficiency of a cdse quantum dot with 5 nm diameter is simulated in different situations. The quantum efficiency of cdse nanocrystals, by considering of nanocrystal and optical antenna in a vacuum, is then theoretically obtained.

## 2. Result and discussion

Finite-difference time-domain approach is a reliable method for solving Maxwell's equations in complex geometries [18]. FDTD provides time domain information, offering insight into electrodynamics of the system [19]. In FDTD, the electromagnetic field and structural materials of interest are described on a discrete mesh composed of so-called Yee cells. Maxwell's equations are solved discretely in time, where the time step used is related to the mesh size through the stability criterion. This technique is an exact representation of Maxwell's equations in the limit that the mesh spacing goes to zero. The calculated and reported intensities are normalized with respect to the intensity of the incident light. In side illumination, the light is linearly polarized along the tip axis. The software «LUMERICAL» based on FDTD theory was used.

Field enhancement near Nano scale metal structures plays a major role in optical phenomena the enhancement originates from the combination of the electrostatic lightning-rod effect, due to the geometric singularity of sharply pointed structures, and localized surface Plasmon resonances [20].

The incident light drives the free electrons in the metal along the direction of polarization. Enhanced field is confined to the apex-tip in all three dimensions. Thus, the illuminated tip represents a nanoscale light source. To generate a strong field enhancement at the tip, the electric field of the exciting laser beam needs to be polarized along the tip axis. The influence of tip shape and material on the field enhancement has been discussed in a series of publications with the aim to find the optimum tip [21]. The number of excitations relaxed radiatively from excited states to the ground state determines the PL intensity. The enhancement of PL therefore depends on the excitation rate and the Quantum yields  $Q$  denoting the fraction of emitted photons Accordingly, the PL enhancement due to the presence of the metal tip can be written as [22]. During a near field measurement, both radiative decay rate and non-radiative decay rate are affected by the presence of the metal structure: radiative decay is modified in the enhanced field at the Molecule location (Purcell effect) [22–23] and non-radiative is increased by non-radiative decay channels Created by energy dissipation inside the metal tip [22, 24]. This QPL can be significantly increased. The presence of the tip as the enhanced rate radiative decay rate will predominantly increase the quantum yield. Such enhancement is not possible for systems with a quantum yield already close to 1, such as Fluorescent dyes, or quantum dots.

Since the distance between the emitter and metal tip is very small, non-radiative Transfer of energy from the electronically excited molecule to the metal followed by non-radiative Dissipation has to be taken into account. This process represents an additional non-radiative Relaxation pathway and can extinguish the fluorescence. While the theory of energy transfer Between molecules and at metal interfaces is well understood in the framework of phenomena logical Classical theory [24, 25], nanometer sized objects are more difficult to describe. Tip-induced radiative rate enhancement and quenching has been studied in literature theoretically [26, 28]. Experiments on model systems formed by single molecules and spherical metal Particles revealed a complex distance dependent interplay between competing enhanced and Quenching processes [29, 30]. Small cone angles in tip-shaped metal structures are expected. To reduce energy dissipation as compared to spherical

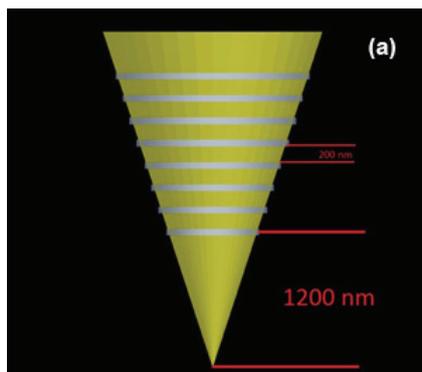


Fig.1. Design of optical antenna

particles [28], in the ordinary TENOM direct illumination of apex, results in generation of background signal and increasing of noise. Different approach is used for decreasing of this background signal, such as adiabatic nanofocusing [31]. Adiabatic

nanofocusing along conical metal tapers describes a coherent transport of optical excitations in the form of surface plasmon polariton (SPP) waves over several tens of  $\mu\text{m}$  and the concentration of this energy into a nanometric volume at the taper

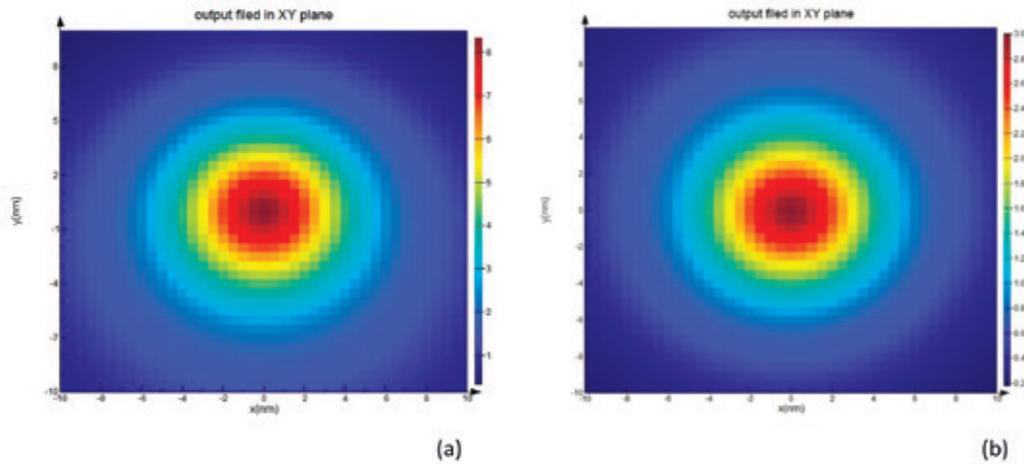


Fig.2, Enhancement of electric field in plane x-y for antenna with a) 200nm and b) 300 nm period of grating

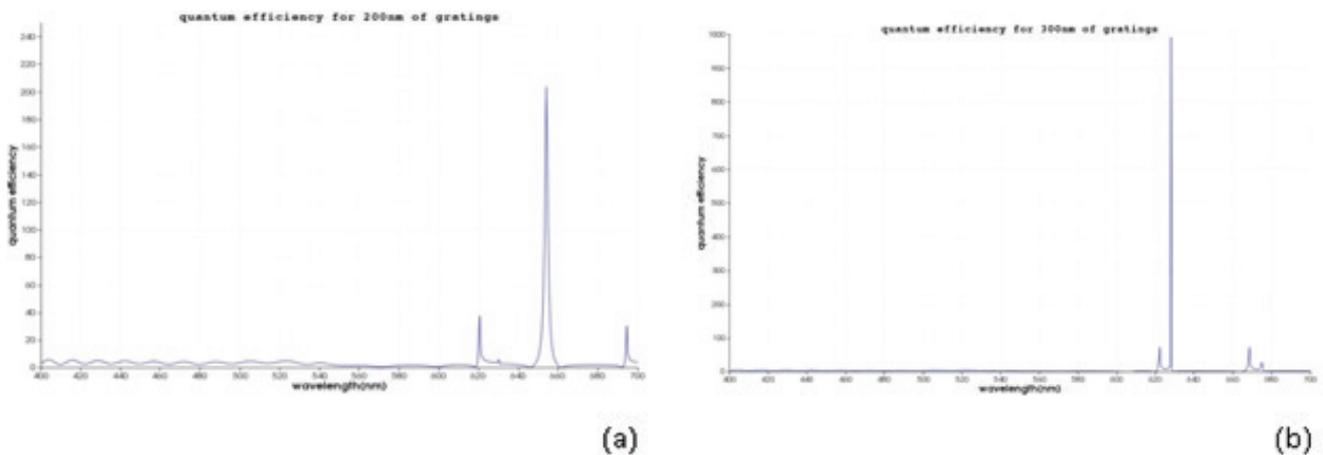


Fig.3, Quantum efficiency for (a) period 200 nm and (b) 300nm

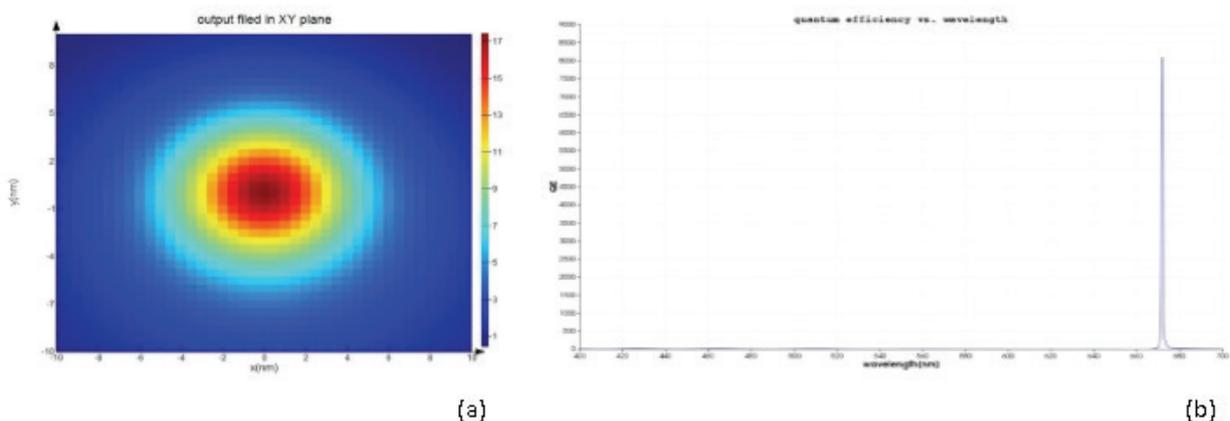


Fig.4, (a) Enhancement of electric field in plane x-y for antenna with 208.380nm period of grating (optimized), (b) quantum efficiency for this amount

apex [32,33]. From an application point of view, adiabatic nanofocusing results in the creation of a single, dipole-like emitter, spatially localized to a few nm and with an intense optical near field. Such an emitter holds a high potential for, e.g., ultrahigh resolution optical microscopy, tip-enhanced Raman spectroscopy, or extreme ultraviolet (EUV) generation.

Sharp conical gold tapers are of particular importance for providing nanometer-sized light sources for scattering-type scanning near field optical microscopy (s-SNOM) [34–36]. Generally, nanoslit gratings, milled onto the taper shaft at distances of up to several tens of microns from the taper apex, are used to couple far field light onto the taper and to launch SPP waves. This distance is a compromise between achieving a virtual background-free nanolocalized light source at the apex and minimizing SPP propagation losses. With such tapers, it could so far be shown that the spatial extent of the nanofocused light source can be reduced to less than 10 nm in the figure 1 our antenna is shown. In the next, grating of antenna is illuminated with a plane wave laser and enhancement of the intensity near the apex is simulated for two periods of grating. In the figure 2, enhancement of intensity is shown in period (a) 200 nm and (b) 300 nm. Localization of energy occurs in the region with dimension ap-

proximately 10 nm around the apex. Then we insert a cdse quantum dot with 5nm diameter in the near field of the antenna. Distance of center of quantum dot from apex is considered 10 nm and quantum efficiency of its simulated in two situations. In figure 3 the result of its simulation is shown. As we see, with change of geometry of the antenna, quantum efficiency is varied. Now, we want to optimize antenna and obtain the maximum of efficiency. If we do not change parameters such distance of quantum dot to apex and only vary grating, we can know optimized period of grating and get maximum of efficiency. In figure 4, results of optimization are shown. In a we have, maximum of enhancement of intensity and as we result, quantum efficiency for this amount will be maximum as shown in the b.

### 3. Conclusion

Using FDTD simulation, enhancement of the electric field near gold tip in different conditions and the change of quantum efficiency of a quantum dot under the just apex of gold tip obtained in two configurations of tip. Maximum of quantum efficiency in this form of optical antenna correspond to period of granting equal to 208 nm.

#### References:

1. Hasegawa, Yasuo. «Light diffusion type light emitting diode». U. S. Patent No. 5,140,220. 18 Aug. 1992.
2. Inagaki, Shinya, et al. «Optical fiber amplifier». U. S. Patent No. 5,136,420. 4 Aug. 1992.
3. Marko Lončar, Tomoyuki Yoshie, and Axel Scherer, «Low-threshold photonic crystal laser». *Applied Physics Letters* 81.15 (2002): 2680–2682.
4. E W Seeliga, B Tanga, A Yamilovb, H Caob, R. P.H. Chang, «Self-assembled 3D photonic crystals from ZnO colloidal spheres». *Materials Chemistry and Physics* 80.1 (2003): 257–263.
5. Coakley, Kevin M., and Michael D. McGehee. «Conjugated polymer photovoltaic cells». *Chemistry of materials* 16.23 (2004): 4533–4542.
6. C Durney, C Johnson, J Lords, TC Rozzell, «Optical temperature probe». U. S. Patent No. 4,016,761. 12 Apr. 1977.
7. Lončar, Marko, Axel Scherer, and Yueming Qiu. «Photonic crystal laser sources for chemical detection». *Applied Physics Letters* 82.26 (2003): 4648–4650.
8. M Sugawara, T Akiyama, N Hatori, Y Nakata, H Ebe and H Ishikawa. «Quantum-dot semiconductor optical amplifiers for high-bit-rate signal processing up to 160 Gb s<sup>-1</sup> and a new scheme of 3R regenerators». *Measurement Science and Technology* 13.11 (2002): 1683.
9. Murray, C.B.; Norris, D.J.; Bawendi, M. G. Synthesis and characterization of nearly monodisperse CdE (E = S, Se, Te) semiconductor nanocrystallites. *J. Am. Chem. Soc.* 1993, 115, 8706–8715.
10. Rosenthal, S.J.; McBridea, J.; Pennycook, S.J.; Feldman, L. C. Synthesis, surface studies, Composition and structural characterization of CdSe, core/shell and biologically active nanocrystals. *Surf. SCI. Rep.* 2007, 62, 111–157.
11. Price, Peter J., and Frank Stern. «Carrier confinement effects». *Surface Science* 132.1 (1983): 577–593.
12. Qu, L.; Peng, X. Control of photoluminescence properties of CdSe nanocrystals in growth. *J. Am. Chem. Soc.* 2002, 124, 2049–2055.
13. Deka, S.; Quarta, A.; Lupo, M.G.; Falqui, A.; Boninelli, S.; Giannini, C.; Morello, G.; de Giorgi, M.; Lanzani, G.; Spinella, C.; Cingolani, R.; Pellegrino, T.; Manna, L. CdSe/CdS/ZnS
14. Double shell nanorods with high photoluminescence efficiency and their exploitation as bio-labeling probes. *J. Am. Chem. Soc.* 2009, 131, 2948–2958.
15. Donega, C.M.; Hickey, S.G.; Wuister, S.F.; Vanmaekelbergh, D.; Meijerink, A. Single-step synthesis to control the photoluminescence quantum yield and size dispersion of CdSe anocrystals. *J. Phys. Chem. B* 2003, 107, 489–496.
16. Demas, J.N.; Crosby, G. A. The measurement of photoluminescence quantum yields. A review. *J. Phys. Chem.* 1971, 75, 991–1024.

17. Palash Bharadwaj, Bradley Deutsch, and Lukas Novotny. Optical Antenna 2009 Optical Society of America
18. A. Taflove and S. C. Hagness, in Computational Electrodynamics: the Finite — Difference Time — Domain Method (Artech House, 2000).
19. B. C. Galarreta, I. Rugar, A. Young, and F. Lagugné-Labarhet, «Mapping hot-spots in hexagonal arrays of metallic nanotriangles with azobenzene polymer thin films», J. Phys. Chem. C 115 (31), 15318–15323 (2011).
20. Willets, Katherine A., and Richard P. Van Duyne. «Localized surface Plasmon resonance spectroscopy and sensing». Annu. Rev. Phys. Chem. 58 (2007): 267–297.
21. Gerton JM, Wade LA, Lessard GA, Ma Z, Quake SR. Phys Rev Lett. «Tip-enhanced fluorescence microscopy at 10 nanometer resolution». Physical review letters 93.18 (2004)
22. A. Hartschuh, M.R. Beversluis, A. Bouhelier, and L Novotny. Tip-enhanced optical spectroscopy. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 362:807–819, 2004.
23. S. Kühn, U. Hakanson, L. Rogobete, and V. Sandoghdar. Enhancement of single molecule fluorescence using a gold nanoparticle as an optical nano-antenna. Phys. Rev. Lett., 97:017402–017405, 2006.
24. R. R. Chance, A. Prock, and R. Silbey. Lifetime of an emitting molecule near a partially reflecting surface. J. Chem. Phys., 60:2744–2748, 1974.
25. W.L. Barnes. Fluorescence near interfaces: the role of photonic mode density. J. Mod. Opt., 45:661–699, 1998.
26. N.A. Issa and R. Guckenberger. Fluorescence near metal tips: The roles of energy transfer and surface plasmon polaritons. Optics Express,, 15:12131–12144, 2007.
27. M. Thomas, R. Carminati, J. R. Arias-Gonzalez, and J. — J. Gre\_et. Single-molecule spontaneous emission close to absorbing nanostructures. Appl. Phys. Lett., 85:3863 {3865, 2004.
28. L. Rogobete, F. Kaminski, M. Agio, and V. Sandoghdar. «Design of plasmonic nanoantennae for enhancing spontaneous emission». Optics letters 32.12 (2007): 1623–1625.
29. P. Anger, P. Bharadwaj, and L. Novotny. Enhancement and quenching of single molecule uorescence. Phys. Rev. Lett., 96:113002 {113006, 2006.
30. P. Bharadwaj, P. Anger, and L. Novotny. Nanoplasmonic enhancement of single molecule uorescence. Nanotechnology, 18:044017 {044022, 2007.
31. S Berweger, J M. Atkin, R L. Olmon, and M B. Raschke. «Adiabatic tip-plasmon focusing for nano-Raman spectroscopy». The Journal of Physical Chemistry Letters 1.24 (2010): 3427–3432.
32. D. K. Gramotnev and S. I. Bozhevolnyi, «Plasmonics beyond the diffraction limit», Nature Photonics 4, 83–91 (2010).
33. A. J. Babadjanyan, N. L. Margaryan, and K. V. Nerkararyan, «Superfocusing of surface polaritons in the conical structure», Journal of Applied Physics 87, 3785–3788 (2000).
34. C. Ropers, C. C. Neacsu, T. Elsaesser, M. Albrecht, M. B. Raschke, and C. Lienau, «Grating-coupling of surface plasmons onto metallic tips: A nanoconfined light source», Nano Letters 7, 2784–2788 (2007).
35. D. Sadiq, J. Shirdel, J. S. Lee, E. Selishcheva, N. Park, and C. Lienau, «Adiabatic Nanofocusing Scattering-Type Optical Nanoscopy of Individual Gold Nanoparticles», Nano Letters 11, 1609–1613 (2011).
36. C. C. Neacsu, S. Berweger, R. L. Olmon, L. V. Saraf, C. Ropers, and M. B. Raschke, «Near-Field Localization in Plasmonic Superfocusing: A Nanoemitter on a Tip», Nano Letters 10, 592–596 (2010).

## Требование к демонстрационным опытам и совершенствование оборудования учебного демонстрационного эксперимента

Карабасова Гульдана Бердигалиевна, магистр

Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан)

Учебный физический эксперимент в виде демонстрационных опытов и лабораторных работ является неотъемлемой, органической частью курса физики. Удачное сочетание теоретического материала и эксперимент дает, как показывает практика, наилучший педагогический результат.

Демонстрационные опыты проводятся в классе с 30–40 учащимися. Содержание опытов должно с полной ясностью доводится до понимания каждого из

присутствующих на уроке. Это заставляет предъявлять к таким опытам своеобразные методические и технические требования, которые в основном сводятся к следующему.

Размеры приборов, их расположение и освещение должно всегда обеспечивать достаточную видимость основных частей деталей установки для всех учащихся со всех мест класса. Без этого опыт теряет свое значение,

становится бесполезным и чаще всего приводит сначала к нарушению дисциплины, а затем к потере интереса.

Следует позаботиться о наглядности и выразительности опытов, чтобы каждый ученик непременно заметил демонстрируемое явление. Для этого следует собирать по возможности наиболее простые установки, в которых четко, как бы само собой, выделялись основные части. [4, с.12]

Опыты должны быть всегда убедительными, не вызывать каких-либо сомнений в их справедливости и не давать повода к неправильному толкованию. Поэтому все побочные явления, сопровождающие основное, должны быть сведены к минимуму, сделаны незаметными и не отвлекающими внимания от главного.

Каждый опыт, показываемый в классе, должны быть надежным, тщательно подготовленным, неоднократно испытанным, обеспечивающим удачу. Неудавшаяся демонстрация нарушает ход урока, всегда вызывает разочарование и даже может зародить недоверие к учителю.

Демонстрация должна производить действие не только на умственное восприятие, но и на воображение учащихся, возбуждать у них интерес, чтобы можно было по ходу урока быстро мобилизовать общее внимание класса на некоторые небольшие промежутки времени. Поэтому надо показывать опыты эмоционально.

Как правило, демонстрационные опыты должны отличаться кратковременностью, чтобы не затягивать урока. Учителю необходимо обращать внимание на темп выполнения опытов: он всегда должен соответствовать темпу восприятия учащимися демонстрируемого материала.

Каждый из показываемых опытов должен быть содержательным, хорошо и изящно оформленным.

При подготовке и проведении опытов надо стремиться к минимальной затрате средств и энергии при максимальной методической ценности эксперимента обязательно соблюдать общеизвестные, описанные в литературе, правила по технике безопасности.

Демонстрационные опыты в средней школе чаще всего подготавливает и показывает на уроке сам учитель. Однако в ряде случаев ему требуется помощник-лаборант. Там, где лаборанта нет, надо привлекать для помощи одного-двух учеников, наиболее способных к такой работе, и постепенно воспитывать из них лаборантов. Это помогает развитию учащихся и приносит пользу делу.

Вполне очевидно, что совершенствование демонстрационного эксперимента может идти по двум направлениям: 1) совершенствование учебного оборудования и 2) совершенствование методики выполнения демонстрационных опытов. Остановимся на первом из этих пунктов.

Организация демонстрационного эксперимента в школе сопряжена с немалыми трудностями: новые приборы еще не освоены промышленностью и не поступают в школу. Парк демонстрационного и лабораторного оборудования не отвечает современному состоянию развития физической науки и техники.

Таким образом, очевидна необходимость в разработке новых приборов и установок, усовершенствовании имею-

щихся фабричных приборов, что позволило бы на более высоком научном уровне строить учебный процесс при изучении электродинамики. [2, с367]

При разработке приборов мы придерживались требований, лежащих в основе конструирования физического учебного оборудования, эти требования мы разделили по группам: 1) методические требования; 2) педагогические требования; 3) эксплуатационные требования.

### **I. Методические требования**

Приборы и оборудование должны удовлетворять следующим основным методическим требованиям:

- 1) соответствовать содержанию и задачам обучения;
- 2) способствовать изучению учебного материала на современном научном уровне;
- 3) знакомить учащихся с приемами и методами научного познания;
- 4) помогать формированию основ физических теорий;
- 5) способствовать осуществлению связи физики с жизнью;
- 6) способствовать расширению политехнического кругозора учащихся;
- 7) позволять ставить и решать экспериментальные задачи исследовательского конструкторского характера;
- 8) позволять моделировать большое количество типовых задач.

### **II. Педагогические требования**

Приборы и оборудование должны удовлетворять следующим основным педагогическим требованиям:

- 1) приборы должны состоять из ранее изученных учащимися элементов и частей;
- 2) принцип работы прибора, устройство должны быть объяснены на основе имеющихся у учащихся теоретических знаний;
- 3) ученики должны хорошо понимать функцию и назначение прибора;
- 4) приборы должны давать достоверную научную информацию.

### **III. Эксплуатационные требования**

Приборы и оборудование должны удовлетворять следующим основным эксплуатационным требованиям:

- 1) иметь простую конструкцию;
- 2) обеспечивать быструю наладку и ремонт;
- 3) быть устойчивыми в работе, должны давать одинаковые показания вне зависимости от количества проведенных опытов;
- 4) должны иметь высокую чувствительность;
- 5) обеспечивать быструю и простую подготовку к демонстрации опыта;
- 6) внешний вид прибора, расположение индикаторов, шкал ручек управления должно соответствовать принципам наглядности, а также эргономическим принципам.

При разработке приборов и установок следует придерживаться также принципа комплектности учебного оборудования. Согласно этому принципу составляющие комплект приборы должны быть связаны и согласованы не только между собой, но и с приборами типового оборудования физических кабинетов, которые применяются при изучении данного раздела. Поэтому все сконструированные нами приборы используются вместе с приборами, имеющимися в физических кабинетах средних школ. [2, с.366]

Кроме требований методического плана, комплект должен удовлетворять ряду требований практического характера, таких как: 1) приемлемая стоимость; 2) ремонтно-пригодность; 3) расширяемость.

Последнее требование предполагает открытую конструкцию приборов, входящих в комплект. При этом добавление к базовому прибору какого-либо узла, приспособления позволяет расширить количество демонстрируемых опытов, в том числе творческого характера.

Каковы должны быть роль и место физики в общем среднем образовании? Ответ на этот вопрос во многом зависит от прогноза, каким будет научно-технический прогресс в ближайшие десятилетия. По оценке экспертов основные черты его сводятся к следующему:

- во все сферы жизни войдут компьютеры;
- резко возрастет роль наукоемких технологий, развитие которых во многом будет зависеть от развития теоретической и прикладной физики;
- в связи с этим произойдут изменения во многих сферах человеческой деятельности: таких, как машиностроение, здравоохранение, гигиена, производство питания;
- многие профессии будут связаны с использованием лазеров и роботов;
- все это будет связано с внедрением новых технологий, которые должны будут постоянно модернизироваться.

Новая современная концепция образования предполагает так организовать познавательную деятельность учащихся при изучении физики, чтобы она происходила по общей схеме научного познания. Его этапы таковы: сначала исследователь накапливает и систематизирует эмпирические факты об изучаемом явлении. Анализ этих

законов и фактов позволяет ему выдвинуть гипотезу, построить модель исследуемого явления, затем он приписывает этой модели свойства, логическое развитие которых (построение теории) позволяет не только объяснить причинную связь накопленных фактов, но и предвидеть следствия — новые, еще не известные явления.

В этом ценность и эвристическая сила научной теории. Заключительным этапом всего цикла познания являются экспериментальные факты, подтверждающие справедливость теории. Таким образом, основой познания физики и ее дальнейшего развития является эксперимент. Вполне понятно поэтому, что и в школьной физике эксперименту должно уделяться первостепенное внимание. Совершенство физического эксперимента — одна из важнейших задач методики физики [3, 23с.].

Оно должно идти как по линии модернизации классических опытов, так и по линии разработки новых опытов (демонстрационных и лабораторных). Школьники должны понимать, как добываются научные знания. Если этого нет, то речь может идти только о запоминании, но не овладении знаниями.

Необходимость экспериментального преподавания физики горячо отстаивал профессор О.Д. Хвольсон. В постановлении подкомиссии 1900 г. по вопросам постановки преподавания физики, работавшей под его председательством, имеются следующие указания. «Задача эксперимента состоит в достижении двух главных целей.

Первая цель — дать возможность ученику собственными чувствами ознакомиться с физическими явлениями; эти непосредственные ощущения не могут быть заменены никакими описаниями. Вторая цель — ознакомление учащихся с научными методами исследования природы, развитие его наблюдательности.

В одних случаях опыт является средством открытия закона, в других — проверкой закона, выведенного дедуктивным путем, в третьих — развитием творчества ученика путем предоставления ему возможности самому придумывать опыты для исследования изучаемых явлений и законов. Преподавание физики, в котором эксперимент не составляет основы всего изложения, должно быть признано бесполезным» [5, с. 85–87].

#### Литература:

1. Теория и методика обучения физики в школе. Общие вопросы. Под редакцией Каменцкого С.Е. и Пурышевой Н.С., Москва, 200, 363–365 с.
2. Демонстрационные опыты по физике. Т. 11 Под ред. А.А. Покровского. Пособие для учителей, Москва, 1971, 366–370 с.
3. Плосков, В.А. Исследования путей совершенствования школьного эксперимента по физике, 1979, 230 с.
4. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Под ред. А.А. Покровского. //Москва «Просвещение» — 1978 № 3, 11–12 с.
5. Демонстрация опыта Столетова // Физика в школе. — 1989. — № 1. 85–87 с.
6. Демонстрационный эксперимент в проблемном обучении/Современные подходы в организации физического образования: Мат. Научно-практической конференции/ИПКиПРО Курганской обл. — 2003, 32–36 с.

## Химия

### Антимикробная эффективность бензилалканоилдисульфидов в составе масла М-11

Алиев Фуад Юсиф оглы, академик, доктор химических наук;  
Азизова Сара Мираббас кызы, докторант  
Гянджинское отделение Национальной академии наук Азербайджана

*Ключевые слова:* смазочные масла, эффективные присадки, качества масел, микроорганизмы, антимикробные свойства.

Ускорение научно-технического прогресса в различных отраслях промышленности сопровождается условиями эксплуатации современных машин и механизмов, что в свою очередь, выдвигает все более жесткие требования к смазочным маслам. При создании смазочных материалов, удовлетворяющих этим требованиям и обеспечивающих высокие эксплуатационно-технологические свойства с учетом норм допустимой токсичности и экологической безопасности, возникает необходимость разработки новых эффективных присадок. Эти присадки не должны отрицательно влиять на физико-химические и эксплуатационные свойства масел [1]. Проблема повышения качества масел и создание высокоэффективных присадок к ним, является одной из актуальных проблем нефтехимии [2,3,4].

Одним из условий эффективного использования смазочных материалов является устойчивость их к воздействию микроорганизмов [1]. Обзор научных публикаций, а также многочисленные исследования, проведенные нами, показали, что смазочные материалы всех видов при хранении и эксплуатации в неблагоприятных условиях (повышенных температурах и влажности) поражаются микроорганизмами. Используя углеводороды масел в качестве источника углерода, микроорганизмы изменяют состав масел, в результате чего увеличивается кислотность, усиливается коррозионная агрессивность [5,6].

Для предупреждения поражения смазочных масел микроорганизмами перспективным методом является введение в состав нефтепродуктов химических соединений, обладающих антимикробным свойствам.

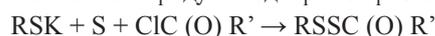
С целью расширения ассортимента эффективных антимикробных присадок к смазочным материалам, а также изучения взаимосвязи их эффективности со структурой проводятся работы по синтезу и исследованию новых органических соединений, в ведение которых в состав сма-

зочных масел может улучшить их некоторые функциональные свойства и предохранить от повреждающего влияния микроорганизмов.

В этом аспекте определенный интерес представляет синтез и исследование антимикробных свойств некоторых несимметричных ароматических дисульфидов — бензилалканоилдисульфидов.

#### Экспериментальная часть

При синтезе бензилалканоилдисульфидов [7] в колбу помещают 100 мл изопропилового спирта и 0.15 моль едкого кали при 60°C и перемешивают до полного растворения. К полученному раствору по каплям добавляют 0.15 моль бензилмеркаптана и перемешивают 1 час при температуре 60–70°C. Смесь охлаждают до комнатной температуры и порциями добавляют 0.15 моль мелкодробленной серы, нагревают до температуры 60–70°C и перемешивают 4 часа. Затем к смеси при комнатной температуре по каплям добавляют 0.15 моль хлор-ангидрида карбоновой кислоты и перемешивают 2 часа. Реакционную массу подкисляют соляной кислотой, растворяют в бензоле, промывают водой, сушат и после отгонки бензола основной продукт подвергают разгонке под вакуумом.



где  $R-C_6H_5CH_2$ ;

$R' - CH_3, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9, C_5H_{11}, C_9H_{19}, C_{11}H_{23}$ .

Константы синтезированных соединений приведены в табл. 1.

Строение синтезированных соединений подтверждено методами ИК- и ПМР- спектроскопии.

ИК-спектры записывались в микрослое на спектрометре UR-20 в интервале 400–4000 см<sup>-1</sup>.

ПМР-спектры синтезированных соединений регистрировались на спектрометре Т-60 фирмы «Varian»

Таблица 1. Показатели бензилалканоилдисульфидов (RSSC (O) R')

№ пп	Соединение	Выход, %	Т.кип (С/0,2 мм рт.ст.) или Т.пл. (°С)	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	MR <sub>D</sub>		Элементный состав					
						найдено	вычислено	найдено			вычислено		
								С	Н	S	С	Н	S
1	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) CH <sub>3</sub>	48,6	83–85	1,5787	1,2240	50,81	50,91	54,49	5,01	32,67	54,51	5,08	32,34
2	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	44,5	95–97	1,5676	1,1367	60,22	60,63	55,83	6,07	31,00	56,57	5,70	30,20
3	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	50,1	118–120	1,5460	1,0935	65,57	65,25	56,16	5,78	29,06	58,36	6,24	28,33
4	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	43,7	126–128	1,5306	1,0613	70,05	69,87	60,46	5,97	26,32	59,96	6,71	26,68
5	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	48,6	132–134	1,5228	1,0362	75,02	74,43	60,95	6,84	26,04	61,37	7,13	25,21
6	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>7</sub> H <sub>15</sub>	49,2	141–142	1,5112	1,0030	83,89	83,65	63,06	7,27	23,14	63,78	7,85	22,70
7	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>9</sub> H <sub>19</sub>	44,2	96–97	-	-	-	-	64,82	9,01	21,15	65,76	8,44	20,65
8	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SSC (O) C <sub>11</sub> H <sub>23</sub>	46,4	-	-	-	-	-	67,10	9,46	18,52	67,40	8,94	18,94

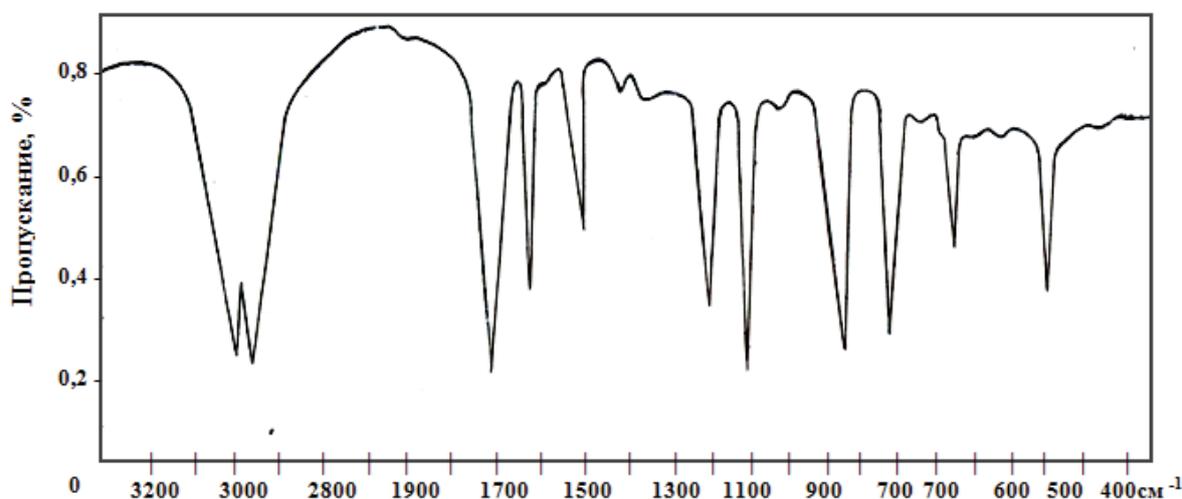


Рис. 1. ИК-спектр бензилбутаноилдисульфида

с рабочей частотой 60 мгц в растворе CCl<sub>4</sub>. В качестве внутреннего стандарта использованы тетраметилсилан (ТМС).

В ИК-спектрах бензилбутаноил- и бензилдеcanoилдисульфидах (рис. 1,2) обнаружены полосы поглощения в области 465±10 см<sup>-1</sup>, характерные для -S-S- группы и валентные колебания 1710±10 см<sup>-1</sup> соответствующие C=O группе.

В ПМР-спектре бензилбутаноилдисульфида наблюдаются сигналы характерные для ароматических в области 7÷7.17 м.д. и метиленовых протонов в области 4.83÷4.42. Кроме указанных сигналов от C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-н соответствующие соответственно -C-CH<sub>2</sub> — δ = 2.45 м.д. три-

плет,— CH — δ = 1.61 м.д. секстет, CH<sub>3</sub> — δ = 0.95 м.д. триплет (рис. 3).

Бензилалканоилдисульфиды были исследованы в качестве антимикробных присадок к смазочному маслу М-11. В результате микробиологических испытаний обнаружена высокая антимикробная активность этих соединений по отношению к микрофлоре (бактериям, грибам и дрожжей) поражающей смазочные масла.

Антимикробные свойства синтезированных соединений исследовались по ГОСТ 9052–75 в составе масла М-11, по методике, рекомендованной Женевской Международной электротехнической комиссией (МЭК-1954).

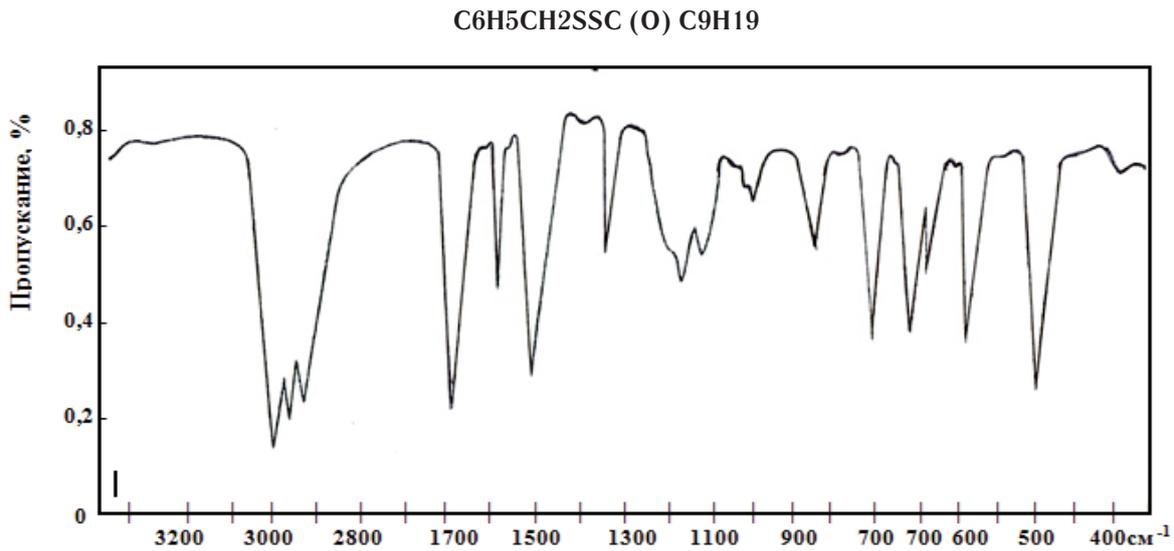


Рис. 2. ИК-спектр бензилдеcanoилдисульфида

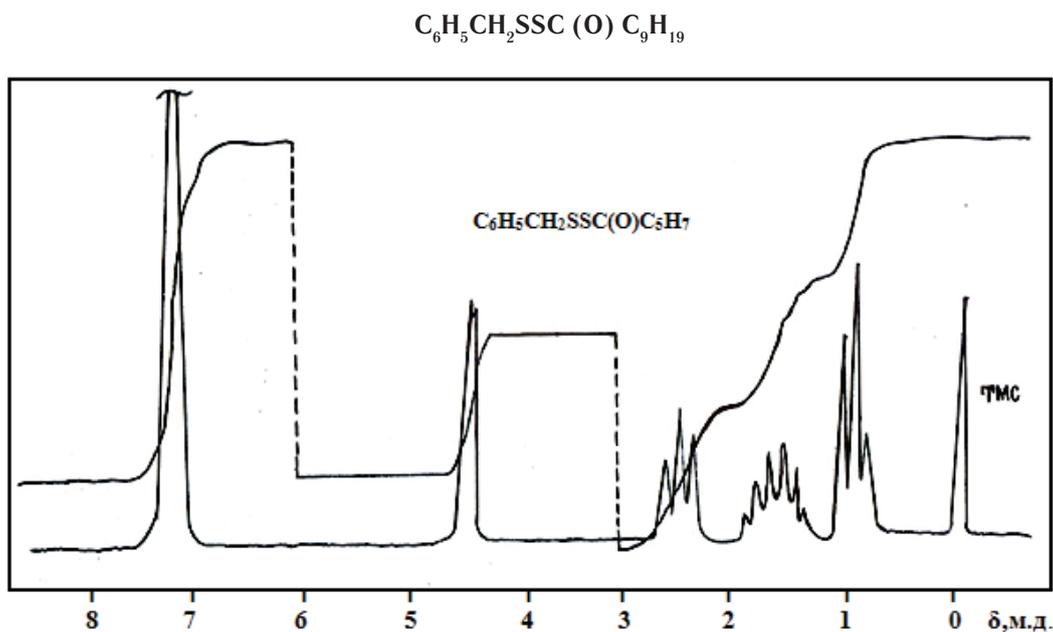


Рис. 3. ПМР-спектр бензилбутаноилдисульфида

При исследовании антимикробных свойств синтезированных соединений вводили в состав масла М-11 в количестве 0,5, 1,0 и 1,5% мас. Считается, что образцы, не пораженные микроорганизмами, практически не подвергаются микробиологической коррозии. Эффективность антимикробного действия применяемых присадок в масле оценивалась по величине диаметра зоны угнетения роста микроорганизмов (в мм). Само масло М-11 не обладает биостойкостью. Результаты испытаний представлены в табл. 2., откуда следует, что некоторые из исследованных нами соединений при концентрации 0,5, 1,0 и 1,5% заметным образом повышают устойчивость масла М-11 к микроорганизмам.

Из результатов испытаний следует, что бензилалканонилдисульфиды обладают эффективными антимикробными свойствами. Эффективность их действия и значительной степени зависит от концентрации присадки в масле. В образце контрольного масла М-11 (без какой-либо добавки) в условиях испытаний наблюдается интенсивный рост микроорганизмов.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее эффективные из исследованных соединений могут быть рекомендованы в качестве антимикробных присадок к маслам.

Таблица 2. Результаты испытаний синтезированных соединений в качестве присадок к смазочному маслу М-11

№	Образцы	Концентрация присадки, %	Диаметр зоны подавления роста микроорганизмов, мм		
			бактерии	грибы	дрожжи
1	Масло М-11	-	+	+	+
2	$C_6H_5CH_2SSC(O)CH_3$	0.5	14	16	+
		1.0	18	20	16
		1.5	20	24	18
3	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_2H_5$	0.5	14	12	12
		1.0	16	16	+
		1.5	22	26	18
4	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_3H_7$	0.5	+	12	+
		1.0	14	14	16
		1.5	16	14	18
5	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_4H_9$	0.5	14	+	14
		1.0	16	16	+
		1.5	18	18	16
6	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_5H_{11}$	0.5	12	+	+
		1.0	12	14	12
		1.5	14	16	14
7	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_7H_{15}$	0.5	12	+	+
		1.0	+	14	+
		1.5	16	16	14
8	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_9H_{19}$	0.5	12	+	14
		1.0	14	16	+
		1.5	14	18	16
9	$C_6H_5CH_2SSC(O)C_{11}H_{23}$	0.5	12	+	+
		1.0	+	+	12
		1.5	14	14	12

Примечание: знак «+» означает рост микроорганизмов.

Литература:

1. В.М. Фарзалиев, З.Г. Солтанова, Н.Р. Бабаев, Х.Ш. Алиева, Л.М. Юсифова, Р.Ю. Таирова «Производные этиленгликолевых эфиров феноксиуксусной кислоты в качестве присадок к смазочным маслам». //Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, том 15, № 1 (57), с. 22–26
2. Н.М. Сеидов, Э.С. Мамедова, З.Ч. Салаева, Г.А. Мамедалиев «Олигомеры пропилена и алкилбензолы на их основе эффективное сырье для синтетических масел и присадок к ним» /Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri. Elmi konfrans, Gəncə 2014, səh.98–100.
3. Г.А. Мамедалиев. Успехи в области получения и применения высших  $\alpha$ -олефинов. Баку, Изд. «Элм», 2008 г, с. 268
4. Н.М. Сеидов, Г.А. Мамедалиев, Ф.Д. Сафаралиева, Р.А. Полчаев Соолигомеризации этилена с гексеном с целью получения низкозастывающих синтетических смазочных масел. // Вопросы химии и химической технологии, 2009, № 4, с. 38–41, Украина
5. А.А. Джавадова, М.Т. Аббасова, И.А. Джафарова, Ф.М. Алиев. «Исследование биостойкости смазочных композиций и их защита от микробиологического поражения». Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri. Elmi konfrans, Gəncə 2014, səh.98–100
6. И.А. Тимохин, А.А. Гуреев, Н.В. Зубкова, Г.В. Матюша, С.А. Семенов. Защитные свойства смазки АМС-3 в условиях воздействия микроорганизмов./Химия и технология топлив и масел. 1993, № 4, стр.14.
7. Алиев, Ф.Ю. Дисс... канд. хим. наук. Баку, 1980 г, стр.48.

## Метод кристаллохимического анализа и теория функционала электронной плотности для анализа ионной проводимости в неорганических соединениях со сложными топологическими характеристиками

Арсентьев Максим Юрьевич, кандидат химических наук;

Калинина Марина Владимировна, кандидат химических наук;

Егорова Татьяна Леонидовна, инженер-исследователь;

Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН (г. Санкт-Петербург)

Приходько Артем Вячеславович, студент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

*Величина ионной проводимости является важной характеристикой для материалов катодов электрохимических батарей, суперконденсаторов и твердотельных газовых сенсоров [1]. В настоящее время исследователи все чаще прибегают к компьютерному моделированию для предсказания свойств, исследования важных феноменов в данных материалах [2]. При рассмотрении ионной проводимости в структурах со сложной топологией путей миграции катионов возникает проблема с рассмотрением большого числа различных механизмов и направлений ионной проводимости. Авторами предложен перспективный подход, основанный на совместном использовании метода кристаллохимического анализа (программный пакет TOPOS) и теории функционала плотности (DFT), позволяющие избежать рассмотрения всего числа данных вариантов механизмов ионной проводимости, уменьшить количество рассматриваемых случаев, сэкономить время и компьютерные ресурсы [3,4]. Использование данного подхода продемонстрировано на примере  $\text{LiFePO}_4$  и  $\text{LiCoO}_2$  — в результате построены топологии путей миграции катионов, предсказанные ранее в литературе методами DFT и молекулярной динамики [5,6].*

*Ключевые слова: кристаллохимический анализ, твердые электролиты, электрохимические батареи, суперконденсаторы, твердотельные газовые сенсоры.*

Разработка электрохимической батареи для каждого конкретного применения является нетривиальной задачей [7]. Несмотря на то, что  $\text{LiCoO}_2$  является несомненно лучшим по величине удельной запасаемой энергии, для применений в системах транспортных средств, все большее значение приобретает значение удельной мощности, безопасности и срок службы. Поэтому возникает интерес к получению и изучению свойств твердых электролитов [8,9]. Перспективными объектами исследования являются свойства материалов в наносостоянии [10–12]. Среди методов получения материалов наиболее распространенными являются золь-гель и гидротермальный методы [13–15].

Ясное понимание механизмов диффузии катионов в материалах катодов электрохимических батарей необходимо для увеличения удельной мощности данных материалов и понимания соотношений структура-свойство [16]. Использование метода DFT и молекулярной динамики широко используется для данных целей. Однако, в структурах со сложной топологией путей миграции возникают сложности с рассмотрением большого числа механизмов и направления осуществления ионной проводимости, в связи с чем возрастает длительность и ресурсоемкость компьютерных расчетов. В данной работе нами предложен комбинированный подход, сочетающий использование метода кристаллохимического анализа (программный пакет TOPOS) и метода DFT. При использовании данного метода

возникают некоторые сомнения —  $\text{LiCoO}_2$ , в структуре которого  $\text{Li}^+$  обладает высокой ионной подвижностью, не способен быть ионным проводником согласно данному методу. Наличие ионной проводимости программный пакет TOPOS не показал ни при анализе его нами, ни другими авторами [17]. Пустоты оказываются 0-координированными. Такая же ситуация наблюдается для  $\text{LiFePO}_4$ , для которого известно, что он обладает наименьшей энергией активации 0,55 эВ вдоль направления [010] [5]. Только изменение радиуса сферического домена Rsd пустот с 1,38 Å на 1,20 Å позволяет построить верные пути миграции для Li (рис. 1) [18]. Полученный нами с использованием кристаллохимического анализа вид путей миграции Li вдоль направления [010] преобладает над направлениями [001] и [101]. Данный вид согласуется с результатами расчетов методом молекулярной динамики авторов [5], однако при этом подход с использованием программного пакета TOPOS является существенно более производительным, поскольку основывается на использовании более экономичных алгоритмов, анализирующих топологию. Аналогично для  $\text{LiCoO}_2$  помимо уменьшения радиуса сферического домена Rsd пустот до 1,20 Å требуется также уменьшение радиуса каналов Rad с 1,85 Å до 1,70 Å. Вид путей миграции  $\text{Li}^+$  для данного материала также является преобладающим и согласуется с результатами, полученными авторами с использованием метода DFT (рис. 2) [6]. Из рис. 2 видно, что механизм ионной проводимости осу-

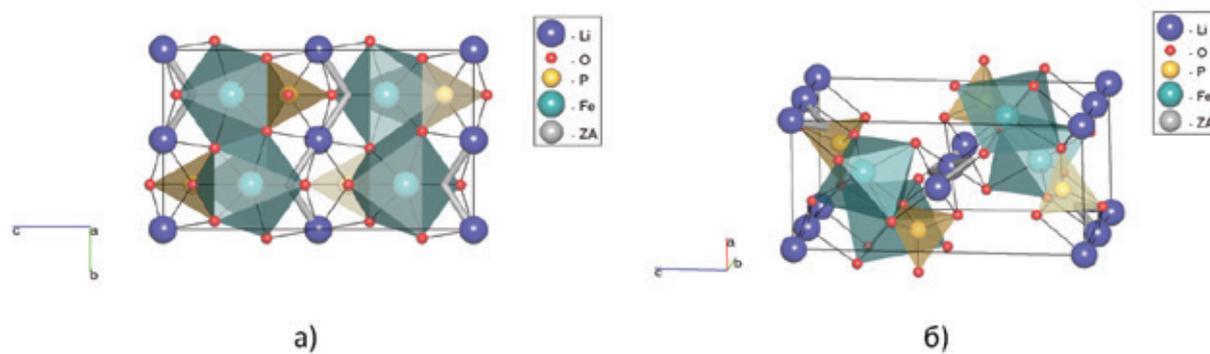


Рис. 1. Изображение путей миграции  $\text{Li}^+$  в  $\text{LiFePO}_4$ , полученное методом кристаллохимического анализа с использованием программного пакета TOPOS, где ZA — центры пустот

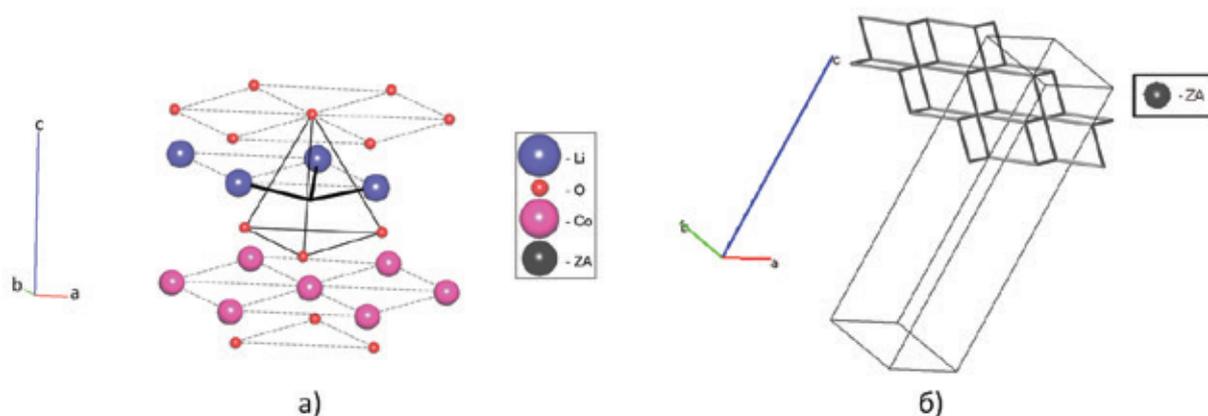


Рис. 2. Изображение путей миграции  $\text{Li}^+$  в  $\text{LiCoO}_2$ , полученное методом кристаллохимического анализа с использованием программного пакета TOPOS, где ZA — центры пустот

шесть является не строго в плоскости катионов  $\text{Li}$ , а перемещаясь через центр тетраэдра, образованного атомами кислорода. В данном случае нам также удалось получить вид наиболее энергетически выгодной топологии каналов миграции  $\text{Li}^+$  без использования ресурсоемких компьютерных расчетов.

Ранее не проводилось исследование значения параметров радиуса сферического домена пустот  $R_{sd}$  и радиуса каналов  $R_{ad}$  с использованием метода DFT. Значения радиуса сферического домена пустот  $R_{sd}$  и радиуса каналов  $R_{ad}$  предположительно имеют следующий смысл: первый характеризует доступность пустот для  $\text{Li}^+$ , второй — доступность каналов, соединяющих данные пустоты с позицией  $\text{Li}^+$  [18]. Более наглядно это можно объяснить на рис. 3, где высота потенциального барьера  $A$  характеризуется величиной  $R_{ad}$ ,  $B$  — величиной  $R_{sd}$ . Данные характеристики предполагается исследовать в дальнейшем методом теории функционала электронной плотности.

Материал катода электрохимических батарей должен удовлетворять требованиям к удельной плотности энергии, безопасности, стоимости и скорости заряда-

разряда [19]. Для выполнения последнего требования энергия активации ионной проводимости не должна превышать 650 мэВ [13]. Метод DFT с использованием программного пакета SIESTA позволяет ученым делать выбор между точностью и производительностью расчетов с помощью размера выбираемого базиса (DZP, soft-confined и др.) [20–21]. Кроме того, имеются публикации, в которых демонстрируется, что высоту энергетического барьера для определения энергии активации ионной проводимости достаточно определить в точке посередине между позициями, участвующими в процессе ионной проводимости [22]. В этом случае ион, зафиксированный в данной точке, имел возможность свободно перемещаться в направлении перпендикулярно пути миграции. Такое рассмотрение с использованием расчета энергии активации ионной проводимости только лишь в одной точке, в сочетании с выбором базиса и использованием программы TOPOS способно довести счет рассматриваемых соединений до тысячи — намного больше, чем возможно синтезировать в лаборатории и реализовать так называемый high-throughput подход [13]. К тому же после опреде-

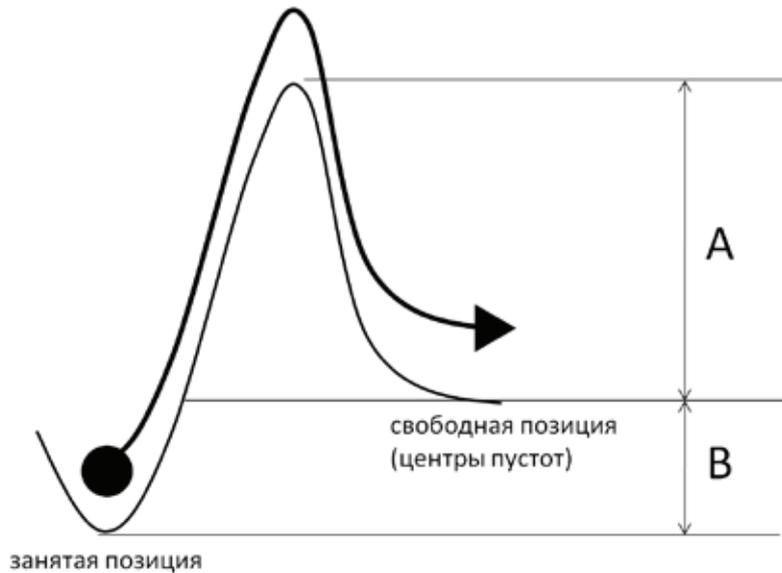


Рис. 3. Предполагаемое нами условное изображение миграции  $\text{Li}^+$  в различных соединениях, где высота потенциального барьера  $A$  предположительно характеризуется величиной  $R_{ad}$ ,  $B$  — величиной  $R_{sd}$

ления перспективных соединений исследователи будут способны сосредоточиться на получении ограниченного их числа. В приведенных публикациях авторы вынуждены рассматривать множество механизмов и топологий пути миграции катионов и в каждом случае выполнять ресурсоемкий расчет методом DFT, использование же данного подхода позволяет сразу начать с рассмотрения преобладающего случая, что значительно экономит ресурсы.

На примере  $\text{LiFePO}_4$  и  $\text{LiCoO}_2$  продемонстрирована способность кристаллохимического подхода (про-

граммный пакет TOPOS) определять наиболее энергетически выгодные пути миграции катионов. На основе данного наблюдения предложен комбинированный подход, позволяющий существенно экономить компьютерные ресурсы при расчете количественных характеристик твердых электролитов из первых принципов.

Продемонстрированные подходы и методы могут быть использованы для прогнозирования свойств новых твердых электролитов, так и повышения удельных характеристик существующих.

#### Литература:

1. Guyomard, D., in *New Trends in Electrochemical Technology: Energy Storage Systems in Electronics*, ed. Osaka T. and Datta M., Gordon and Breach Publishers, Philadelphia, 2000, ch. 9.
2. <http://www.greencarcongress.com/2014/06/20140609-mit.html>
3. Blatov, V. A. Multipurpose crystallochemical analysis with the program package TOPOS // *IUCr CompComm Newsletter*, 2006, pp. 4–38.
4. Anurova, N. A., Blatov V. A., Ilyushin G. D., Blatova O. A., Ivanov-Schitz A. K., Dem'yanets L. N. Migration maps of  $\text{Li}^+$  cations in oxygen-containing compounds // *Solid State Ionics*, 2008, Vol. 179, Iss. 39, pp. 2248–2254.
5. Islam, M. S., Driscoll D. J., Fisher C. A. J. and Slater P. R. Atomic-Scale Investigation of Defects, Dopants, and Lithium Transport in the  $\text{LiFePO}_4$  Olivine-Type Battery Material // *Chemistry of Materials*, Vol. 17, Iss. 20, pp. 5085–5092.
6. Van der Ven A., Ceder G. Lithium diffusion mechanisms in layered intercalation compounds // *Journal of Power Sources*, 2001, Vol. 97–98, pp. 529–531.
7. [http://batteryuniversity.com/learn/article/types\\_of\\_lithium\\_ion](http://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion)
8. Тихонов, П. А., Попов В. П., Арсентьев М. Ю., Подзорова Л. И., Ильичева А. С., Чернышева И. В., Андреева Н. С. Керамика и тонкие слои на основе трех-компонентной системы  $\text{ZrO}_2\text{-CeO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  как перспективные твердые электролиты // *Огнеупоры и техническая керамика*, 2009, № 6, с. 7–11.
9. Тихонов, П. А., Калинина М. В., Арсентьев М. Ю., Пугачев К. Э. Протонопроводящая керамика и тонкие пленки на основе цирконатов La и Sm // *Физика и химия стекла*, 2012, т. 38, № 4, с. 553–564.
10. Тихонов, П. А., Арсентьев М. Ю., Калинина М. В. Наноразмерные пленки на основе диоксидов циркония и церия // *Физика и химия стекла*, 2010, т. 36, № 2, с. 289–296.

11. Абрашова, Е. В., Барановский М. В. Получение и анализ спектральных характеристик нанокмозитов на основе широкозонных проводящих металлоксидов системы ZnO-SnO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> // Известия СПбТЭТУ «ЛЭТИ», 2013, т. 5, с. 16–21.
12. Abrashova, E. V., Gracheva I. E., Moshnikov V. A. Functional nanomaterials based on metal oxides with hierarchical structure // Journal of Physics: Conference Series, 2013, Vol. 461, conference 1, P. 012019.
13. Chen, H., Hautier G., Jain A., Moore C., Kang B., Doe R., Wu L., Zhu Y., Tang Y., and Ceder G. Carbonophosphates: A New Family of Cathode Materials for Li-Ion Batteries Identified Computationally // Chem. Mater., 2012, Vol. 24, Iss. 11, pp. 2009–2016.
14. Грачева, И. Е., Мошников В. А., Абрашова Е. В. Обобщение результатов анализа величины фрактальной размерности золь-гель пористых иерархических структур // Материаловедение, 2013, № 6, с. 13–22.
15. Abrashova, E. V., Gracheva I. E., Moshnikov V. A. Metal oxide SnO<sub>2</sub>-ZnO-SiO<sub>2</sub> films prepared by sol-gel // Smart Nanocomposites, 2014, Vol. 4, Iss. 2, pp. 1–7.
16. Шилова, О. А., Антипов В. Н., Тихонов П. А., Кручинина И. Ю., Арсентьев М. Ю., Панова Т. И., Морозова Л. В., Московская В. В., Калинина М. В., Цветкова И. Н. Керамические нанокмозиты на основе оксидов переходных металлов для ионисторов // Физика и химия стекла, 2013, т. 39, № 5, с. 803–815.
17. Anurova, N. A., Blatov V. A., Ilyushin G. D., Blatova O. A., Ivanov-Schitz A. K., Dem'yanets L. N. Migration maps of Li<sup>+</sup> cations in oxygen-containing compounds // Solid State Ionics, 2008, Vol. 179, Iss. 39, pp. 2248–2254.
18. Blatov, V. A. Voronoi-Dirichlet polyhedra in crystal chemistry: theory and applications // Cryst. Rev., 2004, Vol. 10, Iss. 4, pp. 249–318.
19. Whittingham, M. S. Lithium Batteries and Cathode Materials // Chem. Rev., 2004, Vol. 104, Iss. 10, pp. 4271–4302.
20. Soler, J. M., Artacho E., Gale J. D., Garcia A., Junquera J., Ordejon P., Sanchez-Portal D. The SIESTA method for ab initio order-N materials simulation // J. Phys. Condens. Matter, 2002, vol. 14, no. 11, pp. 2745–2779.
21. Junquera, J., Paz O., Sanchez-Portal D., Artacho E. Numerical atomic orbitals for linear-scaling calculations // Phys. Rev. B, 2001, vol. 64, iss. 23, pp. 235111 (9 pages).
22. Andersson, D. A., Simak S. I., Skorodumova N. V., Abrikosov I. A., Johansson B. Optimization of ionic conductivity in doped ceria // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2006, vol. 103, no. 10, pp. 3518–3521.

## Адсорбция активных красителей из сточных вод органоглиной

Турсунова Дилноза Эркиновна, студент  
Бухарский медицинский институт (Узбекистан)

Ихтиёрова Гулнора Акмаловна, доктор химических наук;

Муинова Нигина  
Бухарский государственный университет (Узбекистан)

*Ключевые слова:* адсорбция, молификация, органобентонит, гексадецилтриметиламмоний бромид, активный краситель.

Серьезную опасность загрязнению водоемов сточных вод представляют красильно-отделочные предприятия текстильной промышленности. Окрашенные сточные воды отделочных фабрик создают неблагоприятное эстетическое восприятие, влияющие на кислотный режим водоема и угнетающие самоочищение, вследствие адсорбции солнечного света и нарушение процессов фотосинтеза.

В настоящее время данная проблема особенно актуальна.

Адсорбция — один из эффективных методов, чтобы удалить окрашенный текстильными загрязнителями сточные воды. Адсорбционное явление в системах ре-

шения играет жизненную роль во многих областях практической экологической технологии, которые находятся главным образом в воде и обработке сточных вод из-за нескольких преимуществ, типа высокой эффективности, простой операции и легкого восстановления повторного использования адсорбента. Даже при том, что самый многообещающий адсорбент для адсорбции активированный уголь, который имеет высокую поверхностную область и высокую адсорбционную вместимость, но очень дорог, имеет высокие затраты операции и есть потребность в регенерации после каждого адсорбционного цикла [1,2]. Поэтому, есть растущая потребность найти низкую цену и эффективный, в местном масштабе доступные мате-

риалы для удаления красок. Установлено, что сложные силикаты, в частности минеральные глины, является эффективным сорбентом при удалении красителей. Эти виды глин имеют разнообразие поверхностных и структурных свойств, высокой химической стабильности, высоко определенной поверхностная область и высокая адсорбционная емкость, и следовательно они могут использоваться, чтобы удалить красители из потоков. Некоторые глины, типа сепиолит, монтмориллонит, смектит, алунит и бентонит были исследованы с этой целью [3–6].

Бентонит — название скалы смектит. Минеральная глина группы, который почти составлен из 80% или большего количества смектит и содержит кристаллическую решетку с тремя слоями. Для увеличения адсорбционной эффективности, бентонит был изменен с катионным поверхностно активным веществом (ПАВ), которым является гексадецилтриметиламмоний бромид (ГДТМАВг). Модифицированный бентонит можно рассмотреть как хороший адсорбент для удаления активных красителей [7]. Исследование проводилось с Навбахарским бентонитом выпускаемым Кармане в Наваинской области.

Нами было изучено удаление из водного раствора активного ярко синего красителя (КТ), который используется в текстильной промышленности для крашения и печатания при различных концентрациях красителя, температуры, времени и рН факторе.

На рис. 1 приведены химические формулы активного ярко синего красителя (КТ) и ГДТМАВг.

Образцы глинистых минералов очищались от водорастворимых солей и песка отмучиванием дистиллированной водой. Далее технология катионзамещения заключалась в следующем: бентонит крупностью < 0,5 мм, промытый дистиллированной водой, заливают 0,1 М раствором катионита в соотношении 1: 22 (объем) и ставят на электрическую мешалку ( $\tau = 2\text{ч}$ ,  $T = 55^\circ\text{C}$ ). После чего его отфильтровывают и промывают до следов HCl (проверяют AgCl до появления слабой мути), а затем помещают в сушильный шкаф на 2 часа при 100–150°C. В качестве растворов катионитов использовали раствор соли: NaCl.

Высушенную глину смешивали с ПАВ — гексадецилтриметиламмоний бромидом (ГДТМАВг) концентрацией менее 3 моль/л в соотношении по массе 1:3 и модифи-

цировали при непрерывном перемешивании и нагреве на водяной бане в течение 6 часа. НВг. Затем твердая фаза отделялась от жидкой — методом центрифугирования. Выделенная твердая фаза высушилась в калориферных сушилках при 363 К в течении 2 часа до воздушно-сухого состояния. Затем образцы подвергались диспергированию в лабораторной шаровой мельнице и просеивались через сито размером отверстия 63  $\mu\text{m}$ .

Бентонитовая глина была модифицирована, используя ГДТМАВг который был подтвержден исследованием ИК спектра (рис. 2).

На рис. 2 показано ИК спектры природного бентонита (а) и ГДТМАВг-бентонита (б). Наблюдаются полосы высокой интенсивного поглощения в области 2851 и 2921  $\text{cm}^{-1}$ , характерные к модифицированному бентониту.

Эти полосы поглощения показывают симметричное и асимметричное валентные колебания метильных и метиленовых групп и свой поворот колебаний — между 1396 и 1470  $\text{cm}^{-1}$ , поддерживая модификацию молекул ГДТМАВг-бентонит, но это колебание и изгиб полосы не наблюдаются в природном бентоните. Это показывает и подтверждает, что модификации происходящей в бентоните является поверхностной.

Модифицированная бентонитовая глина была использована для адсорбции при различном рН факторе и концентрации КТ.

Оптическую плотность определяли на приборе спектрофотометр УВ-2101 (Shimadzu UV-2101PC). Эксперименты адсорбции с ГДТМАВг-бентонит были выполнены при температурах 20,30 и 400С.

На рис. 3 показано изменение рН от 1,5 до 9,5 при постоянной температуре. Как видно из этих данных, с повышением рН адсорбция уменьшается и оптимальной считается рН 1,5. Это происходит из-за сильных электростатических взаимодействий между адсорбционным участком ГДТМАВг-бентонита и анионом красителя.

Таким образом, данные показывают, что высокая адсорбционная емкость для ГДТМАВг-бентонит  $2,80 \cdot 10^{-4}$  мол г $^{-1}$  в рН факторе 1,5, при концентрации красителя  $2,5 \cdot 10^{-4}$  и температуре 200С. Экспериментальный результат показал, что кислый рН фактор одо-бряет адсорбцию. Адсорбционные изотермы описаны изотермами Ленгмюра и Френдлиха.

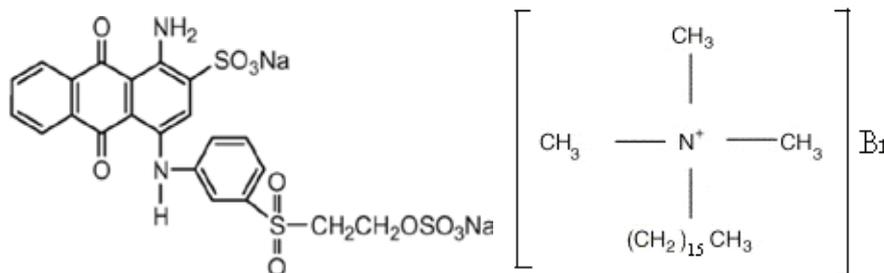


Рис. 1. Химическая формула Активного я/синего (КТ) красителя и ГДТМАВг

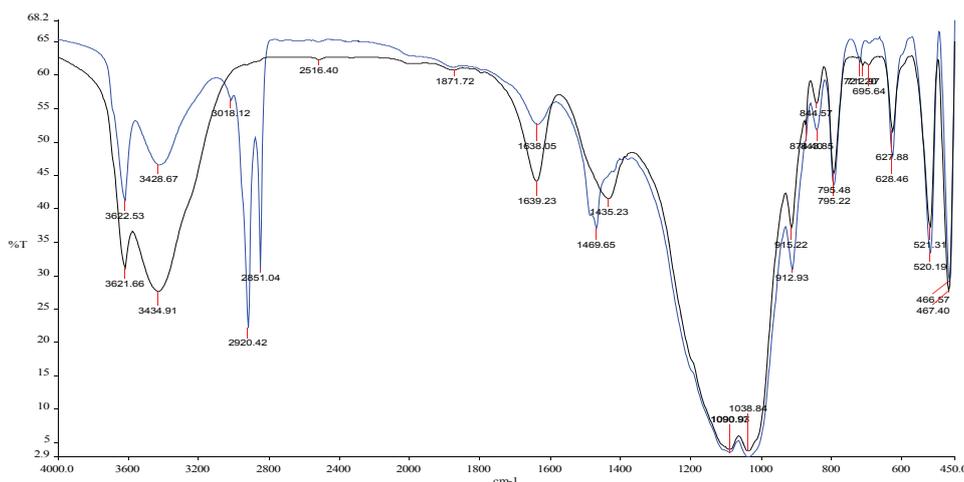


Рис. 2. ИК Спектры а) природного бентонита б) модифицированного бентонита

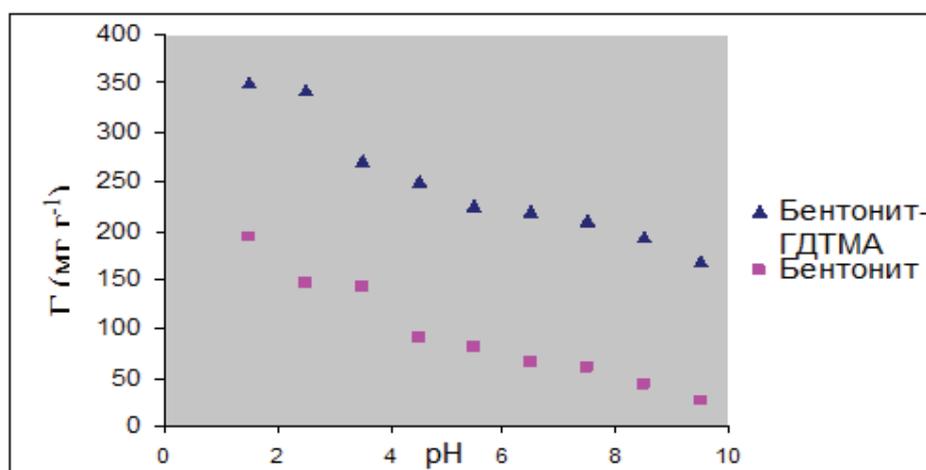


Рис. 3. Адсорбционная емкость КТ красителя при различном pH

Литература:

1. G. McKay, Adsorption of Dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon. Equilibrium and batch contact-time studies // J. Chem. Tech. Biotechnol. 32. 1982, p.759–772.
2. G. McKay, Adsorption of Dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon // III. Intraparticle diffusion processes. J. Chem. Tech. Biotechnol. 33A 1983, pp.196–204.
3. A. Ozcan, E. M. Oncu, A. S. Ozcan, Kinetics, isotherm and thermodynamic studies of adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions onto natural sepiolite // Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects 277. 2006, p. 90–97.
4. C. C. Wang, L. C. Juang, T. C. Hsu, C. K. Lee, Adsorption of basic dyes onto montmorillonite // J. Colloid Interf. Sci. 273. 2004, p. 80–86.
5. M. Ogawa, R. Kawai, K. Kuroda, Adsorption and aggregation of a cationic cyanine dye on smectites // J. Phys. Chem. (US) 100. 1996, p. 16218–16221.
6. Q. H. Hu, S. Z. Qiao, F. Haghseresht, M. A. Wilson, G. Q. Lu, Adsorption study for removal of basic red dye using bentonite // Ind. Eng. Chem. Res. 45 (2006), p. 733–738.
7. G. A. Ikhtiyarova, S. A. Ozcan, A. Ozcan, Adsorption behaviour of reactive dye onto modified bentonite from aqueous solutions // International conference 6th Aegean analytical chemistry days. Turkey. 2008. p.323.

## Информатика

### Применение тренажеров в системе дистанционного обучения

Мухамадиева Кибриё Бахадировна, старший преподаватель,  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В последние пять–десять лет технические средства обучения (ТСО) находят широкое применение во всех видах и формах обучения. Расширяется ассортимент, методы и способы их применения. Накоплен опыт их организации и эффективного применения на всех ступенях непрерывного обучения на протяжении всей жизни человека.

Внедрение новых информационных технологий в образование привело к появлению новых образовательных технологий и форм обучения, базирующихся на электронных средствах обработки и передачи информации. Появление мощных компьютерных мультимедиа систем и интерактивных компьютерных программ стало основой интенсивного развития систем дистанционного обучения (СДО).

При дистанционном обучении используются различные информационные и коммуникационные технологии (чаще всего — сочетание различных технологий). Современные технологии дистанционного образования упорядочивают процесс управления системой образования, оптимизируют усвоение знаний за счет формирования специализированной информационной среды, удобной человеку, привычно использующему Интернет для получения информации и межличностных коммуникаций.

Интернет в целом является почти идеальным техническим средством для дистанционного образования. Но необходимо помнить, что любое обучение требует определенной организационно-информационной поддержки. Необходимо иметь следующие структуры:

- поддержка проектирования учебного материала;
- доставка учебного материала слушателям;
- поддержка «справочных» материалов;
- консультации;
- контроль знаний;
- организация общения слушателей.

Внедрение компьютера в учебный процесс не только освобождает преподавателя от рутинной работы в организации учебного процесса, оно дает возможность создать богатый справочный и иллюстративный материал, представленный в самом разнообразном виде: текст, гра-

фика, анимация, звуковые и видеоэлементы. Интерактивные компьютерные программы активизируют все виды деятельности человека: мыслительную, речевую, физическую, что ускоряет процесс усвоения материала. Интерактивные тестирующие системы анализируют качество знаний. Одной из наиболее перспективным направлением развития интерактивных компьютерных программ являются тренажеры

Тренажеры являются как обучающим, так и оценочным методом. Примерами тренажеров могут служить программы обучения езды на автомобиле (автотренажер) или тренажер сетевого маршрутизатора от Cisco т.п.

Тренажеры очень эффективный метод обучения и оценки практических знаний. Позволяют задавать и многократно повторять разные режимы и параметры работы, вплоть до аварийных ситуаций. Способствуют развитию самоконтроля. Тренажеры обеспечивают разностороннее, полное формирование какого-либо образа, понятия и тем самым способствует более прочному усвоению знаний, пониманию связи научных знаний с жизнью. Наглядность тренажеров содействует выработке у учащихся эмоционально — оценочного отношения к сообщаемым знаниям.

Особенности методологии тренажеров.

— Желание «предусмотреть все возможные пути решения» значительно усложняет ПО тренажеров и реально достижимо только для формализованных задач и алгоритмов.

— ПО тренажера должно включать средства редактирования и базу контроля знаний.

— Интеллектуализация тренажеров для повышения самостоятельности действий обучаемого и одновременное усложнение решаемых задач трансформирует тренажеры в образовательные среды.

Тренажеры можно рассматривать как совокупность тестовых заданий на наглядных примерах и приближенных к реальным условиям. Поэтому принципы анализа эффективности и качества тренажера и тестов идентичны.

Существует ряд тем, которые вызывают наибольшие затруднения у студентов, что зачастую связано с труд-

ностью наглядной демонстрации. Именно в этом случае и целесообразно использование программ-тренажеров например в объектно-ориентированном программировании в среде Delphi

В данный момент нашей группой ведутся разработки тренажера, для обучения основам программирования Delphi, Си++ и т.д.

Например, цель тренажера по Delphi — это обучение и привитие первоначальных навыков в программировании:

1. Формы
2. Стандартные компоненты и их основные свойства
3. Обработка событий
4. Исполнение линейного алгоритма

5. Условный оператор
6. Циклы
7. Работа с базой данных
8. Ввод вывод в файл

Проводя самостоятельные опыты, обучаемые могут убедиться в истинности приобретаемых знаний, в реальности тех или иных явлений и процессов. А уверенность в истинности полученных сведений, убежденность в знаниях делают их осознанными, точными. Средства наглядности повышают интерес к знаниям, делают более легким процесс усвоения, поддерживают внимание и позволяют оценить знания обучаемого и его умение применять знания на практике, что делает тренажеры наиболее перспективным и эффективным методом обучения.

Литература:

1. Бершадский, А. М., Кревский И. Г. Дистанционное образование: региональный аспект. // Дистанционное Образование — 1998. — № 1.
2. Василькова, Т. А. Западные технологии профессионального обучения безработных граждан на российском рынке образовательных услуг. // Профессиональное образование. 1996. — № 4 (56).
3. Густырь, А. В., Долгоуков А. М. Проблемы развития дистанционного образования в системе среднего профессионального образования. // Среднее профессиональное образование. — 1999, — спец. выпуск.
4. Полат, Е. С. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева; Под ред. Е. С. Полат. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 416 с.

## Создание наглядных демонстрационных материалов с использованием различных программно-прикладных пакетов обработки цифровой информации

Польшакова Наталья Викторовна, кандидат экономических наук, доцент;

Виневская Н. Ю., студент;

Раманова О. И., студент

Орловский государственный аграрный университет

*Сегодня создано множество программно-прикладных продуктов, охватывающих практически все стороны деятельности. Спектр задач, осуществляемых при помощи программно-прикладного пакета, постоянно расширяется. Использование компьютеров практически во всех сферы деятельности во многом стало реализуемым именно благодаря появлению новых ППП.*

*Ключевые слова: программное обеспечение, графическое приложение, достоинства, недостатки, PowerPoint, Windows Movie Maker, CorelDRAW.*

**П**рограммное обеспечение — это распространенный класс программных продуктов, имеющий наибольший интерес для пользователя. Постоянное увеличение мощности персональных компьютеров, периферийных устройств, а также развитие средств связи предоставляет разработчикам возможности для максимально полного удовлетворения запросов конечных потребителей.

PowerPoint — это графическое приложение, используемое для создания презентаций (рисунок 1). К основным преимуществам Office PowerPoint можно отнести:

1. Пользовательский интерфейс microsoft office fluent позволяет быстрее получать лучшие результаты.
2. Мощные, динамические диаграммы SmartArt.
3. Использование собственных макетов для ускорения процедуры сборки презентаций.

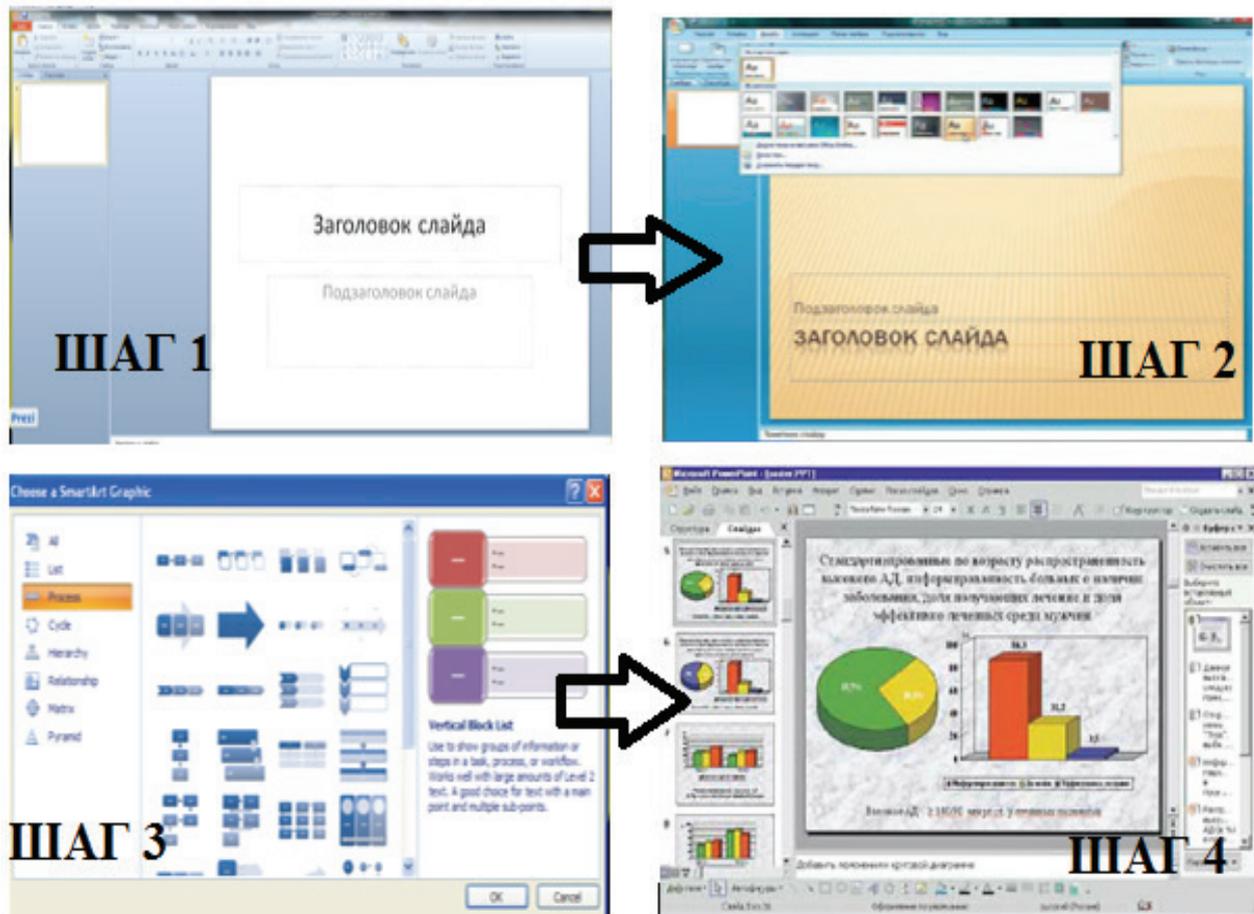


Рис. 1. Этапы работы в программе «Microsoft PowerPoint»

4. Согласованное форматирование презентаций с помощью тем документов.

Недостатками же данной программы является:

1. Редактирование и сохранение может привести к потере нескольких образцов.
2. Анимационные эффекты могут преобразовываться в соответствующие эффекты Microsoft PowerPoint 2000, или объекты появляются на странице без анимации.
3. Метафайлы Microsoft Windows не отображаются с поворотом.
4. Прозрачность при сплошной заливке отображается менее четко.
5. Настройки на отображение не влияют.
6. Заливки отображаются без вращения. Сглаживание не поддерживается, текст и графика отображаются менее гладкими.
7. Примечания не отображаются.
8. Диаграммы превращаются в группы фигур.

Русскоязычная программа «Windows Movie Maker» для редактирования видеофайлов в операционной системе Windows 7 предоставляется для ее пользователей на бесплатной основе. Ее преимуществами являются простота в использовании (рисунок 2), изначальная совместная установка на большом количестве персональных компьютеров вместе с Windows, причем в ней поддержка идет не только видео, но и аудио, и изображений.

Также в арсенале у ее пользователей будет большое количество разных переходов и эффектов (хотя их качество не безупречно), а готовое видео можно сохранять и конвертировать в различных форматах.

На сегодняшний день отличным редактором векторной графики является программа «Corel Draw» (рисунок 3), отличающаяся простотой использования и широкими возможностями, имея в списке своих достоинств точность форм, возможность ввода с клавиатуры нужного параметра, использование градиента, огромное количество встроенных палитр (в т.ч. пользователю можно будет при необходимости придумать или загрузить свою), удобный интерфейс и поддержку множества форматов.

Но и у «Corel Draw» существует, как ни странно, огромное количество недостатков: частое зависание рабочей области, также в этом редакторе не поддерживаются размеры меньше чем 30x30 пикселей, а для любого хорошего веб-мастера это является зачастую необходимостью.

Преимущества «CorelDRAW» над другими программами вытекают в основном из преимуществ векторной графики над растровой: [4]

— увеличение масштаба без потери качества и изображения;

— высокая точность работы с изображениями (до сотой доли микрона);

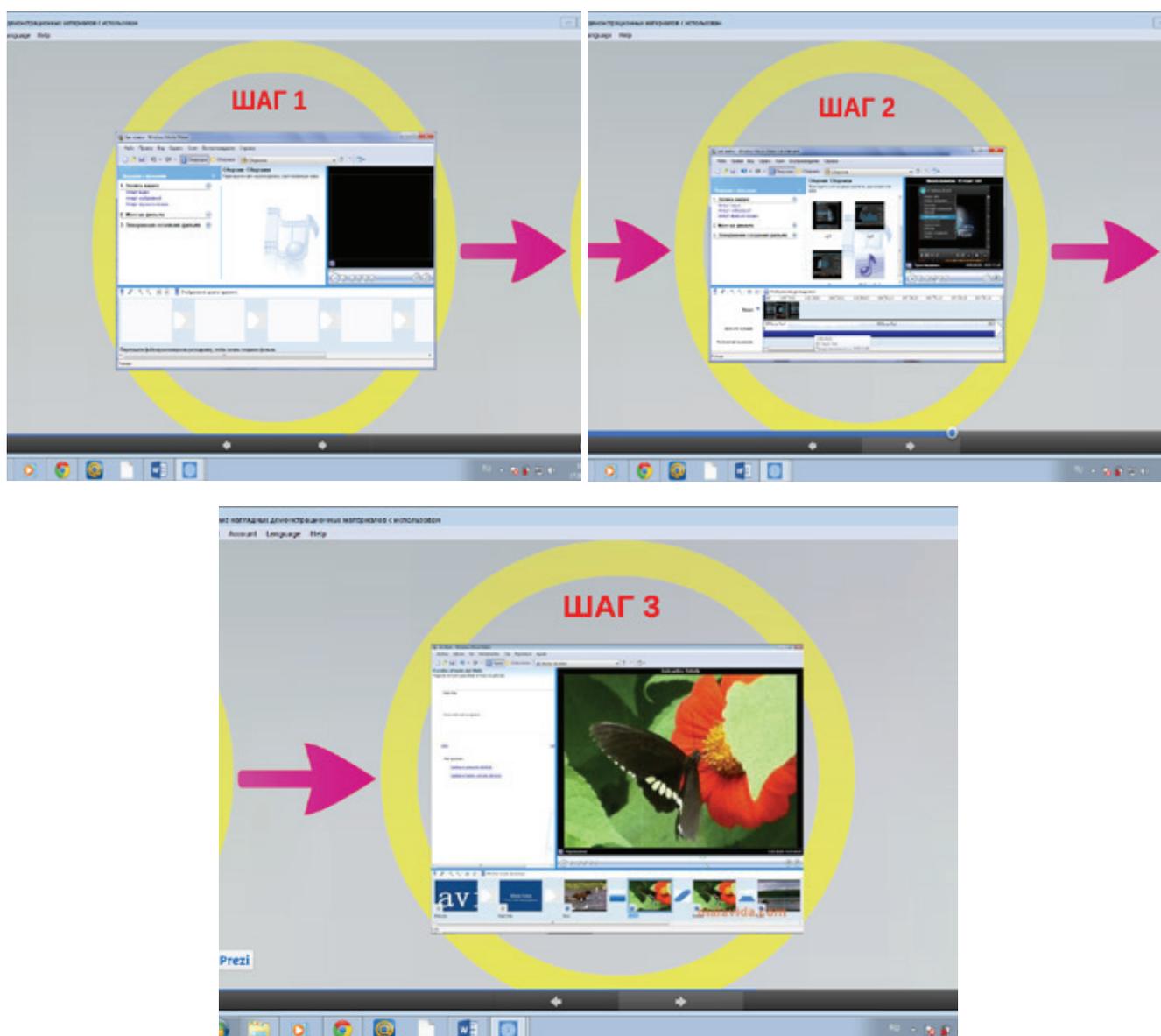


Рис. 2. Этапы работы в программе «Windows Movie Maker»

- небольшой размер векторного файла по сравнению с растровым;
- прекрасное качество полиграфической печати;
- трассировка растровых изображений, возможность вывода их на плоттер;
- возможность редактирования каждого элемента изображения в отдельности;
- хорошая совместимость с другими программами. Поддерживаются различные форматы файлов, включая Adobe Illustrator (AI), EPS и формат PSD с сохранением всех слоев изображения;
- CorelDRAW (и Corel PHOTO-PAINT) используют специальный интерфейс для работы с цифровыми камерами, тем самым обеспечивают возможность загрузки изображений (совместимость) с большим количеством моделей фотовидео камер;
- поддерживается создание Web-страниц с помощью мастера преобразования в формат;

- возможность создания электронных публикаций в формате PDF.

Недостатками программы «CorelDRAW» являются сложность экспорта растрового формата в векторный, что очень заметно пользователями при использовании цветной, а не черно-белой графики, причем нет возможности применять напрямую обширную библиотеку эффектов, используемых при работе с растровыми изображениями;

Таким образом, рассмотренные в данной статье программы необходимы тем пользователям, которым предстоит проделать кропотливую работу по эффективной разработке и созданию наглядных демонстрационных материалов. Данные программы обладают различными свойствами, которые сегодня все больше необходимы пользователю в современных условиях научно-технического прогресса.

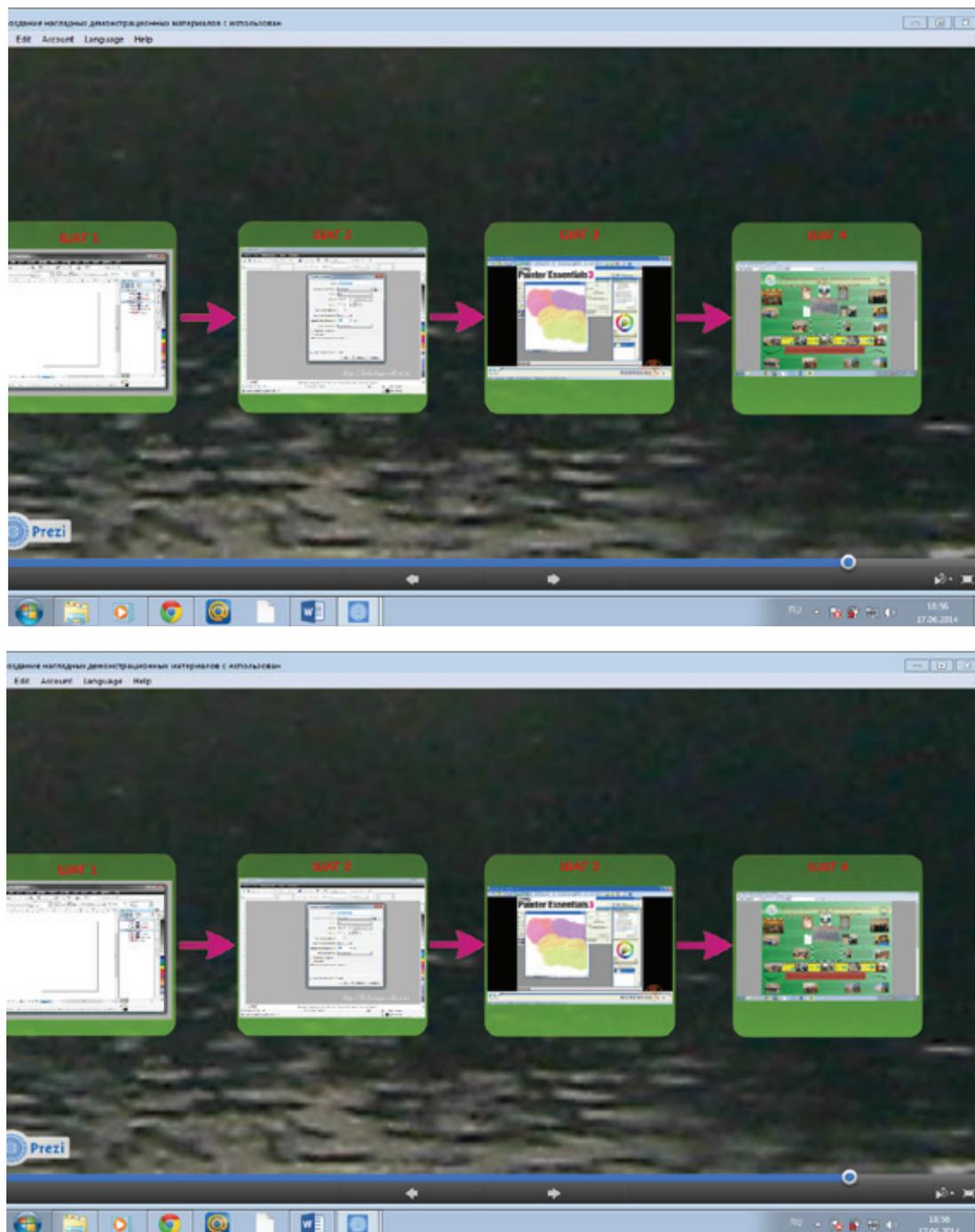


Рис. 3. Этапы работы в программе «CorelDRAW»

Литература:

1. Информационные технологии (для экономиста): Учеб. пособие / Под общ. ред. А.К Волкова. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 310 с.
2. Методические указания по выполнению курсовой работы по информатике. Москва — 2006. — 60 с.
3. Ковалев, А. С., Шалимова О. А., Польшакова Н. В. Новые технологии компьютерной графики объемного 3D моделирования и их практическая реализация. // Успехи современного естествознания. 2010. № 10. С — 85–88.
4. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. — 368 с.
5. IRONZONE Статьи [Электронный ресурс] // Технологии и средства обработки графической информации. — Информационный портал «IRONZONE». — Режим доступа: [http://ironzone.ucoz.net/publ/vse\\_stati/raznoe/tehnologii\\_i\\_sredstva\\_obrabotki\\_graficheskoi\\_informacii/10-1-0-3](http://ironzone.ucoz.net/publ/vse_stati/raznoe/tehnologii_i_sredstva_obrabotki_graficheskoi_informacii/10-1-0-3) (30.05.2014)

## Технические науки

### О минимизации времени отклика интервально-логических регуляторов<sup>1</sup>

Антипин Андрей Федорович, кандидат технических наук, доцент  
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

*В статье представлены результаты вычислительного эксперимента, анализа и количественной оценки минимизации времени отклика многомерных интервально-логических регуляторов.*

*Ключевые слова: многомерный интервально-логический регулятор, оценка минимизации времени отклика.*

Многомерные интервально-логические регуляторы (МИЛР) являются альтернативной ступенью развития нечётких и дискретно-логических регуляторов, где основной упор делается на повышение быстродействия систем автоматического регулирования и компенсацию взаимного влияния контуров регулирования. Отличительной особенностью структуры МИЛР является отсутствие в ней элементов обработки системы продукционных правил [1, с. 30].

Концепция построения МИЛР позволяет организовать логический вывод в виде системы консеквентов продукционных правил, что, по сути, представляет собой массив значений управляющих воздействий на многомерный объект управления, и механизма формирования идентификационных (ID) номеров продукционных правил, предназначенного для определения комбинации значений управляющих воздействий в момент  $t$  [2, с. 30].

Выполним вычислительный эксперимент и количественную оценку минимизации времени отклика многомерной системы регулирования на базе МИЛР с 2 входными параметрами  $X$  и 2 выходными параметрами  $Z$ , схема которого представлена на рис. 1, где И1, И2 — интервализаторы, а Д1 и Д2 — деинтервализаторы МИЛР;  $N_{min}$ ,  $N_{тек}$  и  $N_{max}$  — минимальный, текущий и максимальный ID-номер продукционного правила в базе данных блока логического вывода (БЛВ) соответственно; # — элемент ID-номера продукционного правила, формируемого из номеров термов  $T(X1)$ ,  $T(X2)$ ,  $T(Z1)$  и  $T(Z2)$ .

Для осуществления сравнительного анализа возьмем многомерный дискретно-логический регулятор (ДЛР) с тем же числом параметров, но без ANY-TIME алгоритма фаззификации.

Распределение максимального числа продукционных правил  $R$  и операций сравнения  $L$  ДЛР и МИЛР в зависимости от суммарного числа термов  $K$  приведено в табл. 1 и 2 соответственно, где

$$\Delta_R = R_{ДЛР} - R_{МИЛР}$$

$$\Delta_L = L_{ДЛР} - L_{МИЛР}$$

Процент сокращения максимального числа продукционных правил МИЛР  $\Delta R$  рассчитывается согласно выражению

$$\Delta R = \frac{\Delta_R}{R_{ДЛР}} \times 100\%$$

Следует отметить, что максимальное число операций сравнения  $L$  ДЛР принято равным максимальному числу продукционных правил  $R$ . Это следует из того, что в логических регуляторах максимальное число операций сравнения напрямую зависит от числа правил, каждое из которых может содержать несколько операций сравнения.

В табл. 2 процент сокращения максимального числа операций сравнения  $\Delta L$  МИЛР рассчитан, согласно выражению

$$\Delta L = \frac{\Delta_L}{L_{max}} \times 100\%$$

где максимальное число операций сравнения  $L_{max} = L_{ДЛР}$ .

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта СФ БашГУ № В14–2.

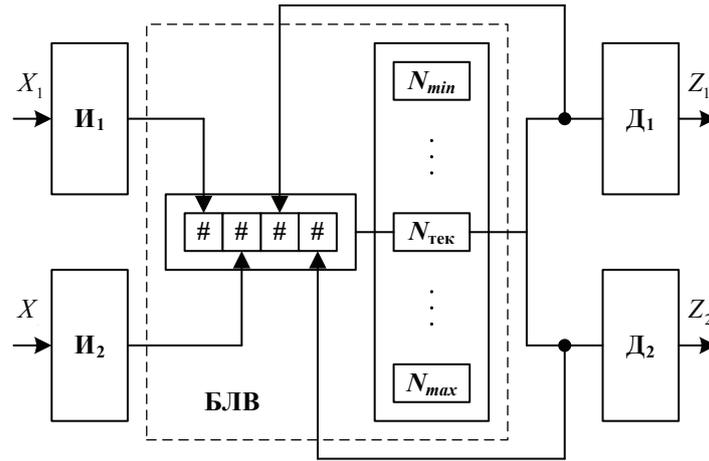


Рис. 1. Блок-схема МИЛР с 2 входными параметрами X и 2 выходными параметрами Z

Таблица 1. Распределение максимального числа продукционных правил R ДЛР и МИЛР

Количество термов K непрерывных величин				Максимальное число продукционных правил R			ΔR, %
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	ДЛР	МИЛР	Δ <sub>R</sub>	
3	3	3	3	256	82	174	67,97
4	4	4	4	625	257	368	58,88
5	5	5	5	1296	626	670	51,70
6	6	6	6	2401	1297	1104	45,98
7	7	7	7	4096	2402	1694	41,36
8	8	8	8	6561	4097	2464	37,56
9	9	9	9	10000	6562	3438	34,38

Таблица 2. Распределение максимального числа операций сравнения L ДЛР и МИЛР

Количество термов K непрерывных величин				Максимальное число операций сравнения L			ΔL, %
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	ДЛР	МИЛР	Δ <sub>L</sub>	
3	3	3	3	256	16	240	93,75
4	4	4	4	625	20	605	96,80
5	5	5	5	1296	24	1272	98,15
6	6	6	6	2401	28	2373	98,83
7	7	7	7	4096	32	4064	99,22
8	8	8	8	6561	36	6525	99,45

Из табл. 2 следует, что

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \Delta L(K) = 99, (9) \%.$$

На рис. 2, а) изображён график зависимости максимального числа продукционных правил R ДЛР и МИЛР от суммарного числа термов K, из которого следует, что при K, равном 32, разница между максимальным числом правил

ДЛР и МИЛР составляет 2464 правила, а сокращение максимального числа правил ΔR МИЛР составляет 37,56%.

График зависимости Δ<sub>R</sub> от общего числа термов K непрерывных физических величин многомерной системы управления представлен на рис. 2, б), из которого следует, что

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \Delta_R = \infty.$$

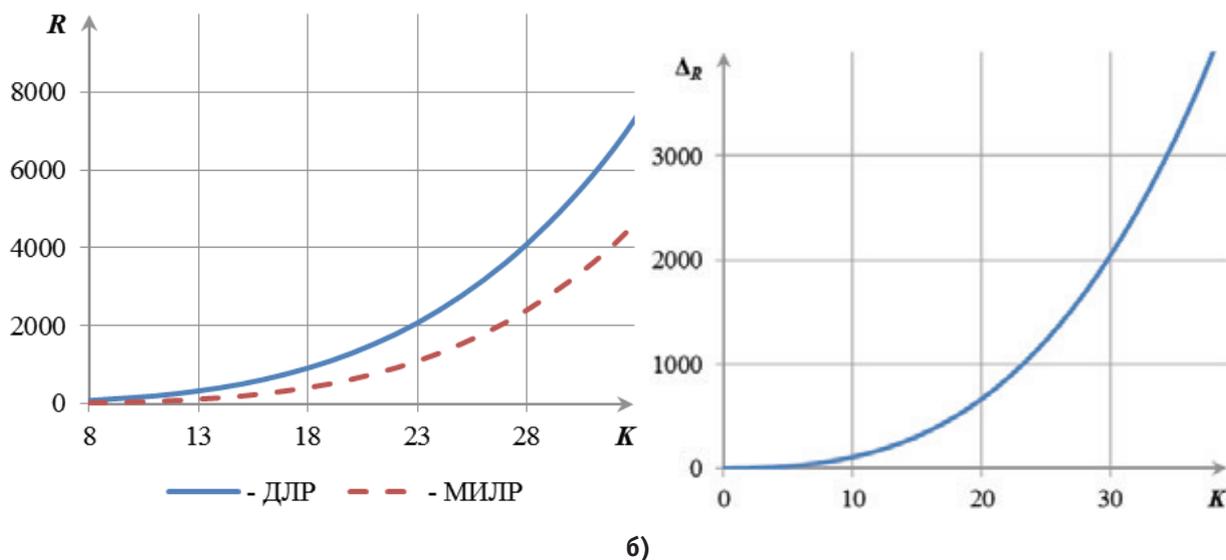


Рис. 2. Графики зависимости параметров R ДЛР и МИЛР (а) и ΔR (б) от суммарного числа термов K

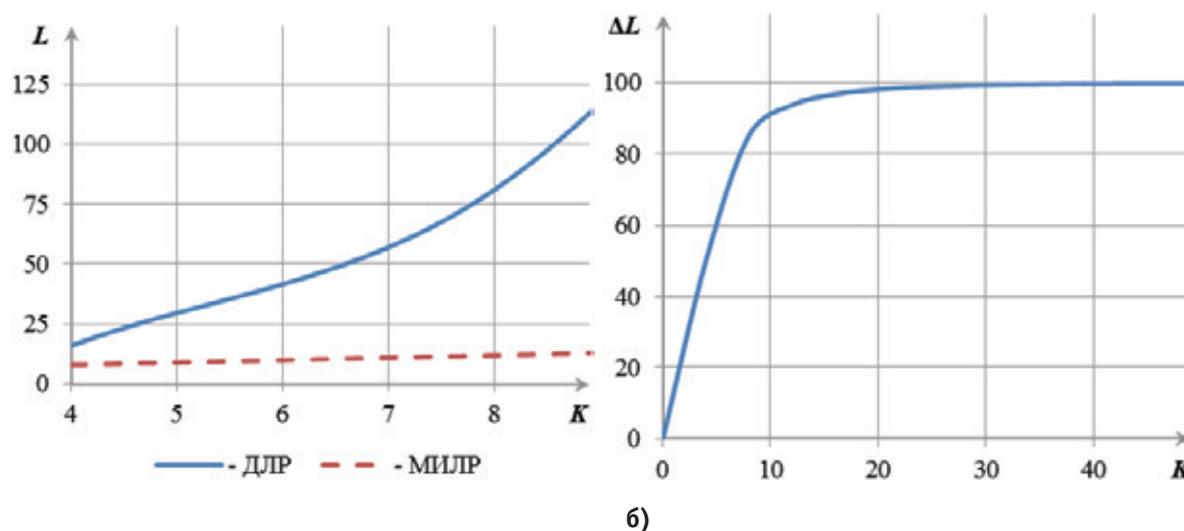


Рис. 3. Графики зависимости параметров L ДЛР и МИЛР (а) и ΔL (б) от суммарного числа термов K

На рис. 3, а) представлен график зависимости максимального числа операций сравнения L ДЛР и МИЛР от суммарного числа термов K, из которого следует, что при K, равном 8, разница между максимальным числом операций сравнения ДЛР и МИЛР составляет 69 операций, сокращение максимального числа операций сравнения ΔL МИЛР составляет 85,19%.

График зависимости параметра ΔL от суммарного числа термов K непрерывных физических величин многомерной системы управления представлен на рис. 3, б).

Рассмотрим пример работы STEP-TIME алгоритма интервализации (фаззификации) непрерывных величин в МИЛР.

В табл. 3 представлено случайное распределение значений параметра минимизации ΔF МИЛР с 3 вход-

ными параметрами X в течение 12 циклов сканирования, где

$$\Delta F = \left( 1 - \frac{K_t(X) + 1}{K(X) + 1} \right) \cdot 100 \%,$$

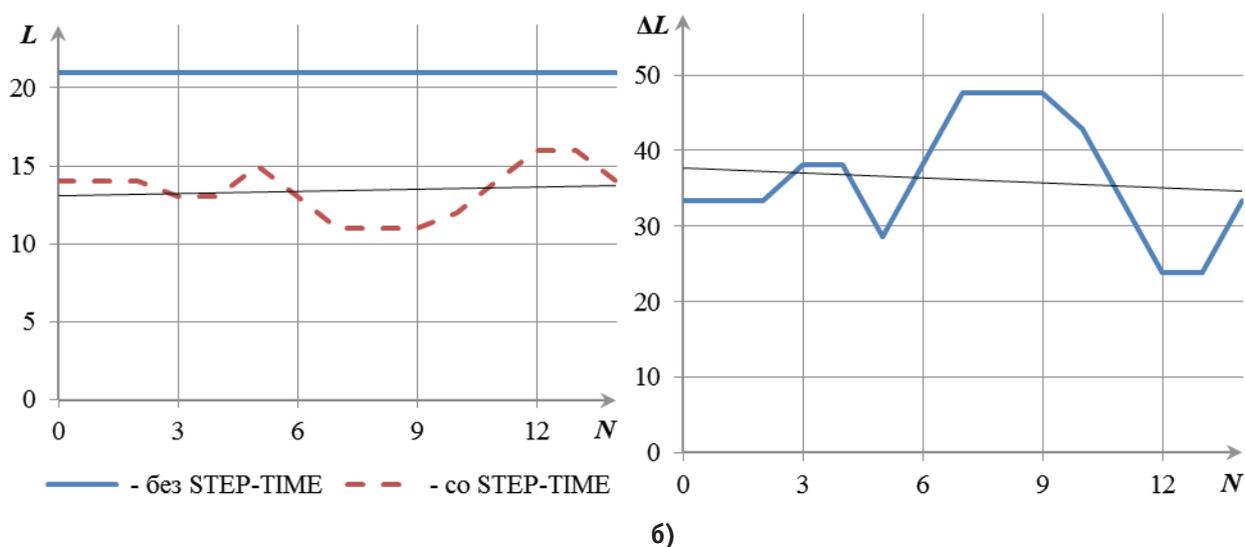
где  $K_t(X)$  — номер терма величины X, равного логической единице в момент времени t.

Средний процент увеличения быстродействия процедуры интервализации (фаззификации) ΔF МИЛР за 12 циклов составляет 39,17%, 21,11% и 45,71% по каждому из X.

На рис. 4, а) и б) приведен пример распределения параметров L и ΔL МИЛР в течение 12 циклов сканирования в результате использования STEP-TIME алгоритма.

Таблица 3. Распределение значений параметра  $\Delta F$  МИЛР в течение 12 циклов сканирования

$X_1$			$X_2$			$X_3$			$I_{\text{МИЛР}}$		
$K_t$	$K$	$\Delta F, \%$	$K_t$	$K$	$\Delta F, \%$	$K_t$	$K$	$\Delta F, \%$	$L_t$	$L$	$\Delta L, \%$
5	7	25,00	5	5	0,00	1	6	71,43	14	21	33,33
5	7	25,00	5	5	0,00	1	6	71,43	14	21	33,33
6	7	12,50	4	5	16,67	1	6	71,43	14	21	33,33
5	7	25,00	4	5	16,67	1	6	71,43	13	21	38,10
4	7	37,50	4	5	16,67	2	6	57,14	13	21	38,10
4	7	37,50	5	5	0,00	3	6	42,86	15	21	28,57
3	7	50,00	4	5	16,67	3	6	42,86	13	21	38,10
2	7	62,50	3	5	33,33	3	6	42,86	11	21	47,62
2	7	62,50	3	5	33,33	3	6	42,86	11	21	47,62
2	7	62,50	3	5	33,33	3	6	42,86	11	21	47,62
3	7	50,00	3	5	33,33	3	6	42,86	12	21	42,86
3	7	50,00	4	5	16,67	4	6	28,57	14	21	33,33

Рис. 4. Пример распределения параметров  $L$  и  $\Delta L$  МИЛР в течение 12 циклов

Литература:

1. Антипин, А. Ф. Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. № 5. с. 30–36.
2. Антипин, А. Ф. Особенности программной реализации многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двузначной логики // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 2. с. 30–36.

## Природосберегающие технологии при освоении Юрхаровского газоконденсатного месторождения

Антонова Евгения Николаевна, ассистент

Филиал Тюменского государственного нефтегазового университета (г. Новый Уренгой)

*Статья посвящена анализу природоохранных технологий, применяемых в практике разработки Юрхаровского месторождения в период с 2005 по 2014 гг.*

*Ключевые слова: нефтегазоконденсатные месторождения, добыча газа, нефтегазовая отрасль, Юрхаровское месторождение, природосберегающие технологии нефтегазодобычи.*

В силу значительной динамики износа основных фондов, недостаточного использования и внедрения хозяйствующими субъектами природоохранного оборудования и технологий, минимизирующих воздействие на окружающую среду, отсутствия системного подхода в данной области, непрерывного экологического мониторинга, в последнее десятилетие отрицательное влияние предприятий нефтегазодобывающей отрасли на окружающую среду остается высоким. В связи с этим проблемы экологии выдвигаются на первый план в нефтегазовом секторе. ООО «Юрхаровнефтегаз», дочернее предприятие ОАО «НОВАТЭК» — владелец лицензии на разработку Юрхаровского газоконденсатного месторождения, не является в данном случае исключением: в число приоритетов экологической политики предприятия в первую очередь входят применение экологически эффективных технологий в нефтегазовой промышленности и сохранение природной среды в зоне размещения объекта разработки. Очевидно, что в современных условиях реализация важных нефтегазодобывающих проектов, в особенности осуществляющихся на территории северных морей, экосистемы которых характеризуются значительным видовым разнообразием, невозможна без обеспечения жестких требований экологической безопасности. Именно к числу подобных объектов, находящихся в богатом минерально-сырьевыми ресурсами арктическом регионе, относится и проект разработки Юрхаровского НГКМ.

Арктике свойственно наличие значительного числа особо охраняемых природных территорий разного уровня и режима, сохранение которых является одним из основных направлений современной российской государственной политики в области экологии. Одной из таких территорий является Тазовская губа, в районе которой расположено Юрхаровское НГКМ (включая сопредельную территорию суши как единую ресурсную базу). Тазовская губа имеет статус объекта высшей рыбохозяйственной категории, а сопредельная территория характеризуется значительным биоразнообразием. Здесь расположены места нерестилища ценных осетровых и сиговых рыб, гнездовья перелетных и местных птиц, в том числе занесенных в Красную книгу, а также зона оленеводства, рыболовства и обитания коренного населения. В связи с этим с данного

месторождения в водные объекты не производятся промышленные сбросы; бурение скважин на Юрхаровском месторождении осуществляется безамбарным методом, исключающим возможность загрязнения почв, грунтовых и поверхностных вод. С аналогичной целью в настоящее время компанией — разработчиком месторождения осуществляется планомерный переход и дальнейшее развитие технологий наклонного и горизонтального бурения скважин, нагнетания и закачки промхозстоков в поглощающие пласты, замкнутого технологического цикла водообеспечения, рециклирования и других прогрессивных и щадящих окружающую среду технологий.

Акватория Тазовской губы также обладает рядом других особенностей, которые усложняют освоение нефтегазового потенциала и вызывают экологические риски для реализации проекта. К основным из них относятся следующие:

- короткий межледовый период — до 3 месяцев;
- образование ледовых полей толщиной до 2,5 м и стамух с килевой частью высотой до 8 м;
- низкие температуры воздуха — до  $-50$  град. С;
- наличие вечной мерзлоты в грунтах на глубинах воды менее 5 м;
- высокая экологическая ранимость природной среды Арктики [1].

В связи с этим работы, проводимые в арктической зоне ООО «Юрхаровнефтегаз», находятся под пристальным вниманием населения, общественных организаций и руководителей Ямало-Ненецкого АО, природоохранных и рыбохозяйственных органов, федеральных контролирующих организаций. До начала строительства поисковых скважин была проведена разработка проектов по охране окружающей среды с согласованием их в территориальных и федеральных органах управления и получением положительного заключения Государственной экологической экспертизы в Росприроднадзоре. Одновременно проводилось согласование материалов на получение лицензии на водопользование и лимитов на размещение отходов производства. По вопросам безопасности регулярно проводятся общественные слушания с привлечением коренного населения.

По причине высокой чувствительностью северной природы к техногенным воздействиям в рамках разра-

ботки Юрхаровского НГКМ (месторождение имеет 1 залежь природного газа, 19 газоконденсатных залежей и 3 нефтегазоконденсатных залежи) уделяется особое внимание экологическим вопросам и применению современных природоохранных технологий. В этой области компанией-разработчиком накоплен значительный инновационный потенциал, который может быть адаптирован и применен при разработке других российских проектов по добыче нефти, газа и газового конденсата.

Неотъемлемым и обязательным элементом системы экологического менеджмента реализуемого предприятием — разработчиком месторождения как системной основы внедрения природосберегающих технологий, является прохождение регулярной международной сертификации в области экологической безопасности. Так, ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз» имеет сертифицированное подтверждение соответствия своей деятельности требованиям международного стандарта ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 в области охраны окружающей среды и безопасности труда.

В настоящее время на предприятии ведется активная работа по экологической безопасности: проводится экологический мониторинг атмосферного воздуха, воды, почвы, донных отложений, осуществляется радиационный контроль. Для осуществления еще более оперативного и качественного контроля окружающей среды, наблюдения за воздействием и сохранностью редких видов флоры и фауны, снижения рисков экологических аварий и возможности попадания вредных веществ в Тазовскую губу в ближайшей перспективе планируется открытие собственной экологической лаборатории, проводится регулярный экологический аудит. Промышленное освоение и обустройство Юрхаровского месторождения в рамках реализуемой ООО «Юрхаровнефтегаз» политики ресурсосбережения и снижения энергозатрат, внедрения современных безотходных и малоотходных методов, сопровождается многочисленными природосберегающими технологиями. Приведем ряд из них. В первую очередь, остановимся на утилизации и обработке отходов бурения.

С целью выполнения положений Постановления Правительства РФ от 23 ноября 1996 г. № 1404 «Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах» [3], согласно которым размещение отходов бурения в пределах водоохранной зоны Тазовской губы запрещено, ООО «Юрхаровнефтегаз» при производстве буровых работ используется оборудование для обезвоживания отходов бурения фирм «Свако» и «Кем-Трон». При проведении процесса обезвоживания отработанный буровой раствор подвергается химической обработке с целью преобразования твердой фазы, находящейся в растворе в коллоидном состоянии, в крупные конгломераты, которые эффективно извлекаются из раствора с помощью центрифуги.

Помимо этого, в настоящее время для промывки скважин на месторождении применяются малотоксичные биополимерный хлоркалийевый и полимер глинистый ре-

цептуры буровых растворов, программы промывки которых исключают использование растворов на нефтяной основе с целью снижения негативного воздействия образующихся отходов бурения на объекты окружающей среды [4].

В 2008 году на месторождении была введена в эксплуатацию единственная в России установка по переработке бурового шлама, позволяющая эффективно решить проблему утилизации буровых шламов при бурении и обеспечивающая значительный экологический и экономический эффект.

Наиболее существенную проблему в рамках проекта составляла утилизация сточных буровых вод. В связи с тем, что буровые сточные воды после нейтрализации отходов, согласно проведенным специалистами компании и независимыми экспертами исследованиям (ФГУ «СибрыбНИИпроект», ФГУ «Специализированная инспекция аналитического контроля по Уральскому региону» (г. Екатеринбург), ФГУ «Специализированная инспекция аналитического контроля по Уральскому региону» (Тюменский филиал), ФГУ «Центр госсанэпиднадзора по Тюменской области»), характеризуются кислой реакцией среды и значительной величиной соленасыщения и могут оказать острое токсическое действие на флору и фауну, их сброс в водоемы и наземную поверхность не применяется. Взамен этого используется технология термического обезвреживания промышленных стоков, реализуемая на горизонтальной факельной установке ГФУ-5 (разработана ООО «ТюменНИИгипрогаз»). Внедренная впервые на территории Ямало-Ненецкого автономного округа технология термического обезвреживания, в т.ч. буровых сточных вод позволила в значительной мере снизить воздействие буровых работ на окружающую среду, снизить масштабы захоронения промстоков по широко применяемой на территории ЯНАО технологии закачки сточных вод в поглощающие скважины. В настоящее время рассматриваются дальнейшие пути оптимизации технологии в направлении подбора расхода газа для сжигания. [4].

Помимо этого, нужно отметить, что именно на Юрхаровском НГКМ был построен первый за последние 25 лет конденсатопровод общей протяженностью 340 км, работа которого обеспечивается энергией исключительно из экологически безопасных альтернативных источников. Солнечные панели и ветрогенераторы вырабатывают электроэнергию для питания системы телемеханики и крановых узлов конденсатопровода «Юрхаровское месторождение — Пуровский ЗПК». Их использование позволило отказаться от строительства дорогостоящей и менее экологичной высоковольтной линии электропередачи вдоль всей трассы и сократить время строительства конденсатопровода.

Использование на предприятии метода горизонтальных скважин большого диаметра (диаметр эксплуатационной колонны скважин достигает 245 мм, а длина горизонтальной секции ствола скважин превышает 1 000 м) и многозабойных горизонтальных скважин позволяет,

получая дебиты до 4,5 млн.куб. м в сутки, снизить общее количество скважин и минимизировать вмешательство в естественную экологическую среду региона.

Применяемые для промышленной подготовки газа турбодетандерные установки, используемые на Юрхаровском месторождении, хотя и характеризуются технологически сопутствующими экологическими рисками (тем не менее, гораздо меньшими, чем при использовании метода дросселирования), в то же время позволяют добиться значительного снижения потребления электроэнергии и повысить эффективность подготовки газа при полном соблюдении экологических требований и условий качества товарного газа.

Еще одной уникальной инновационной разработкой, действующей на НГКМ, деятельность которой привела к снижению себестоимости добычи и минимизации экологических рисков является установка по производству метанола, который позволяет предотвратить образование гидратов в процессе добычи газа и конденсата. Введенные в 2007 и 2010 гг. опытная и полнофункциональная установки, функционируя при 70% мощности, способны в настоящий момент не только обеспечить нужды месторождения, но и могут обеспечивать потребности других близлежащих объектов. Внедрение установок позволило в рамках реализации проекта полностью отказаться от закупок метанола и минимизировало экологические риски, связанные с доставкой химически активного продукта.

Добавим, что по итогам экспертной оценки оргкомитета конкурса «Национальная экологическая премия-2005» компания «НОВАТЭК» вошла в число экологически ориентированных предприятий в номинации «Экоэффективность» и стал лауреатом премии за внедрение природоохранных технологий в условиях Крайнего Севера с проектом «Рекультивация земель Юрхаровского месторождения». Компанией был успешно реализован биологический проект по рекультивации редкого почвенно-растительного слоя в прибрежной полосе Тазовской губы, который был разрушен при поисковом бурении в период 1970–1990-х гг. [2] Восстановлены поврежденные в результате геологоразведочных работ обширные участки тундры и побережья Тазовской губы. С этой целью в почвы были внесены специальные пятикомпонентные травосмеси с удобрениями, эффективно прорастающие на песчаном грунте в климатических условиях Заполярья. Данная методика была опробована на четырех участках и показала высокую эффективность.

#### Литература:

1. Мандель, А.Я. Нефтегазовый потенциал недр арктических морей [Электронный источник] // Экономика. ТЭК сегодня. 2009. Вып. от 23 июля. URL: [http://www.rusoil.ru/opinions/o09\\_06\\_23.html](http://www.rusoil.ru/opinions/o09_06_23.html) (дата обращения: 18.09.2014)
2. ОАО «НОВАТЭК»: Отчёт в области устойчивого развития 2008–2009 [Электронный ресурс]. URL: <http://media.rspp.ru/document/1/3/c/3c459e6421fb556d5291eaf03026c35b.pdf> (дата обращения: 11.09.2014)

Эффективность реализуемых природоохранных технологий подтверждают и ряд результатов независимого экологического мониторинга. Так, например, в ходе проведенных в 2000, 2004, 2008 гг. инженерно-экологических изысканий на территории Юрхаровского месторождения сотрудниками ООО «ТюменьНИИГипрогаз» было установлено, что за восьмилетний период освоения НГКМ видовое разнообразие и места обитания популяции редких видов растений на территории сохранены [5]. Низкие риски аварийности на объектах подтверждают результаты 5-летних мониторингов (с 2005 по 2009 гг.), которые свидетельствуют о том, что температуры грунтов в термометрических скважинах в пределах объекта в целом стабильны (повышение температуры грунтов на глубине 3–9 м в среднем на 0,3–1,00°C может расцениваться как незначительное); мощность сезонно-талого слоя по трассе трубопроводов за наблюдаемый период не изменилась, что свидетельствует об отсутствии значительного температурного воздействия объекта на приповерхностный слой.

Таким образом, приведенные примеры в целом свидетельствуют об эффективном сокращении и предотвращении негативных воздействий на окружающую среду в ходе производственной деятельности, минимизации рисков и предотвращении угроз аварийности, направленности на рациональное использование природных ресурсов и энергии на исследуемом объекте с учетом современного уровня развития природоохранных технологий, соблюдения требований отечественного законодательства и международных стандартов в области охраны окружающей среды, обеспечения промышленной безопасности. Очевидно, что данная деятельность должна быть продолжена в направлении дальнейшей модернизации используемого технологического оборудования и технологий с учетом требований охраны окружающей среды и повышения промышленной безопасности, внедрения инновационного оборудования, методов, отвечающих данным требованиям и использования экологически предпочтительных материалов; проведения данной деятельности в сотрудничестве и под контролем коренного населения, общественных и научных организаций, природоохранных ведомств, информировании их о результатах оценки воздействия проекта на окружающую среду и предпринимаемых усилиях в данном направлении по их минимизации; повышения знаний и ответственности персонала компании — разработчика месторождения по вопросам охраны окружающей среды, промышленной безопасности с регулярной оценкой полученных знаний.

3. Постановление Правительства РФ от 23 ноября 1996 г. № 1404 «Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах»// Собрание законодательства Российской Федерации. Вып. от 19 января 2009 г. N 3. Ст. 415
4. Уткина, Н. Н., Штейников В. Н., Блинов Н. Б., Куклин А. Л. Экологический менеджмент — фактор экономического развития при строительстве скважин в ООО «Юрхаровнефтегаз» [Электронный источник]// Налоги. Инвестиции. Капитал. 2003. № 5—6; 2004. № 1. URL: <http://nic.pirit.info/20031/147.htm> (дата обращения: 15.09.2014)
5. Хозяинова, Н. В. Флора сосудистых растений междуречья Юрхарово и Монгаюрбей [Электронный источник] // Институт проблем освоения Севера. URL: <http://www.ipdn.ru/fics/doc0/МН/razdel4.htm> (дата обращения: 11.09.2014)

## Методы проектирования гостиничных комплексов

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;

Дмитриева Наталья Евгеньевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для развития региональных экономик и притока инвесторов в настоящее время крайне необходимо развивать внутренний туризм (в рамках региональных кластеров [1], [2]). Это в свою очередь требует развивать гостиничную инфраструктуру.

Рассмотрим пример проектирования современного гостиничного комплекса на основе инновационных строительных технологий. При проектировании стоит в обязательном порядке учитывать стоимость расчётных программных комплексов [3]. Далее при строительстве необходимо применять современные технологии, такие как [4..5].

На первых этажах всех секций размещены службы приема и размещения гостей (reception) и лобби-бары, работающие круглосуточно, а так же — помещения для проживания маломобильных граждан.

На 2...5 этажах запроектированы одно, двух- и трехкомнатные жилые номера, обеспечивающие каждому гостю отдельный номер или комнату.

Сокращение затрат в архитектуре и строительстве осуществляется рациональным объемно-планировочным решением зданий, правильным выбором строительных и отделочных материалов. Облегчением конструкции, усовершенствованием методов строительства.

Главным экономическим резервом в строительстве является повышение эффективности использования земли.

Внешний вид проектируемого объекта капитального строительства продиктован архитектурно-градостроительной концепцией соседнего участка, а также общим концептуальным подходом к проектированию Олимпийских объектов.

Вертикальная планировка на площадке проектируемого комплекса произведена с учетом топографических условий, в увязке с посадкой жилых зданий комплекса для обеспечения отведения атмосферных вод от проектиру-

емых объектов и с участка, а так же в увязке с проектируемой (по Проекту планировки) сетью улиц и дорог.

На территории участка предусмотрено строительство системы дождевой канализации закрытого типа с отводом стоков в наружные сети.

Вертикальная планировка решена в проектных отметках, проектных уклонах и проектных горизонталях. Уклон проездов и площадок принят 0,5%.

Отвод поверхностных дождевых вод осуществляется по покрытию проектируемых проездов и площадок через систему дождеприемников в проектируемую дождевую канализацию закрытого типа.

Проектные абсолютные отметки поверхности земли колеблются в пределах от 3,1 до 4,3 м.

Проектом предусматривается устройство твердых покрытий дорог и проездов, тротуаров; обустройство дворовых площадок в соответствии с требованиями; озеленение территорий, в том числе дворовых территорий, в виде устройства цветников и газонов, посадки декоративных деревьев и кустарников. Озеленение территории способствует созданию благоприятного микроклимата, защищает от шума и является частью общего архитектурного ансамбля проектируемого участка.

Проектируемый жилой комплекс предусматривает собой размещение двух 5-ти этажных жилых зданий со встроенно-пристроенными помещениями различного назначения и квартирами для маломобильных групп населения на 1-х этажах. В период проведения XXII Олимпийских игр предусмотрено проживание представителей средств массовой информации на данном объекте.

Расположение и ориентация зданий и сооружений на участке выполнены с соблюдением требований к ориентации и инсоляции помещений. Выдержаны санитарные и противопожарные разрывы между зданиями и сооружениями с соблюдением требований.

Проектом предусматриваются размещение дворовых площадок: детских игровых, для отдыха взрослых, спортивных, хоз. целей, мусоросборных контейнеров, гостевых стоянок и стоянок для автомобилей учреждений, встроенных в 1-е этажи жилых домов.

Все внутривдоровое пространство предусмотрено для размещения дворовых площадок с возможностью подъезда к зданиям только пожарных автомобилей.

Площадки расположены с соблюдением санитарных требований и оборудуются малыми архитектурными формами в необходимом количестве.

Движение автотранспорта по территории внутри комплекса осуществляется с заездом с улиц. Автомобильные проезды и площадки на территории комплекса обеспечивают нормальное транспортное обслуживание объектов и проезд пожарных автомашин, в соответствии с требованиями.

Внутриквартальные дороги и проезды запроектированы шириной 6,0 м из двухслойного асфальтобетона и окаймляются бордюром из бортового камня.

Тротуары, отмостка, площадки предусматривают покрытие из мелкозернистого асфальтобетона и фигурной тротуарной плитки.

Перепад отметок между проезжей частью и тротуарами (благоустройством) составляет 15 см.

Основные объемно-пространственные и архитектурные решения проектируемой застройки, раскрывают принцип закрытых внутренних пространств каждого представленного в концепции объекта. Все внутренние пространства не допускают въезда автотранспорта, кроме спецмашин. Композиция застройки состоит из двух литеров скомпонованных в подобие подковы. По своей форме здания выполнены в форме буквы «С». Образуя своими сочетаниями внутренние закрытые пространства, проектируемые объемы создают особую обособленность. Таким образом, улучшается внутренняя среда и микроклимат дворовых пространств.

Проектируемые здания скомпонованы из секций основных типов 1 и 2. Общее число секций 8 шт., количество номеров для размещения представителей средств массовой информации 175 шт. Здания имеют 5 надземных этажей, чердачное пространство под скатной кровлей и тех подполье (подвал) под зданием для прокладки инженерных коммуникаций.

Секции запроектированы таким образом, что внутреннее пространство позволяет использовать дома как в Олимпийский период, так и после его окончания. Некоторая разница в решениях двух различных периодов обоснована спецификой назначения объектов капитального строительства.

В секции тип 1 и ее подтипах размещены в основном кафе или аналогичные предприятия общественного питания. Для возможности использования данных пунктов общепита представителями средств массовой информации проектом предусмотрен дополнительный вход непосредственно из вестибюля.

В секции тип 2 и ее подтипах лобби-бар предусматривается в вестибюле с частичной трансформацией помещений экспресс-прачечной или за счет уменьшения квартиры для мало-мобильных граждан.

Первые этажи по своей планировочной структуре остаются без изменений. В нее входят: входная группа дома с пунктом охраны, санузелом, комнатой уборочного инвентаря, электрощитовой и встроенные помещения общественного назначения. Все встроенные помещения соцкультбыта выполнены согласно расчетам, полученным по требованию действующих нормативных документов. Для обеспечения комфорта будущих жильцов.

Кроме этого, согласно заданию на проектирование на первых этажах предусмотрены помещения для размещения жителей с ограниченными физическими возможностями. Все эти помещения обеспечены полным комплексом планировочных и других мер для обеспечения удобства эксплуатации их мало-мобильными группами населения. В каждом отдельном литере имеется помещение пожарного поста, каждая секция дома имеет помещение для приема и размещения приезжих.

Вертикальная связь в каждой секции осуществляется с помощью лестничной клетки Л1 и лифта грузоподъемностью 630 кг и размерами кабины позволяющей транспортировать человека на носилках. В проекте заложены лифты пассажирские (ОАО ШЛЗ), грузоподъемностью  $Q=630$  кг,  $V=1$  м/с, индекс ПП-0621Щ. Двери лифтовых шахт противопожарные с пределом огнестойкости не ниже EI 60.

Основная часть номеров имеют 2-х стороннюю ориентацию. Помещения, ориентированные на одну сторону, обеспечиваются проветриванием либо через поэтажный коридор, либо через вертикальные шахты.

Конструктивная схема здания — монолитные железобетонные стены с поэтажным заполнением участков наружных стен керамзитобетонными блоками, с последующим наружным утеплением и отделкой тонкослойной штукатуркой по пластиковой сетке.

Место расположения и назначение зданий продиктовали архитектурный облик. Увеличенные свесы кровли позволяют защитить наружные стены от осадков. Наличие балконов и лоджий позволит улучшить микроклимат в помещениях. В качестве солнцезащиты предполагается использовать вертикальные и горизонтальные жалюзи, лоджии, балконы, систему кондиционирования воздуха, оконные блоки укомплектовываются одинарным стеклопакетом с теплозащитным покрытием на внутреннем стекле и микропроветриванием для улучшения микроклимата. На основных путях эвакуации предполагается использование негорючих материалов: керамическая плитка и водоэмульсионная окраска.

Основные композиционные приемы при оформлении фасадов продиктованы местом расположения объекта капитального строительства, климатическими особенностями региона и пожеланиями заказчика. С помощью цветовых решений фасадов, использования различных

облицовочных материалов для отделки цоколя, каждый объект капитального строительства получил свой индивидуальный облик. Кроме этого, при одинаковой внутренней

планировке, за счет использования различных материалов, цвета и других композиционных приемов удалось создать индивидуальный облик каждого здания.

#### Литература:

1. Гарькин, И. Н., Гарькина И. А., Маркелова И. В. Реализация кластерной политики: повышение конкурентоспособности экономики региона // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12936> (дата обращения: 30.04.2014).
2. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Агеева И. Ю. Современные тенденции развития проектирования в строительстве [Текст] // Молодой ученый. — 2012. — № 10. — с. 31–33.
3. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Родина Е. В. Экономическая эффективность проектирования в комплексе Allplan по сравнению с существующими САД-системами [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — с. 32–35.
4. Арискин, М. В., Д. В. Гуляев, И. Ю. Агеева, Гарькин И. Н. Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства [Текст] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — с. 35–38.
5. Арискин, М. В., Гуляев Д. В., Гарькин И. Н., Родина Е. В. Применение многорядных соединений в деревянных конструкциях в практике строительства [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — с. 35–38.

## Расчет входящей радиации через прозрачную покрытия цилиндрических поверхностей гелиотеплиц<sup>1</sup>

Вардияшвили Афтандил Аскарлович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой  
Каршинский государственный университет (Узбекистан).

Захидов Ромен Абдуллаевич, академик, доктор технических наук, профессор  
Физико-технический институт НПО «Физика — Солнце» АН РУз (г. Ташкент, Узбекистан).

Файзиев Тулкин Амирович, кандидат технических наук, доцент

Эшмуродов Дилшод Журакулович, магистрант  
Каршинский государственный университет (Узбекистан).

Как известно, в последнее время солнечная энергия рассматривается во многих странах мира в качестве дополнительного источника энергии, который может дать в ближайшей перспективе ощутимую экономию топливно-энергетических ресурсов и обеспечить частичную замену традиционных источников энергии для получения тепла.

Сегодня самой актуальной проблемой во всем мире и Узбекистане является энергосбережение и охрана окружающей среды. Это связано с переходом от традиционных источников энергии-нефти, природного газа, угля и урана, которые являются загрязнителями окружающей среды к нетрадиционным возобновляемым источникам энергии-энергии солнца, ветра, морей и океанов, геотермальной энергии и энергии от переработки биомассы, способствующие к уменьшению вредных выбросов в атмосферу и улучшению социально-бытовых условий населения.

Узбекистан располагает практически всеми видами выше перечисленных нетрадиционных источников энергии благодаря своему уникальному географическому расположению. В связи с этим одной из приоритетных задач поставленной перед правительством Республики считается постепенный переход к возобновляемым источникам энергии с целью экономии традиционных — энергетических ресурсов для будущего поколения. Говоря о техническом потенциале альтернативных источников энергии в Узбекистане которая составляет 180 млн. т.н. э. в год и в три раза превышает ее ежегодную потребность в энергоресурсах еще раз свидетельствует и показывает на какой путь мы должны становиться чтобы обеспечить себя и окружающих неисчерпаемыми ресурсами от природы.

С этой целью Президентом Республики Узбекистан И. А. Каримов 1 марта 2013 года был подписан Указ «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных ис-

<sup>1</sup> Грант РУз ИТД-4-15.

точников энергии», который является историческим документом по пути дальнейшего существенного расширения масштабов практического применения альтернативных источников энергии в различных отраслях народного хозяйства [1].

Климатические и погодные условия юга Средней Азии позволяют использовать для обогрева теплиц солнечную энергию. Частично или полностью становится ненужным технический обогрев, что дает значительную экономию топлива, следовательно, себестоимость продукции уменьшается. По сравнению с другими районами средней полосы страны на юге нашего региона освещенность и солнечная радиация больше в 5–6 раз, число ясных и солнечных дней в 4–5 раз, а отопительный сезон в 3 раза меньше. Все это открывает широкие возможности для использования гелиотеплиц в нашем регионе. Многолетняя эксплуатация гелиотеплиц с аккумуляторами тепла в условиях Кашкадарьинской области показала, что годовая экономия составляет 300..400 т усл. топлива на 1 га полезной площади.

Системы гелиоустановок в первую очередь могут использоваться в условиях южных районов страны, которые характеризуются благоприятными для этой цели климатическими условиями, обилием солнечных дней и высокой интенсивностью солнечной радиации.

Методика расчета входящей радиации для солнечных установок, имеющих плоские поверхности, общеизвестна (1, 2, 3, 4) и достаточно точно выражает фактический радиационный режим установки.

При вычислении прошедшей солнечной радиации в теплицу принимают во внимание три вида элементов радиационного баланса:

$$Q_{np} = S'_{np} + D_{np} + R_{np} \quad (1)$$

$R_{np}$  составляет малую величину за исключением отражения от снежного покрова, поэтому практически достаточно учитывать величины  $S'_{np}$  и  $D_{np}$ . Первая слагаемая из формулы (1) определяется выражением:

$$S'_{np} = S_{\perp} \cos i B, \quad (2)$$

где

$$\cos i = \cos \alpha + \sin h + \sin \alpha \cdot \cos h \cdot \cos A,$$

$$\sin h = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau^0,$$

$$\sin A = \frac{\cos \delta \cdot \sin \tau^0}{\cos h}; \quad (3)$$

$$\cos A = \frac{\sin h \cdot \sin \phi - \sin \delta}{\cos h \cdot \cos \phi};$$

$A = A_O - A_H$ , для поверхностей южной ориентации

$A_H = 0$ . Коэффициент в определяется произведением:

$$B = B_c B_p B_{\Gamma}, \quad (4)$$

где  $B_c$  — коэффициент пропускания солнечной радиации стеклом (пленкой);  $B_p$  — коэффициент пропускания солнечной радиации рамой;  $B_{\Gamma}$  — коэффициент прохождения солнечной радиации сквозь загрязнения и пыль на стекле (пленке).

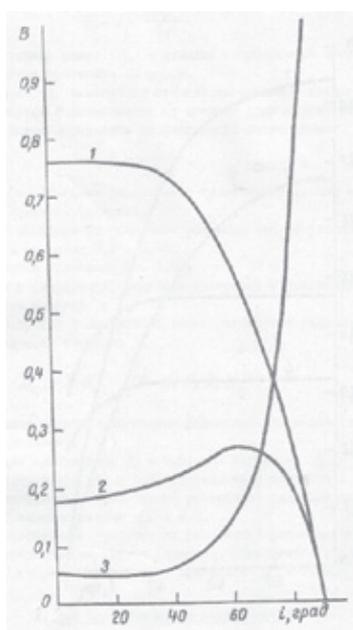


Рис. 1. График зависимости коэффициента  $B_c$  от угла  $i$  для стекла: 1-  $B_c$  -пропускания; 2-поглощения; 3-отражения

Коэффициент  $B_c$  зависит от оптических свойств прозрачной защиты и угла  $i$ . На рис. 1 представлен график зависимости коэффициента  $B_c$  от угла  $i$  для стекла [2], на рис. 2 — для пленки (6, 7). Коэффициент  $B_p$  зависит от формы, размеров, переплета рам и определяется по следующей формуле:

$$B_p = 1 - \frac{F_p}{F_{PH}}, \tag{5}$$

где  $F_p$  — площадь рамы;  $F_{PH}$  — площадь непрозрачной части рамы. Для расчетов принимаем  $B_p = 0,9$ .

Коэффициент  $B_\Gamma$  зависит от степени загрязнения стекла (пленки), которая меняется в зависимости от времени года и условий эксплуатации. Его можно определить из следующего соотношения:

$$B_\Gamma = \frac{B_{\Gamma 1}}{B_{\Gamma 2}}; \tag{6}$$

где  $B_{\Gamma 1}$  — коэффициент пропускания солнечной радиации запыленным стеклом (пленкой);

$B_{\Gamma 2}$  — коэффициент солнечной радиации чистым стеклом (пленкой).

Изменяется в пределах 0,9+0,96.

Для расчетов принимаем  $B_\Gamma = 0,93$ .

Рассеянная (диффузная) радиация изотропна и практически не зависит от угла падения  $i$ .

Наиболее просто и достаточно точно рассеянная радиация определяется по следующей формуле:

$$D_{np} = D B', \quad B' = B'_c B'_p B'_\Gamma; \tag{7}$$

где  $B'_c$  — коэффициент пропускания радиации стеклом (пленкой).

Для стекла принимается  $B'_c = 0,6$ ; для пленки —  $B'_c = 0,56$  (однослойное покрытие);  $B'_c = 0,32$  (двухслойное покрытие).

$B'_p$  — коэффициент пропускания рассеянной радиации рамой. Его принимаем равным  $B'_p = 0,9$ .

$B'_\Gamma$  — коэффициент пропускания рассеянной радиации сквозь загрязнение на стекле (пленке). Принимается в пределах 0,8+0,92. для расчетов принимаем  $B'_\Gamma = 0,86$ .

### Для цилиндрических поверхностей

Методика расчета входящей радиации через цилиндрические поверхности в настоящее время достаточно хорошо разработана (6, 8). Приведем методику расчета, представленную в работе (6). Прямая радиация, падающая на элементарную полосу поверхности цилиндра, параллельную его оси, равна (рис. 3):

$$dS = S_\perp L \cdot R d\beta \cos i. \tag{8}$$

Прямая солнечная радиация, входящая через элементарную полосу, равна:

$$dS_{npi} = BidS = S_\perp LR Bi \cos i d\beta$$

$$S_{npi} = S_\perp LR \sum Bi \cos i \Delta\beta \tag{9}$$

где

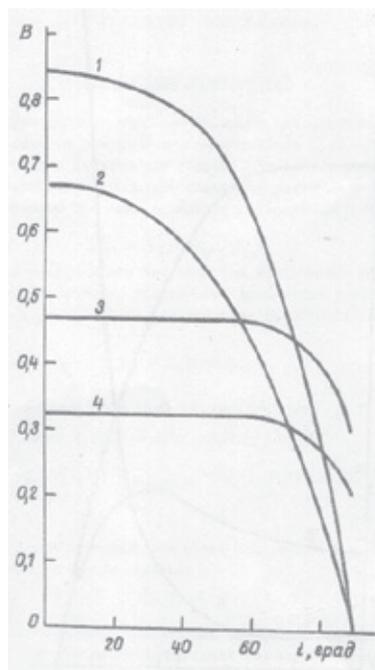


Рис. 2. График зависимости коэффициента  $B_c$  от угла  $i$  для пленки

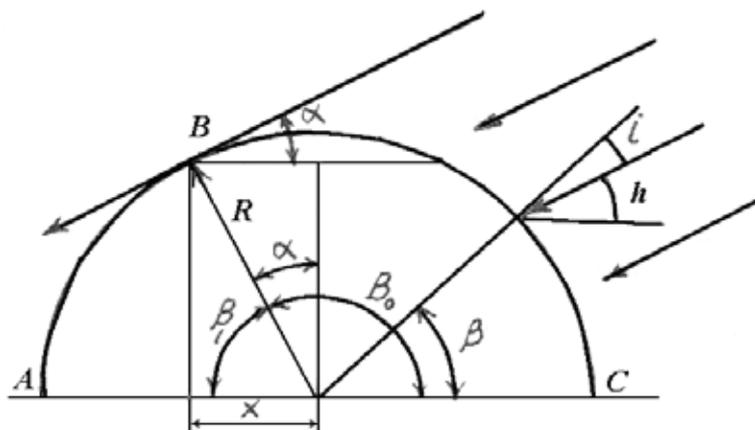


Рис. 3. Схема к расчету входящей радиации в гелиотеплицу с цилиндрической поверхностью

$$\cos i = \cos A \cos h \cos \beta + \sin h \sin \beta$$

$$\beta = \frac{\Delta\beta}{2}; \frac{3\Delta\beta}{2}; \frac{5\Delta\beta}{2}, \dots$$

$\Delta\beta$  принимается в пределах  $12^\circ + 17^\circ$ .

Общая прямая солнечная радиация, поступающая за время солнечного сияния:

$$S_{np} = \sum_i S_i \tau_i \quad (10)$$

Сумма рассеянной радиации, поступающей в теплицу:

$$D_{np} = B' L \pi R \sum_i D_i \tau_i \quad (11)$$

Общая солнечная энергия, поступающая в теплицу, равна

$$Q_{np} = S_{np} + D_{np} \quad (12)$$

Принятые обозначения:

$Q_{np}, S_{np}, D_{np}, R_{np}$  — суммарная, прямая, рассеянная, отраженная прошедшие радиации;

$S_{\perp}, D$  — прямая на поверхность, перпендикулярную лучам, и рассеянная падающие радиации;

$i$  — угол падения солнечных лучей на поверхность;

$\varphi$  — широта местности;

$\delta, h$  — склонение и высота Солнца;

$\alpha$  — угол наклона прозрачной поверхности к горизонту;

$\tau, \tau^0$  — время, часовой угол Солнца;

$A_0, A_H$  — азимуты Солнца и поверхности;

$L, R$  — длина и радиус цилиндрической поверхности;

$\beta$  — угол наклона нормали цилиндрической поверхности к горизонту;

$\Delta\beta$  — элементарный угол цилиндрической поверхности.

Литература:

1. И. А. Каримов Указ «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии», газета «Народное слово» № 43 (5717), 2013г 2–марта.
2. Якубов, Ю.Н. и др. Расчет солнечной радиации, падающей на цилиндрическую поверхность // Гелиотехника. — 1972 г. — № 3.
3. Аллокулов, П. Э., Хайридинов Б. Э., Ким В. Д. Нетрадиционная теплоэнергетика. Ташкент 2009 г., 187 стр.
4. Даффи Дж. А., Бекман У. А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. — М. Мир, 1977. — 420 с.
5. Вардияшвили, А. Б., Абдурахмонов А. А., Вардияшвили А. А. Ноанъанавий ва қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишда энергия тежамкорлик. Ўқув қўлланма. Қарши «Насаф» нашриёти, — 2012 йил. 9,6 бос.т. (184 бет).

## Дифференцированные нормы налива нефтепродуктов

Гришкова Диана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент  
Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск)

На сегодняшний день клиенты транспортных компаний предъявляют два основных требования: сохранность перевозимого груза и соблюдение сроков доставки.

Каждый четвертый рубль дохода от перевозок железнодорожным транспортом составляет доход от перевозок нефтепродуктов. Нефтеперерабатывающая промышленность России обладает огромным производительным потенциалом. Суммарная мощность заводов по переработке нефти превышает 260 млн. тонн.

Нефтепродукты перевозятся в цистернах разных типов различной грузоподъемности, нефтеналивные пункты при этом оборудованы разными средствами механизации и автоматизации. Исходя из вышеизложенного очень важно с одной стороны, не допустить перелива нефтепродуктов, так как при воздействии высоких температур нефтепродукты расширяются. С другой стороны, недолив может привести к неустойчивому положению вагона с грузом при перевозке.

Недавно начавший свое функционирование завод по переработке нефти ЗАО «НефтеХимСервис» примыкает к действующей железнодорожной станции «Судженка». В настоящее время мощность завода составляет 3 млн. тонн нефтепродуктов в год, на официальном сайте предприятия обозначено, что мощность в скором времени составит 6 млн. тонн нефти в год с глубиной переработки до 93%.

ЗАО «НефтеХимСервис» находится на балансе промышленной станции «ЯНПЗ», которая является гру-

зовой и имеет 2 нефтеналивные эстакады (в между-путье путей № № 1–2, 3–4). Промышленная станция «ЯНПЗ» представляет собой тупиковую станцию (рисунок 1).

На железнодорожном пути необщего пользования перерабатываются следующие наливные грузы: нефть сырая (27%), стабильный бензин (41%), топочный мазут (32%). Данное предприятие функционирует с ноября 2012 года.

На условия перевозок жидких грузов наливом в вагонах цистернах существенное влияние оказывает изменение температуры окружающего воздуха. Общеизвестный факт, что с повышением температуры плотность жидкостей уменьшается. Влияние изменения температуры окружающего воздуха на потери грузов в процессе перевозки подтверждено опытными перевозками и подробно изложено в диссертационной работе «Исследование и разработка мероприятий по повышению безопасности перевозок наливных грузов» Чернякова С. В.. В ходе разработки данной диссертации были собраны статистические данные по температурам нефтепродуктов при наливке и сливе за период 1996–1998 г. г в пунктах погрузки и выгрузки. Анализ показал, что они подчиняются закону нормального распределения, в соответствии с которым с вероятностью  $P=0,99$  были определены минимально возможные температуры груза в пунктах налива и максимально возможные в пунктах слива по месяцам года. Результаты исследований приведены на рисунке 2.

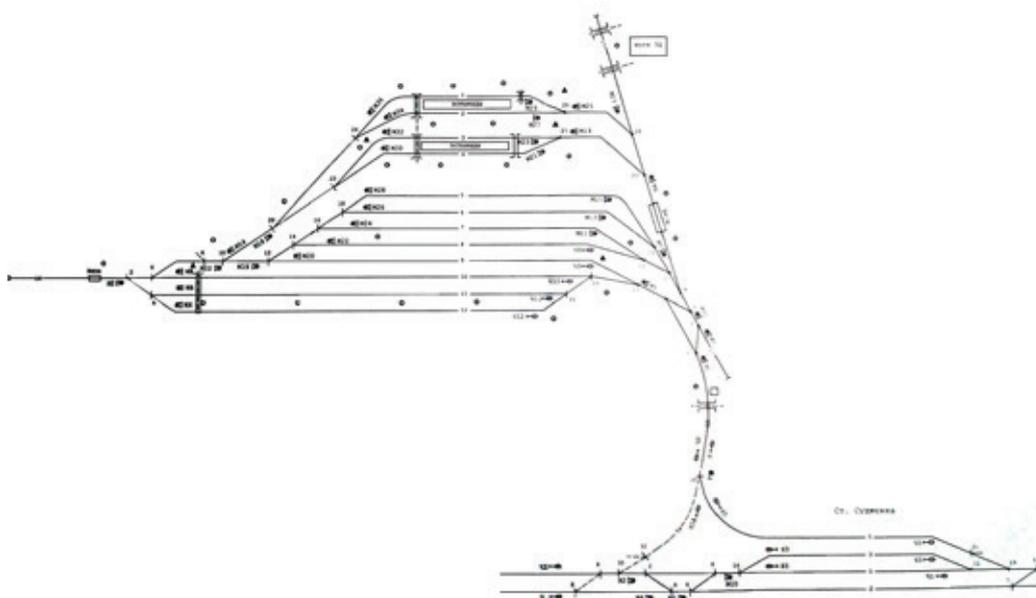


Рис. 1. Схема пути необщего пользования ЗАО «НХС», примыкающего к станции «Судженка»

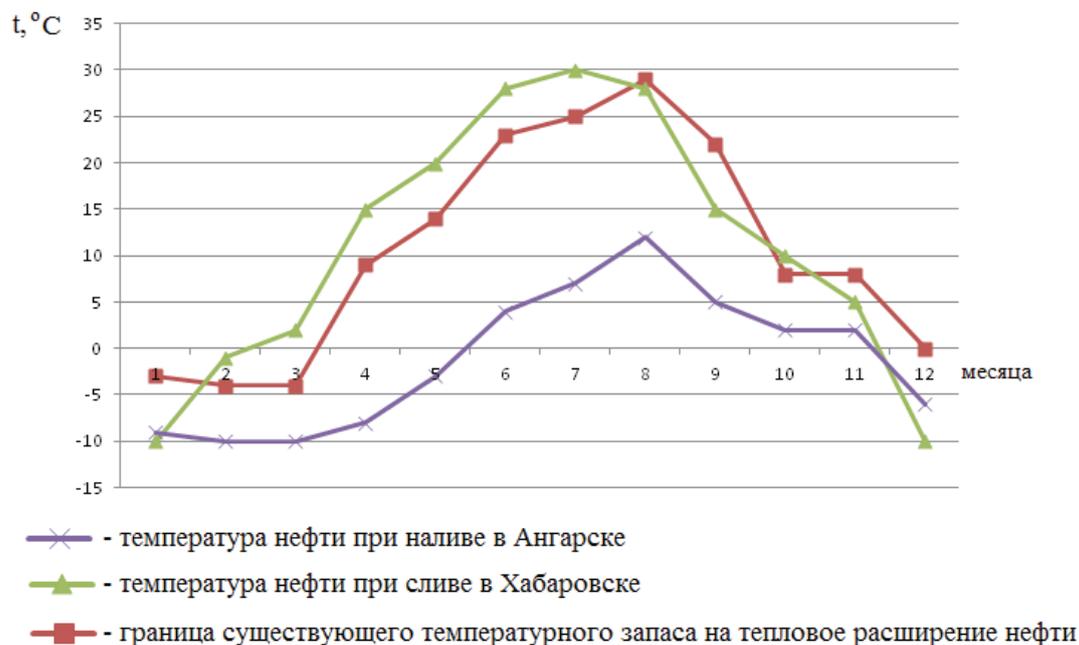


Рис. 2. Минимальные температуры нефтепродуктов при наливе на Ангарском участке налива и максимальные при сливе на Хабаровском нефтеперерабатывающем заводе по месяцам года

В ходе работы были проанализированы диапазоны температур на станции налива нефтепродуктов ЗАО «ЯНПЗ» и наиболее удаленных станциях слива: на востоке и на западе. результаты приведены в таблице

Анализируя график минимальных температур при наливе и максимальных при сливе и значения температур на станциях, производящих погрузку/выгрузку нефтепродуктов, можно сделать вывод, что продукция ЗАО «ЯНПЗ» перевозится в условиях, сходных с экспериментальными перевозками, рассматриваемыми в диссертации С. В. Чернякова.

На графике, представленном на рисунке 2, видно, что разность температур при наливе и сливе значительно ниже температурного запаса на их тепловое расширение. В результате имеют место путевые потери грузов, значительно превышающие нормы естественной убыли нефтепродуктов.

Для определения оптимального количества груза, которое можно загрузить в подвижной состав необходимо следовать исходя из принципа подбора вагонов-цистерн под перевозку конкретного груза в зависимости от его физико-химических свойств, а также дифференциации

по временам года. Это позволяет учесть температурные режимы перевозок и избежать как переполнения котла из-за теплового расширения груза, так и недолива.

Для определения возможной недостачи продукции ЗАО «ЯНПЗ» были взяты результаты опытных перевозок по потерям светлых нефтепродуктов при перевозках в июне за 1996, 1997, и 1998 года, так как именно в этот месяц наблюдается наибольшая недостача. В таблице 2 представлены данные по недоливу.

Из представленной таблицы видно, что на каждый вагон в среднем приходится 380 килограмм фактической недостачи.

Исходя из данных, полученных в ходе экспериментальных перевозок, описанных в диссертации Чернякова, можно предположить объем недостачи наливного груза ЗАО «ЯНПЗ» за июнь месяц 2013 года. Для этого воспользуемся пропорцией, в результате чего получаем недостачу почти в 550 тонн.

$$\text{Прогнозное значение} = \frac{\text{Месячная недостача}}{\text{Недостача одного вагона}}$$

Таблица 1. диапазон температур на станциях, осуществляющих погрузку/выгрузку нефтепродуктов

Станция	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
«Судженка»	-24,3	-23,2	-16,1	-5,2	7,8	14,8	17,4	14,5	8,5	0,2	-12,3	-22,1
«Владивосток»	-18,6	-15,1	-7,4	7,7	13,0	27,8	28,2	22,8	19,3	12,5	4,8	-13,9
«Высоцк»	-13,3	-13,1	-8,4	8,2	16,8	26,6	27,5	21,2	14,8	6,9	0,6	-10,1

Таблица 2. Данные по потерям бензина при опытных перевозках

	Июнь	
Количество вагонов	1996	820
	1997	294
	1998	187
	Итого	1301
Недостача, норма, кг	1996	12245
	1997	4510
	1998	3022
	Итого	19777
Недостача, факт, кг	1996	358460
	1997	98808
	1998	34900
	Итого	492168

Месячная недостача =  $1443 \cdot 380 = 545887$  кг.

Такие объемы недостач существенно могут сказаться на показателях работы железнодорожного транспорта и бюджете грузовладельца.

Исходя из вышеизложенного, рассчитаны эксплуатационные расходы перевозчика, которые можно сэкономить при использовании дифференцированных норм налива. Для этого использовался метод расходных ставок. В результате выполненных расчетов эксплуатационные расходы составили 87,01 рубля на 1000 т-км.

Расстояние перевозки на Восток составляет 5689 километров, на Запад — 4048 километров. Средняя статическая нагрузка на один вагон — 63 тонны, недостача груза составляет 10 вагонов в месяц. ЗАО «ЯНПЗ» производит отгрузку нефтепродуктов на западное и восточное направления примерно в равном количестве вагонов. Суммарная экономия эксплуатационных расходов составит 266873,2 рублей в месяц.

$$\Pi = \varepsilon \cdot \frac{L_1}{1000} \cdot N_1 \cdot P_{\text{ср}}^{\text{ст}} + \varepsilon \cdot \frac{L_2}{1000} \cdot N_2 \cdot P_{\text{ср}}^{\text{ст}}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  — эксплуатационные расходы железной дороги, руб/1000 т-км;

$L_1, L_2$  — расстояния транспортировки до станций Владивосток и Высоцк соответственно, км;

$N_1, N_2$  — месячная недостача по направлениям перевозки ваг/мес;

$P_{\text{ср}}^{\text{ст}}$  — средняя статическая нагрузка вагона, т/ваг.

$$\Pi = 87.01 \cdot \frac{5689}{1000} \cdot 5 \cdot 63 + 87.01 \cdot \frac{4048}{1000} \cdot 5 \cdot 63 = 266873.2 \text{ руб / мес.}$$

Литература:

1. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам. М., 1997.
2. Аварийные карточки на опасные грузы, перевозимые по железным дорогам СНГ, Латвийской Республики, Эстонской Республики., М., 2001.

Помимо экономии эксплуатационных расходов железной дороги при ликвидации недогруза нефтепродуктов, грузовладелец также может сэкономить на провозной плате. Провозная плата определяется по следующей формуле:

$$\Pi = [(И. + \Delta) \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3] \cdot k_{\text{НДС}}, \quad (2)$$

где И — ставка за инфраструктуру, руб/ваг;

$\Delta$  — приращение к действующему тарифу, учитывающее переход между тарифными поясами  $\Delta = И \cdot (k_4 - 1)$ , руб/ваг;

$k_1$  — коэффициент, зависящий от рода груза и его класса;

$k_2$  — коэффициент, зависящий от того, перевозят ли груз по территории Калининградской области;

$k_3$  — коэффициент, зависящий от рода груза и массы его перевозки;

$k_4$  — коэффициент, зависящий от расстояния перевозки и от вида отправки;

$k_{\text{НДС}}$  — НДС (18%).

Суммарная экономия на провозной плате составит 811485 рублей в месяц.

Таким образом, дифференцированные нормы налива позволяют избежать с одной стороны потерь в случае переполнения котла из-за теплового расширения груза, с другой стороны — неоправданного недолива.

3. Система транспортной классификации и маркировки опасных грузов. / В. В. Наперов, И. О. Тесленко — Новосибирск, 2010.
4. Исследование и разработка мероприятий по повышению безопасности перевозок наливных грузов: дис.канд. техн. наук / С. В. Черняков. — Новосибирск: СГУПС, 1999. — 200 с.
5. Тарифное руководство № 4, книга 2. Алфавитный список железнодорожных станций. М.: Транспорт, 1985. 694 с.
6. Тарифное руководство № 4, книга 3. Тарифные расстояния между транзитными пунктами. М.: Транспорт, 1985. 622 с.
7. Тарифное руководство № 1 ч. 1. — М., 2003. — 151 с.
8. Тарифное руководство № 1 ч. 2. — М., 2003. — 451 с.

## Анализ структуры магнитного поля МПФС ЛБВ

Захаров Александр Александрович, доктор технических наук, профессор;

Емельянов Евгений Александрович, аспирант;

Швачко Александр Александрович, аспирант

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А

*Проводится анализ экспериментальных данных по измерению магнитного поля магнитной периодической фокусирующей системы ЛБВ. Осуществляется качественный анализ процесса фокусировки, опираясь на картину распределения магнитного поля системы. Выделяются критерии оценки качества сборки и настройки МПФС.*

*Ключевые слова: магнитная периодическая фокусирующая система, магнитное поле, постоянный магнит, фокусировка, лампа бегущей волны.*

На фокусировку электронного пучка в магнитной периодической фокусирующей системе ЛБВ оказывают влияние не только продольная составляющая магнитного поля, но и поперечная составляющая и ее азимутальное распределение [1]. При этом стоит отметить, что измерение продольной составляющей менее информативно, хотя и необходимо, поскольку показывает лишь периодичность экстремумов поля, более полную картину магнитного поля можно получить серией азимутальных измерений поперечной составляющей.

Набор измерений поперечной составляющей магнитного поля вдоль всей оси фокусирующей системы формирует представление о динамике изменения магнитного поля, что в свою очередь дает экспериментальную базу для достоверного расчета процесса фокусировки пучка. Измерения подобного рода, прежде всего, связаны с методикой их проведения и определяются количеством замеров, требуемых для достижения достаточно точности [2]. Погрешность описываемых измерений не превышает 5%. Проблема получения нужного числа измерений была преодолена путем автоматизации средств измерений. Разработанная методика измерений опирается на микропроцессорную систему в сопряжении с программой управления. Перемещение зонда по азимуту и вдоль оси МПФС осуществляется при помощи двигателей, контроль позиции выполняют абсолютные датчики углового положения. В соответствии с алгоритмом измерений замер магнитного поля происходит каждые 3°, об-

разуя в сумме 120 точек на оборот фокусирующей системы.

На рисунке 1 показаны графики азимутального распределения поперечной составляющей магнитного поля, построенные в полярных координатах. Датчик Холла, в процессе эксперимента сканировал систему по азимуту, а затем перемещался вдоль оси МПФС, при этом рабочая поверхность датчика располагается перпендикулярно оси. Анализ графиков позволяет изучить динамику изменения магнитного поля.

Измерения были выполнены на промышленном образце МПФС. Проанализировав рисунок 1 можно заметить неравномерность распределения магнитного поля относительно оси. Для идеального магнита поперечная составляющая поля представляет набор окружностей, в данном же случае заряженная частица, проходя сквозь магнитное поле, получит компоненту силы, которая, в силу неравномерной конфигурации поля будет смещена от оси МПФС [3]. Расфокусировка пучка заряженных частиц приводит к снижению эффективности взаимодействия электронов с электромагнитной волной, в конечном итоге к ухудшению параметров прибора.

Благодаря построенным графикам можно увидеть, как изменяется магнитное поле вдоль оси магнитной системы. График, показанный на рисунке 2, представляет картину распределения поля для двух магнитов с противоположной намагниченностью. В ходе эксперимента было снято 1920 точек. Картина распределения совме-

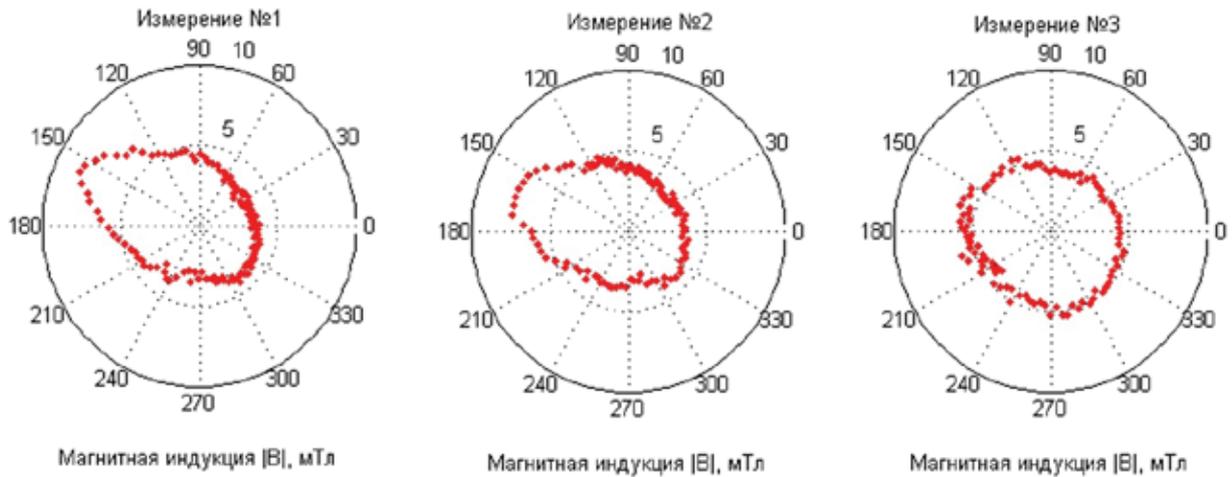


Рис. 1. Динамика изменения поперечной составляющей магнитного поля магнита, входящего в состав МПФС

щает серию измерений, является рядом последовательного сканирования поперечной составляющей магнитного поля [4]. Для отображения в трехмерном виде произведен пересчет полярных координат в декартовые, кроме того данные представлены в единицах напряжения АЦП с выхода датчика, что обусловлено лучшим соотношением масштабов осей и визуальным восприятием. На рисунке 3 показаны проекции картины распределения магнитного поля на плоскость OXY.

Рисунок 2 позволяет понять конфигурацию магнитного поля внутри периодической системы. На графике видны области с минимальной амплитудой модуля вектора магнитной индукции, которые соответствуют либо центрам магнитов (поперечная компонента магнитного поля ми-

нимальна) либо областям перехода между магнитами. Опираясь на полученные данные можно достоверно определить силу взаимодействия электронного потока с магнитным полем и, в конечном счете, рассчитать траекторию движения.

Рисунок 3 дает наглядное представление неравномерности магнитного поля внутри магнитной системы. Из рисунка видна степень отклонения серий измерений от оси системы. Стоит отметить, что, несмотря на сильное искажение магнитного поля, полученное для некоторых измерений, при конечной оценке качества фокусировки необходимо учитывать величину модуля вектора магнитной индукции, которая варьируется по координате оси МПФС.

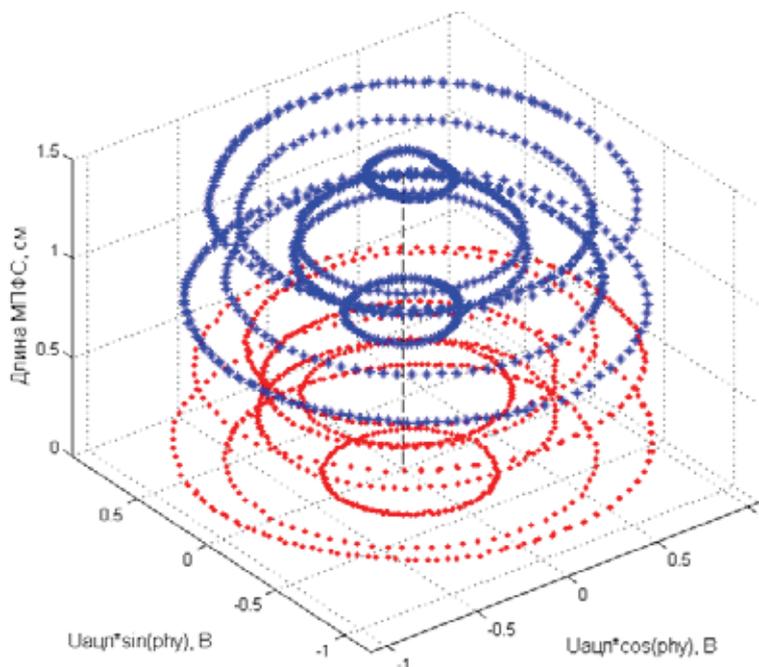


Рис. 2. Картина распределения магнитного поля двух последовательных магнитов МПФС

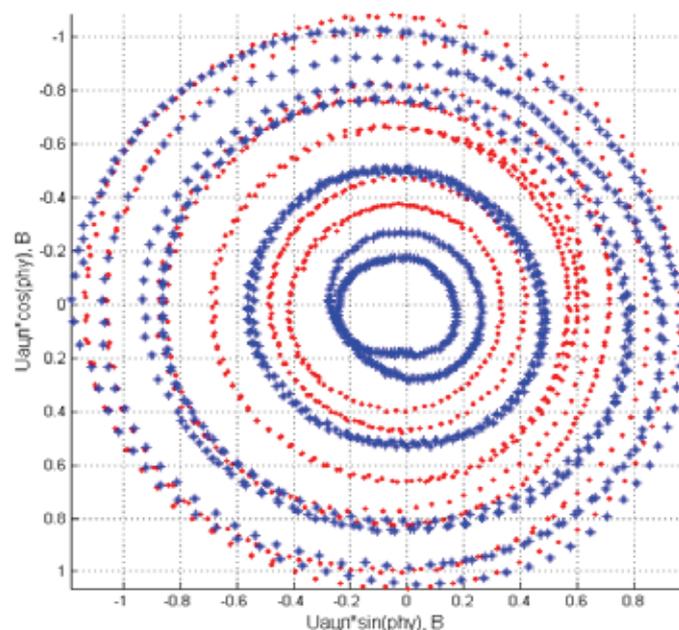


Рис. 3. Проекция картины распределения магнитного поля на плоскость OXU

Предварительный анализ конфигурации магнитного поля позволяет избежать потенциальных проблем после сборки прибора. Представленная картина распределения магнитного поля позволяет выявить проблемные места, произвести либо замену конкретного магнита, либо произвести подстройку системы путем добавления корректирующих магнитов — пиваков. Опять же, эффективно провести настройку системы можно только зная точную конфигурацию магнитного поля, места, требующие корректирующего воздействия [5].

Таким образом, знание картины распределения магнитного поля МПФС позволяет: во-первых, выполнить анализ качества сборки фокусирующей системы и входящих в нее магнитов; во-вторых, выявить места, требующие корректирующего воздействия, что в свою очередь позволит значительно сэкономить время настройки прибора [6]. Другим важным моментом является перспектива разработки методов моделирования процессов фокусировки, опираясь на достоверные данные. Результат взаимодействия электронного пучка с магнитным полем является суперпозицией элементарных воздействий, полученных для каждого витка измерений [7].

Отдельно стоит отметить важность методики проведения эксперимента, которая на данном этапе становится возможной только с привлечением средств автоматизации и программной обработки. Количество точек, необходимое для сканирования всей МПФС оказалось более 10000, т.е. наряду с критерием точности, существенную роль начинает играть критерий времени измерений. Привлечение микропроцессорной системы управления позволило выполнить промер фокусирующей системы в автоматическом режиме. Благодаря количеству проведенных испытаний выполнен критерий повторяемости, это в свою очередь позволяет утверждать, что с ростом объема выборки измеряемая величина стремится к своему истинному значению. Из полученных результатов можно сделать вывод о наличии в магнитной системе магнитов низкого качества. Колебания модуля вектора магнитной индукции в некоторых местах существенны и составляют до 30% от среднеквадратичной величины. Подобная ситуация связана как с технологией производства постоянных магнитов, так и с технологией сборки магнитов в периодическую систему. Выполненные эксперименты позволили: 1) выявить дефектные места МПФС; 2) определить реальные характеристики и структуру магнитного поля.

#### Литература:

1. В. М. Белугин, А. Е. Васильев, В. В. Ветров, Н. Е. Розанов. Разработка, методы расчета и создание широкополосных ЛБВ для непрерывного режима работы. Препринт 2005—03. М., МРТИ РАН, 2005. 20 с.
2. Н. Е. Розанов. Программа LBV-2.5D для расчета процесса усиления электромагнитных волн электронным пучком. Научная сессия МИФИ-2002. Сб. научных трудов. М.: МИФИ, 2002. Т. 7. с. 124—125.
3. K. Halbach, R.F. Holsinger. SUPERFISH Computer Programs for Evaluation of RF Cavities with Cylindrical Symmetry. Particle Accelerators, 1976. Vol. 7. P. 213—222.
4. С. Марков. Цифровые сигнальные процессоры. Книга 1. — М.: фирма МИКРОАРТ, 1996—144 с.

5. Макс, Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: В 2-х томах. Пер. с франц. — М.: Мир, 1983. — Т. 1. 312 с.
6. Ковалев, О. Ф. Комбинированные методы моделирования магнитных полей в электромагнитных устройствах. — Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001.
7. Подольский, А. В. Экспериментальное тестирование вычислительных систем/ Сб. тр. 2-й конференции пользователей программного обеспечения CAD-FEM СибИИ, Москва, 17–18 апр. 2002 г.; Под ред. А. С. Шадского. — М.: Изд-во ООО «Барс», 2002.

## Обеспечение работы мобильных машин в условиях отрицательных температур

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;  
Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;  
Семов Иван Николаевич, магистр  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Орехов Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент  
Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

*В статье анализируются факторы, влияющие на эффективную работу таких ответственных систем мобильных машин как трансмиссия и гидропривод, и в особенности под действием низких температур окружающего воздуха. Раскрывается методика и результаты проведенных стендовых исследований по выявлению влияния теплового режима трансмиссии на потери мощности в агрегатах трансмиссии и гидро-системы.*

*Ключевые слова: трансмиссия, гидропривод, работоспособность, отрицательные температуры, вязкость, трение, мощность, крутящий момент.*

В настоящее время из-за изношенности парка машин, нехватки новой техники резко возросла сезонная нагрузка на каждую машину. Непрерывное повышение цен на сырье, в особенности на нефть, вызывает потребность использовать все возможности для экономии топливо-смазочных материалов.

Одним из путей сохранения в хозяйствах имеющегося парка машин и уменьшения материальных затрат является использование прогрессивных ресурсосберегающих технологий, в том числе и таких, которые основаны на использовании трибологических рекомендаций [1].

Известно, что влияние температуры на работоспособность мобильных машин и тракторов, в том числе, во время эксплуатации носит весьма сложный характер и зависит от многих условий и факторов. До настоящего времени не установлено, в полном объеме, количественной связи между температурой и изменением технико-экономических показателей таких ответственных систем машин, как, например, трансмиссия или гидросистема.

В смазочной системе механических трансмиссий температурный и нагрузочно-скоростной режимы работы находятся в сложной взаимосвязи. Тепловые процессы в такой трансмиссии оказывают существенное влияние на потери мощности в этих агрегатах [1].

В гидросистемах машин повышение вязкости (температуры) масел нарушает работу золотников и предохранительных устройств, в результате запаздывает срабатывание исполнительных цилиндров, появляются рывки,

работа машины становится небезопасной. Увеличивается инерционность защитных устройств гидравлических машин, что ведет к появлению всплесков давления, превышающих более чем в два раза номинальное. От величины вязкости зависит характер трения масла в трубопроводах, сопротивление движению через дроссели, сопла, щели, зазоры. Это определяет расход рабочей жидкости на определенных участках системы, величину утечек, потери давления для прохождения масла через различные участки, КПД узлов гидросистемы, а также потери мощности на привод гидронасоса [2].

С целью выявления влияния теплового режима трансмиссии трактора Т-25А на потери мощности в агрегатах трансмиссии проводились исследования на тормозном стенде с беговыми барабанами КИ-8927, методика и оборудование которых могут быть применены и для исследования влияния температуры на потери мощности на привод агрегатов гидросистемы.

В качестве объекта исследований можно рассмотреть гидропривод отдельно-агрегатной навесной системы трактора МТЗ-80, так как он испытывает более интенсивные нагрузки, по сравнению с гидросистемой трактора Т-25А, и, кроме того, тракторы этой марки широко используются при выполнении энергоёмких работ, а их гидросистема является типичной для гидросистем применяемых в конструкциях современных машин.

Исследования проводились при номинальном давлении в шинах колес трактора на девятой передаче.

Стенд позволяет создавать нагрузку на ведущих колесах трактора, измерять ее и определять частоту вращения беговых барабанов.

Требуемый температурный режим в смазочной системе трансмиссии поддерживался с помощью двух электронагревательных устройств, установленных в корпусе трансмиссии трактора. Одно из них — трубчатый электронагреватель (ТЭН) — подключалось к источнику постоянного тока напряжением 36 В. Второе — электронагревательный элемент (термопатрон) — подключалось к бортовой сети трактора напряжением 12 В [1].

Для обеспечения рационального температурного режима гидросистемы трактора МТЗ-80 предлагается использовать систему регулирования температуры рабочей жидкости, включенную в штатную гидросистему трактора и содержащую гидронасос, сообщенный напорной гидролинией с агрегатами гидросистемы и баком, в котором расположены два теплообменника для подогрева и охлаждения рабочей жидкости, посредством сливной гидролинии, терморегулятор, регистрирующий температуру внутри гидробака, масляный насос системы смазки двигателя и ресивер пневмосистемы трактора, соединенные каждый с одним из теплообменников бака [3,4].

При этом рабочая жидкость гидросистемы нагревается в баке, выполненном в виде цилиндрической емкости ограниченной двумя торцевыми крышками, причем, охлаждение рабочей жидкости происходит при пропускании воздуха через один из теплообменников, установленных в баке, из ресивера пневмосистемы, а второй теплообменник, установлен так, что он оказывается включен в нагнетательную гидролинию параллельно масляному радиатору системы смазки ДВС, таким образом, рабочая жидкость из гидросистемы, обтекая теплообменники в баке гидросистемы трактора, может нагреваться или охлаждаться до необходимой температуры [3,4].

Применяемые топливо и масло в двигателе соответствовали требованиям технических условий. Температура масла в двигателе поддерживалась на уровне  $90 \pm 5^\circ\text{C}$ . Обслуживание дизеля производилось в соответствии с инструкцией по техническому обслуживанию. Двигатель при испытаниях работал перед началом измерений на каждом заданном режиме не менее 5 мин при положении органов управления регулятором частоты вращения, соответствующем полной подаче топлива. В корпусе трансмиссии и в гидросистеме трактора использовались рекомендуемые заводом-изготовителем масла ТМ-3-18 (Тап-15В) и М-10Г<sub>2</sub>, соответственно. Температура их контролировалась помощью терморпар ТХК, установленных в корпусе трансмиссии и баке гидросистемы, и регистрировалась двенадцатиточечным потенциометром КСП-4, который питался от бортовой электрической сети трактора. Исследования проводились при температуре топлива  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  с трехкратной повторностью. Нагрузка, подводимая к ведущим колесам трактора при исследованиях, была близкой к максимальной эксплуатационной и устанавливалась на

уровне  $3300 \pm 50$  Н. Частота вращения коленчатого вала двигателя контролировалась прибором ИМД-ЦМ и соответствовала  $2200 \pm$  мин<sup>-1</sup> [1,5,8].

Потери мощности на привод агрегатов гидросистемы можно вычислить по следующей методике. Мощность ( $N_3$ ), которая будет затрачиваться электродвигателем стенда для прокручивания колес трактора, когда муфта сцепления выключена, эквивалентна сумме потерь мощности в приводе беговых барабанов ( $N_{np}$ ), в трансмиссии трактора ( $N_{тр}$ ) и в гидросистеме ( $N_{гс}$ ), при условии отсутствия буксования колес относительно барабанов стенда [6,7]:

$$N_3 = N_{np} + N_{тр} + N_{гс}, \text{ кВт} \quad (1)$$

Мощность, затрачиваемая электромашиной стенда, определяется по формуле:

$$N_3 = \frac{M_{пот} \cdot n_{пот}}{9554}, \text{ кВт} \quad (2)$$

где  $M_{пот}$  — крутящий момент ротора электромашины, Н·м;

$n_{пот}$  — частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup>.

Крутящий момент ротора электромашины определяется по формуле:

$$M_{пот} = \frac{M_б}{\iota_{ред} \cdot \eta_{np}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3)$$

где  $M_б$  — крутящий момент беговых барабанов, Н·м;  $\eta_{np}$  — КПД привода беговых барабанов стенда.

Крутящий момент беговых барабанов стенда определяется по формуле:

$$M_б = P_{кб} \cdot r_б, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4)$$

где  $P_{кб}$  — касательная сила тяги на беговых барабанах, Н

$r_б$  — радиус беговых барабанов,  $r_б = 0,3$  м.

$$\text{Тогда: } M_{пот} = \frac{P_{кб} \cdot r_б}{\iota_{ред} \cdot \eta_{np}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5)$$

$$N_3 = \frac{кб \cdot r_б \cdot n_{пот}}{9554 \cdot \iota_{ред} \cdot \eta_{np}}, \text{ кВт} \quad (6)$$

Потери мощности в трансмиссии при включенном механизме привода гидронасоса трактора находятся по формуле:

$$N_{мп} + N_{зс} = N_3 - N_{np}, \text{ кВт} \quad (7)$$

$$\text{где } N_{np} = N_3 \cdot (1 - \eta_{np}), \text{ кВт} \quad (8)$$

$$\text{Тогда: } N_{мп} + N_{зс} = N_3 - N_3 \cdot (1 - \eta_{np}) = N_3 \cdot \eta_{np}, \text{ кВт} \quad (9)$$

Подставив мощность электромашины, определенной по формуле (6), и, выразив потери мощности в гидросистеме, получим:

$$N_{ec} = \frac{P_{кб} \cdot r_b \cdot n_{пот}}{9554 \cdot i_{ред}} - N_{тр}, \text{ кВт} \quad (10)$$

Для определения потерь мощности в трансмиссии  $N_{тр}$  необходимо провести эксперимент при фиксированной температуре трансмиссионного

масла и отключенном гидронасосе. Полученное значение будет постоянно при условии сохранения рабочей нагрузки и температуры масла. Таким образом, измерив касательную силу тяги на беговых барабанах, и зная частоту вращения ротора электромашины, которая поддерживалась постоянной ( $n_{пот} = 700 \text{ мин}^{-1}$ ), а также при известном значении потерь мощности в трансмиссии  $N_{тр}$  можно определить потери мощности в гидросистеме трактора  $N_{ec}$ .

Литература:

1. Орехов, А. А. Снижение интенсивности изнашивания зубчатых тракторных трансмиссий применением рациональных температур трансмиссионных масел [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук / А. А. Орехов. — Пенза, 2001. — 162 с.
2. Рылякин, Е. Г. Повышение работоспособности тракторных гидросистем терморегулированием рабочей жидкости [Текст]: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. Г. Рылякин. — Пенза, 2007. — 17 с.
3. Власов, П. А. Терморегулирование жидкости гидросистемы [Текст] / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин // Сельский механизатор. — 2007. — № 6, с. 36.
4. Пат. 2236615 РФ, МКИ5 F15B21/04. Система регулирования температуры рабочей жидкости / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин (РФ). — № 2003118925, Заявлено 23.06.2003; Опубликовано 20.09.2004, Бюл. № 26.
5. Орехов, А. А. Определение потерь мощности в трансмиссии трактора с учетом потерь в гидроприводе [Текст] / А. А. Орехов, Е. Г. Рылякин // Материалы всероссийской науч. — практ. конф. молодых ученых и специалистов «Молодые ученые в XXI веке». — Ижевск: РИО ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 2005. Т II. — с. 235–239.
6. Власов, П. А. Теоретическое обоснование терморегулирования рабочей жидкости в гидросистеме [Текст] / П. А. Власов, Е. Г. Рылякин // Нива Поволжья. — 2008. — № 1 (6). — с. 25–29.
7. Рылякин, Е. Г. Терморегулирование рабочей жидкости в гидроприводе транспортно-технологических машин [Текст] / Е. Г. Рылякин // Актуальные вопросы современной науки. Научный журнал. — № 1 (1). — 2014. — с. 5–10.
8. Рылякин, Е. Г. Подогрев масла в гидросистеме [Текст] / Е. Г. Рылякин // Сельский механизатор. — 2014. — № 8, с. 38–40.

## Восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей машин проточным гальваническим цинкованием

Захаров Юрий Альбертович, кандидат технических наук, доцент;  
Рылякин Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;  
Семов Иван Николаевич, магистр  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Восстановление деталей машин является актуальной задачей в современных условиях хозяйствования, причем, особое внимание следует уделять восстановлению корпусных деталей машин, в частности посадочных отверстий под подшипники. Одним из наиболее перспективных, в этом плане, способов является гальваническое осаждение цинковых покрытий в проточном электролите. Цинковые гальванопокрытия обладают высокими антикоррозионными и виброгасящими свойствами, легко обрабатываются, но не получили широко распространения по ряду причин, а существующие методики их нанесения нуждаются в совершенствовании и оптимизации.*

*Ключевые слова: корпусная деталь, посадочное отверстие, восстановление, наплавка, осаждение, напыление, способ восстановления, гальванические покрытия.*

Восстановление деталей машин в настоящее время актуально как никогда ранее. Стареющий парк машин, высокие цены на запасные части и обслуживание, низкая экономическая стабильность предприятий, низкое ка-

чество изготовления комплектующих частей и материалов — все это заставляет обращать пристальное внимание на технологии и оборудование для восстановления ресурса деталей машин.

Как известно, рентабельность восстановления будет достаточной в случае обеспечения ресурса восстановленной детали не менее 80 процентов от уровня ресурса новой детали [1–3]. Причем, особое внимание уделяется выбору рационального способа восстановления деталей и сопряжений. Потребитель заинтересован в получении восстановленной детали узла или механизма с минимальными финансовыми и трудовыми затратами при максимально возможном ресурсе.

Величина финансово-трудовых затрат зависит от вида восстанавливаемой поверхности, физико-механических и химических свойств материала детали, ее конфигурации, массы и размеров, а также от выбранного способа восстановления. Величина ресурса восстановленной детали будет зависеть в основном от способа восстановления изношенных поверхностей и меньшей мере от применяемых материалов и вида детали.

Практически в любом узле, механизме или агрегате существуют так называемые основные детали — это детали, от которых зависит срок службы изделия несколько больше, чем от других. К таким деталям чаще всего относят самые металлоемкие и соответственно дорогостоящие корпусные детали. Основными дефектами корпусных деталей машин является: сколы, выкрашивание поверхности, трещины, раковины, коробление привалочных плоскостей и износ посадочных отверстий под подшипники. При этом восстановление геометрии посадочных отверстий под подшипники в значительной мере влияет на уровень послеремонтного ресурса механизма, так как эти отверстия являются базовыми, от их формы и положения зависит взаимное расположение всех составляющих элементов механизма, а, следовательно, условия их работы и взаимодействия.

Таким образом, для увеличения ресурса ремонтируемых машин до уровня новых необходимо, в частности, повысить долговечность корпусных деталей, в первую очередь посадочных отверстий, на которых базируются остальные детали.

Среди основных способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей (механические, сварочно-наплавочные, напыление, полимеры, тепловой способ и т.д.) наиболее перспективным является нанесение гальванических покрытий, особенно, способы проточного нанесения гальванопокрытий, когда покрываемая поверхность превращается в замкнутую ячейку, через которую насосом прокачивается электролит [1–3]. Отпадает необходимость в изолировании не покрываемых участков детали, повышается равномерность осаждаемого слоя, скорость осаждения увеличивается в 2...2,5 раза, появляется возможность механизации процесса, а также создания мобильной установки [1–5].

Для восстановления посадочных отверстий корпусных деталей проточным способом на ремонтных предприятиях применяют в основном железные покрытия [2,5]. Эти покрытия, несмотря на все достоинства (высокую твердость, износостойкость и т.д.) имеют такие недостатки, как низкая коррозионная стойкость, виброгасящие способности, затрудненность последующей механической обработки.

Цинковые гальванопокрытия не имеют перечисленных недостатков, кроме того, цинк в паре с железом является анодом, поэтому в результате коррозионных процессов растворяется цинк, а не основной металл, то есть он обладает высокими антикоррозионными свойствами.

Более высокие виброгасящие свойства цинкового покрытия обусловлены их пластичностью и заключаются в гашении вибрационных колебаний, возникающих в результате функционирования агрегатов машин [4,6–8]. Это свойство выгодно отличает цинковые покрытия от железных так как, вибрационные воздействия порождают знакопеременные напряжения и приводят к накоплению повреждений в материале, что вызывает появление усталостных трещин и разрушение. К тому же последующая механическая обработка цинковых покрытий не вызывает каких-то либо затруднений.

В ремонтном производстве применяются покрытия сплавами на основе цинка и чистым цинком, применяя разнообразные электролиты и режимы осаждения (№ 1-№ 6 таблица 1) [6–8].

Экспериментальные и эксплуатационные исследования на образцах показали, что износостойкость таких покрытий находится на уровне материала восстанавливаемых деталей с достаточной прочностью сцепления с основой. Покрытия хорошо обрабатываются резанием, обладают стойкостью против коррозии и незначительно снижают усталостную прочность восстановленных деталей.

При увеличении плотности тока микротвердость железозинковых покрытий увеличивается до 1800 МПа, а цинконикелевых имеет минимум при 6 А/дм<sup>2</sup>, равный 1450 Мпа [1]. С повышением температуры электролитов микротвердость железозинковых покрытий снижается, а цинконикелевых увеличивается.

Для обеспечения надежного сцепления осажденного слоя железозинкового покрытия с поверхностью необходимо подогреть её до температуры 323 К. Такой подогрев происходит при декапировании и осаждении.

Подобная проблема, связанная с поддержанием необходимой температуры электролита присуща и цинконикелевым серноокислым электролитам. В производственных условиях она не должна превышать 318 К, в противном случае происходит интенсивное разложение комплексной соли никеля с выделением аммиака и как следствие этого изменения условий осаждения, состава и качества покрытий.

Все вышеуказанное, а также сложный состав электролитов снижает стабильность электролитического процесса осаждения и, в конечном итоге, отрицательно сказывается на качестве получаемых покрытий на основе цинка. Этим обуславливается не достаточно широкое использование цинковых сплавов для восстановления корпусных деталей в ремонтном производстве.

Следующий шаг в совершенствовании процессов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей — применение в качестве наносимого покрытия чистого цинка.

Таблица 1. Составы электролитов и режимы цинкования

Показатель	Номер электролита										
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
Сернокислый цинк, г/л	230–290	200–240	200–250	200–250	150–220	250	200–300	-	-	200–250	200–300
Оксид цинка, г/л	-	-	-	-	-	-	-	12–15	10–20	-	-
Едкий натр, г/л	-	-	-	-	-	-	-	100–120	-	-	-
Сернокислый никельамоний, г/л	35–55	-	30–50	-	-	-	-	-	-	-	-
Сернокислое железо, г/л	-	-	-	40–80	180–300	80	-	-	-	-	-
Сернокислый никель, г/л	-	60–150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сернокислый алюминий, г/л.	-	-	20–30	30–60	30–60	-	30–50	-	-	20–30	30–50
Сернокислый натрий, г/л	25–30	50–60	-	80–100	-	-	50–100	-	-	80–90	50–100
Сернокислый марганец, г/л	-	-	-	-	60–150	-	-	-	-	-	-
Хлористый алюминий, г/л	-	-	-	-	-	-	-	-	200–300	-	-
Гипофосфит натрия, г/л	3–5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Борная кислота, г/л	-	25–30	-	-	-	-	-	-	25–30	30–40	-
Декстрин, г/л	-	-	-	-	-	-	8–10	0,5	-	-	8–10
Температура электролита, К	311–318	288–303	291–318	291–333	291–353	291–333	288–298	290–298	288–303	291–293	293–303
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	12–16	15–20	10–16	4–8	5–16	2,5–5	до 6	4–8	1–2	6–8	6–8
Кислотность, рН	2,5–3,5	2,0–3,5	1,5–2,5	3,0–4,5	1,7–2,5	2–3	3,5–4,5	3,5–4,5	5,9–6,5	3	3,0–3,5

Это дает возможность производить электролитическое осаждение гальванопокрытия из более простых и недорогих электролитов цинкования, что, в свою очередь, позволит повысить стабильность процесса электролитического осаждения, его производительность и качество получаемого слоя.

Для нанесения цинковых гальванопокрытий разработано много электролитов. Наибольшее распространение в ремонтном производстве получили кислые, цинкаты и аммиакатные электролиты (№ 7, № 8, № 9 таблица 1) [4,6–8].

При необходимости твердость цинковых покрытий повышают путем легирования их другими металлами (железом, никелем, кобальтом, кадмием и др.) или проведением упрочняюще-калибрующей финишной обработки [1,4].

Для нанесения цинковых покрытий также используются нестационарные режимы с применением периодического тока [6–8]. При этом процесс осаждения интенсифицируется в 2...3 раза, а свойства покрытий улучшаются.

Хорошие результаты дает цинкование реверсивным током в сернокислых электролитах № 10 и № 11 (таблица 1).

Проточное электролитическое цинкование, является одним из наиболее эффективных способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин. Цинковые покрытия лишены недостатков железных и осаждаются в основном из сернокислых электролитов, что объясняется простотой технологии и стабильностью процесса осаждения, низкой стоимостью применяемых солей.

Однако электролитические осадки чистого цинка для восстановления изношенных поверхностей применяют в основном, когда толщина осаждаемого покрытия без последующей механической обработки не превышает 0,1 мм или для защиты от коррозии, где механическая прочность не имеет существенного значения.

Технологические процессы восстановления деталей цинкованием составляют не более 7% от общего количества процессов, основанных на нанесении гальванопокрытий [1,4,6–8]. Это объясняется тем, что производительность процесса осаждения остается невысокой, перспективные способы нанесения цинковых гальванопокрытий изучены мало. Отсутствуют единые производственные рекомендации по составу электролитов, режиму анодной обработки и осаждения покрытия в проточном электролите, которые обеспечили бы высокую прочность сцепления покрытия с основой.

Прочность сцепления покрытия с основой, в свою очередь, во многом определяется подготовительными операциями и начальным периодом осаждения цинка, а также структурой технологического процесса.

Кроме того, качество осаждаемого слоя во многом зависит от исполнительных механизмов — устройств, которые реализуют способ проточного гальванического осаждения покрытий [9–12].

Эти конструкции имеют свои особенности, они могут быть усовершенствованы, а также могут служить основой для разработки принципиально новых решений.

#### Литература:

1. Захаров, Ю. А. Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей проточным электролитическим цинкованием: Дис. ... канд. техн. наук [Текст] / Ю. А. Захаров. — Пенза, 2001. — 170 с.
2. Голубев, И. Г. Мониторинг технологических процессов восстановления деталей [Текст] / И. Г. Голубев, В. В. Быков, А. Н. Батищев, В. В. Серебровский, И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Технический сервис в лесном комплексе / Сб. материалов. науч. — практ. конф. — Москва: МГУЛ, 2000. — с. 31.
3. Захаров, Ю. А. Анализ способов восстановления посадочных отверстий корпусных деталей машин [Текст] / Ю. А. Захаров, Е. Г. Рылякин, А. В. Лахно // Молодой ученый. — 2014. — № 16. — с. 68–71.
4. Спицын, И. А. Восстановление посадочных отверстий корпусных деталей проточным цинкованием [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава и специалистов сельского хозяйства. — Пенза: ПГСХА, 1999. — с. 33–35.
5. Голубев, И. Г. Анализ технологических процессов восстановления деталей гальваническими покрытиями [Текст] / И. Г. Голубев, В. В. Быков, А. Н. Батищев, В. В. Серебровский, И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Состояние и перспектива восстановления, упрочнения и изготовления деталей / Сб. материалов. науч. — практ. конф. — Москва: МГУЛ, 1999 — с. 127–128.
6. Спицын, И. А. Совершенствование технологии восстановления посадочных отверстий корпусных деталей цинкованием [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Технический сервис в лесном комплексе / Сб. материалов. науч. — практ. конф. — Москва: МГУЛ, 2000. — с. 75.
7. Спицын, И. А. Устройство для электролитического нанесения покрытий проточно-контактным способом с активацией восстанавливаемой поверхности [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Совершенствование технологий и технических средств механизации сельского хозяйства / Сб. материалов. науч. — практ. конф. — Пенза: ПГСХА, 2001. — с. 58.
8. Спицын, И. А. Электролитическое нанесение покрытий проточно-контактным способом [Текст] / И. А. Спицын, Ю. А. Захаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2002 — № 5. — с. 30–31.

9. Спицын, И.А. Устройство для нанесения электрохимических покрытий и его исследование [Текст] / И.А. Спицын, Ю.А. Захаров, И.А. Гвоздев // Материалы 45-й научно-технической конференции студентов инженерного факультета. — Пенза, 2001. — с. 16–17.
10. Захаров, Ю.А. Совершенствование устройств для нанесения гальванопокрытий [Текст] / Ю.А. Захаров // Образование, наука, медицина: эколого-экономический аспект: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А. Ф. Блинохватова. — Пенза: РИО ПГСХА, 2008. — с. 172–173
11. Пат. 2155827 РФ, МПК: 7С 25D 5/06 А. Устройство для электролитического нанесения покрытий / И.А. Спицын, Ю.А. Захаров (РФ). — № 99115796/02, Заявлено 16.07.1999; Опубл. 10.09.2000.
12. Пат. на полезную модель 2503753 РФ, МПК: С25D19/00. Устройство для гальваномеханического осаждения покрытий / Ю.А. Захаров, И.А. Спицын (РФ). — № 2012149639/02, Заявлено 21.11.2012; Опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.

## Уязвимость технологии Bluetooth

Иванова Елена Вячеславовна, студент;  
Алексеева Мария Сергеевна, студент  
Омский государственный технический университет

Bluetooth — это беспроводная технология, позволяющая широкому ряду устройств взаимодействовать друг с другом без проводов, кабелей и разъемов при помощи электромагнитных волн. Отдельные участки радиочастотного диапазона выделены для использования устройствами, не требующими лицензии надзорных органов. Bluetooth работает на не лицензируемой во всем мире частоте 2.45 ГГц (полоса промышленного, научного и медицинского применения ISM — Industry, Science, Medicine), что позволяет свободно использовать такие устройства во всем мире.

В спектре ISM организуется 79 каналов шириной в 1 МГц, а затем по технологии расширения спектра Frequency — hopping Spread Spectrum (FHSS) радиоприемник и радиопередатчик синхронно меняют частоту несущей по определенному шаблону с частотой 1600 раз в секунду (Рис.1). Это сделано с целью уменьшения вероятности наложения сигналов в крохотном ISM диапазоне [1].

Учитывая то, что Bluetooth является беспроводной технологией, получить доступ к передаваемой информации относительно легко. Тем более, что очень часто по соединениям Bluetooth передается важная и секретная информация. Самая основная функция механизма безопасности

Bluetooth — это возможность выбрать состояние устройства: скрытый режим и режим постоянной доступности.

Когда устройство Bluetooth работает в режиме постоянной доступности, то можно произвести сканирование радиуса, найти это устройство и украсть персональные данные. Все это возможно потому, что телефон, находясь в режиме обнаружения, рассылает пакеты со своим адресом, как правило, на расстояние десяти метров от себя. Устройство, находящееся в режиме поиска мобильных устройств, принимает все подобные пакеты, а если получит такой пакет, то может попытаться установить соединение для обмена данными.

Если же Bluetooth функционирует в скрытом режиме, то устройство не рассылает пакеты со своим адресом, то есть злоумышленник не знает с каким адресом ему необходимо установить связь [2].

Адрес Bluetooth представляет собой уникальный идентификатор длиной сорок восемь бит, причем первые три байта — это идентификатор производителя устройства, а последние три байта определяются по правилам производителя.

Например, представление адреса Bluetooth для телефона Sony Ericsson P900 в шестнадцатеричном виде выглядит так: 00:0A: D9: EB:66: C7.

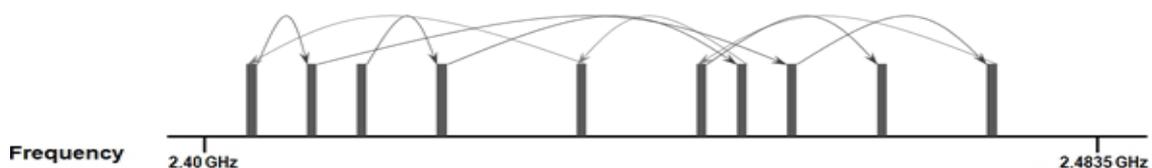


Рис. 1

Первые три байта являются идентификатором Sony Ericsson. Эти три байта повторяются для устройств данной компании, а последние три байта характеризуют именно телефон P900.

Необходимое время для полного сканирования адресов можно уменьшить, используя определенный диапазон адресов и увеличивая скорость сканирования программного обеспечения. Если производитель устройства известен, то количество возможных адресов строго ограничено [3].

Также злоумышленники могут атаковать мобильные телефоны с поддержкой Bluetooth при помощи приемов социотехники, вводя в заблуждение пользователей с подталкиванием к выполнению определенных действий или разглашению конфиденциальной информации.

Прием данных по Bluetooth для многих моделей устройств может оказаться фатальным. Например, на экране вашего устройства появляется сообщение, что кто-то — то хочет подключиться, чтобы передать какую-либо картинку или приложение. Большинство пользователей откажутся от такого предложения, аргументируя это тем, что возможно передаваемые данные содержат вредоносное программное обеспечение. Но не все так просто. Если злоумышленник все же не смог заразить ваш телефон, то он может вывести его из строя. Даже если вы не открыли сообщение «Принять файл от XXX по Bluetooth?», появившееся на экране телефона, устрой-

ство может «зависнуть». Причем вместо XXX может наблюдаться различная последовательность символов, например: \$%#..<sup>2</sup>.

Данная атака использует уязвимость, заключающуюся в неверной интерпретации многими мобильными телефонами имени подключаемого устройства. Согласно стандарту Bluetooth имя устройства кодируется в формате UTF — 8. Стандарт Bluetooth не предусматривает иного формата кодирования. В данном формате кодируются любые символы, существующие в мире. Однако, некоторые интерпретаторы не ожидают увидеть в имени устройства символы, которые изначально нельзя даже набрать с клавиатуры мобильного телефона. Но так обстоит дело не со всеми моделями, а лишь с теми, в прошивке которых имеются недоработки [3].

Как правило, для проведения такой атаки злоумышленник использует операционную систему UNIX и Bluetooth — передатчик. При помощи специальных пакетов и системных вызовов со строгим синтаксисом достигается «зависание» устройства.

Приведенная выше атака не является единственной посредством Bluetooth. Для того, чтобы уменьшить риск появления атак, необходимо перевести передатчик Bluetooth в скрытый режим и включать его только при передаче данных от доверенных пользователей. Также является полезной «перепрошивка» мобильного телефона с целью добавления поддержки всех символов UTF — 8.

#### Литература:

1. Рестович, А., Стоян И., Чубич И. Bluetooth-технология беспроводной связи и ее применение // Ericsson Nikola Tesla d.d. REVIJA. 18/2005/1.
2. Андрей, В. Обзор безопасности Bluetooth. Часть 1 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.securitylab.ru/analytics/216390.php>
3. Коровин, С. Д., Метелев С. Е., Соловьев А. А., Тихонов А. И. Современные радиоэлектронные средства и технологии. Екатеринбург: Издательство «Велар», 2014. — 654 с.

## Мембранные методы производства безалкогольного пива

Калакуток Мариет Нурбиевна, аспирант

Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

Пиво относится к числу наиболее древних и наиболее сложных по составу алкогольных продуктов. Оно содержит значительное количество ценных в пищевом отношении компонентов. Но не надо забывать, что одним из компонентов пива является этиловый спирт, массовая доля которого может колебаться от 2% до 11%. В связи с этим пиво не может быть рекомендовано водителям, беременным женщинам, спортсменам и т.д. Альтернативой в данном случае может стать безалкогольное пиво, производству которого в настоящее время уделяется особое внимание. Однако в традиционных напитках брожения,

каковым является пиво, алкоголь (этиловый спирт) играет важную роль в формировании аромата и вкуса. Поэтому при отсутствии алкоголя эти напитки утрачивают свой характер. В связи с этим изготовление безалкогольного пива уже давно является проблемой в пивоваренном производстве. Требования к органолептическим качествам здесь такие же, как и у классического пива, а содержание алкоголя должно быть снижено из законодательных и медицинских соображений.

Удаление спирта из пива возможно различными путями. Широко известные способы можно разделить на три группы:

- мембранные методы;
- термические методы;
- прерывание брожения или недопущение образования спирта при брожении:

На производстве применяются все три группы методов, которые имеют свои преимущества и недостатки.

В мембранных методах разделения пиво прокачивается через очень тонкую мембрану из хлопковой целлюлозы или ацетилцеллюлозы и при этом удаляется спирт. В различных мембранных методах используются различные физические эффекты.

**Обратный осмос**

Обратный осмос — это способ разделения растворов путем их фильтрования через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ. В основе метода разделения раствора обратным осмосом лежит явление самопроизвольного перехода растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор.

При удалении спирта с помощью обратного осмоса, пиво (рис. 1) порциями или непрерывно прокачивается сквозь разделительный модуль. Вода и спирт проходят сквозь мембрану, против естественного осмотического давления (2). Напротив, все крупные молекулы — молекулы вкусовых и ароматических веществ — остаются в пиве. Поскольку вода непрерывно уходит, необходимо постоянно добавлять новую воду (3), которая должна быть обессоленной и деаэрированной. Благодаря добавлению воды содержание спирта неизменно уменьшается. Поскольку создание избыточного давления посредством насоса приводит к увеличению температуры жидкости, установка должна иметь охлаждение, чтобы температура пива не превысила 15°C.

Установка обратного осмоса состоит из напорного танка (1), в котором хранится подлежащее обработке пиво.

С помощью насоса (2) давление увеличивают до 40 бар, а с помощью циркуляционного насоса (3) добиваются высокой скорости омывания, что препятствует забиванию мембран. Модули (4) — это наиболее крупногабаритная,

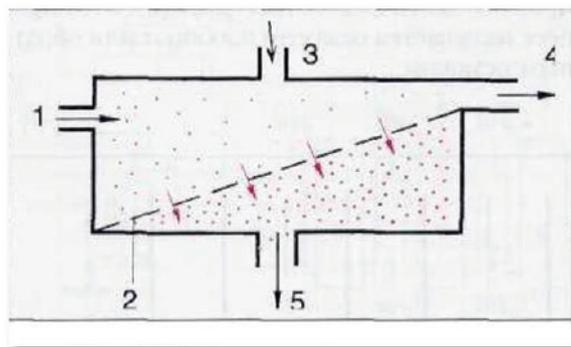


Рис 1. Принцип обратного осмоса: 1 — подача нефiltrата; 2 — мембрана; 3 — подача воды; 4 — безалкогольное пиво; 5 — разбавленный спиртовой раствор

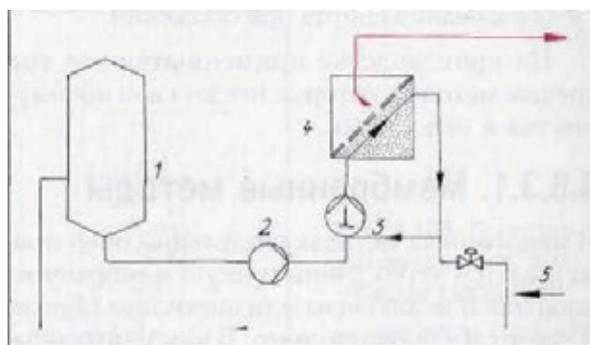


Рис. 2 Установка обратного осмоса: 1 — танк для исходного пива; 2 — насос высокого давления; 3 — циркуляционный насос; 4 — фильтрующие модули; 5 — добавление специально подготовленной воды; 6 — пермеат; 7 — клапан постоянного давления

самая важная и вместе с тем наиболее дорогостоящая часть установки. Чаще всего мембраны изготавливаются из ацетилцеллюлозы. Масса, потерянная с водно-спиртовым раствором (пермеат), заменяется на специально подготовленную воду (5), так как иначе в пиве повысилось бы содержание экстрактивных веществ. Циркуляция продолжается до тех пор, пока не будет достигнута желаемая степень снижения содержания спирта. Специальная подготовка воды включает в себя ее обессоливание и полную деаэрацию на дополнительной установке. Деаэрация необходима, чтобы не привнести в пиво столь нежелательный кислород.

Важнейшей операцией для нормального функционирования модуля является чистка мембран. Для сохранения заданной производительности с поверхности мембран должны быть удалены все отложения. Способ мойки и моющие средства зависят от типа мембран. Неправильная обработка приводит к изменению размера пор и тем самым к разрушению дорогостоящих мембран.

В процессе различают три фазы:

— фаза концентрирования. При прохождении пива через модули образуется около 2,2 л пермеата на гл пива. При этом концентрация спирта и экстрактивных веществ возрастает. Определенная концентрация некоторых веществ, прежде всего b-глюканов, уменьшает проницаемость мембран, что ограничивает производительность установки на стадии концентрирования;

— фаза диафильтрации. В данной фазе концентрированное пиво, взамен ушедшего фильтрата разбавляется обессоленной водой до тех пор, пока не будет достигнуто желаемое содержание спирта;

— фаза восполнения. Концентрированное пиво разбавляется водой до первоначального объема, при этом содержание спирта падает ниже 0,5%. Одновременно пиво насыщается CO<sub>2</sub>, поскольку из-за обратного осмоса и добавления воды в пиве почти не остается диоксида углерода [5].

Пиво после деалкоголизации методом обратного осмоса претерпевает изменения в своем химическом составе, так как при удалении спирта из пива вымываются также другие компоненты, имеющие размеры молекул близкие к воде и спирту. Более того, процесс обратного

осмоса протекает под большим избыточным давлением, что приводит к увеличению температуры пива.

### Диализ

Тенденция к достижению равновесия по обе стороны мембраны является движущей силой процесса и в диализе. Процесс отличается от осмоса, но молекулы углеводов, спиртов и др. проникают через мембрану до достижения равновесия по обе стороны, без всякого воздействия давления и при низкой температуре. Это означает, что спирт из пива будет переходить в диализат до тех пор, пока с обеих сторон не будет достигнута одинаковая концентрация спирта. Если этанол из диализата удаляют, спирт будет диффундировать с одной стороны мембраны на другую до бесконечности, пытаясь восстановить равновесие. При проведении процесса в противотоке спирт исчезает из пива очень быстро.

Обрабатываемое пиво течет справа налево. В этой точке в диализате содержится мало спирта, поэтому спирт перемещается сквозь мембрану из пива в диализат, чтобы выровнять концентрацию. Чем дальше пиво течет «налево», тем меньше в нем остается спирта, поскольку движущийся навстречу диализат содержит еще меньше спирта — при входе «слева» его в нем вообще нет. К концу пути почти все молекулы спирта из пива перейдут в диализат, который в противотоке омывает мембрану.

Теперь пиво почти не содержит спирта, который перешел в диализат и из которого этанол должен удаляться для дальнейшего использования.

По сравнению с обратным осмосом данный способ требует значительно больших затрат, однако пиво подвергается более щадящей обработке, поскольку удаление спирта происходит при низкой температуре. При диализе пиво нагревается всего лишь с 1 до 6°C. Пиво подается в систему под низким избыточным давлением — около 0,5 бар, которого, однако, достаточно, чтобы произошел массообмен.

Центром установки для проведения являются мембранные модули (1,2). Мембранные модули чаще всего представляют из себя модули в виде полых волокон, сквозь микропористые мембраны которых в противотоке происходит массообмен (диффузия). Пиво после выхода

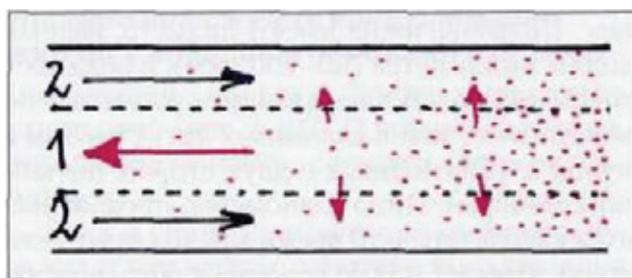


Рис 3. Принцип диализа: 1 — направление потока обрабатываемого пива в полых волокнах; 2 — направление потока диализата на внешней стороне

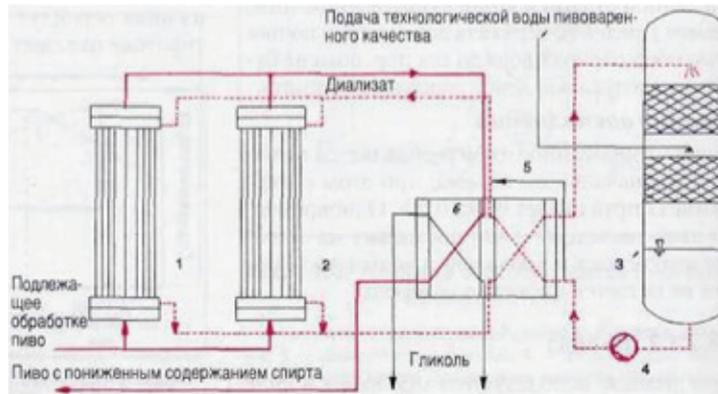


Рис 4. Проведение диализа: 1, 2 — мембранные модули для диализа; 3 — ректификационная колонна; 4 — насос; 5 — регулирование температуры; 6 — пластинчатый теплообменник

из модуля охлаждается на пластинчатом теплообменнике (6) до  $1^{\circ}\text{C}$  и возвращается в напорный танк.

Диализат освобождается от спирта на ректификационной колонне (3), и через теплообменник (5) с помощью насоса (4) вновь поступает в модуль. Высказывание о том, что сквозь мембраны диффундирует только спирт, конечно, очень условно. В действительности пиво теряет при диализе большое количество легколетучих побочных продуктов брожения и  $\text{CO}_2$ . Это связано с тем, что при обработке диализата отгоняется спирт, а с ним и значительная часть других летучих веществ, в особенности эфиров и высших спиртов. Эти вещества перемещаются при диализе из пива в диализат и навсегда теряются из пива. Снижение содержания некоторых эфиров может достигать 65%. С другой стороны, конечно, и из диализата вещества могут переноситься в пиво, это относится, например, к солям воды, которые при ректификации концентрируются в диализате и при диализе обогащают собой пиво (натрий, кальций, нитраты).

Все это свидетельствует о том, какое большое значение имеет непрерывное регулирование состава диализата и как сложно протекают процессы обмена. И во всех других способах удаления спирта никогда не происходит исчезновение одного лишь этанола, поскольку другие летучие вещества могут вести себя подобно спирту. Несмотря на это, диализ остается сегодня наиболее распространенным способом снижения содержания спирта.

Преимущество данного метода состоит в том, что деалкоголизированный продукт сохраняет первоначальное содержание  $\text{CO}_2$  при минимальных потерях других компонентов. По сравнению с методом дистилляции остаточное

содержание высших спиртов и эфиров немного выше. Однако в случае использования обратного осмоса для деалкоголизации пива сохраняется несколько больше высших спиртов и эфиров, чем в пиве, полученном методом дистилляции. По экономическим соображениям при данных методах удаление спирта до его содержания более чем 0,5% об. является нецелесообразным.

Физико-химические показатели безалкогольного пива, полученного методами диализа и обратного осмоса одновременно с удалением этанола пиво, разбавляется водой и теряется некоторая часть летучих компонентов, в особенности эфиров и высших спиртов. При этом потери эфиров могут достигать 65%. Существует целый ряд способов позволяющих сохранить органолептические свойства пива, например только часть пива подвергается деалкоголизации, а затем это пиво смешивают с исходным продуктом. Чтобы избежать вымывания с несущей жидкостью алкоголя и других компонентов пива, фирма APV разработала диализные установки, где в качестве несущей жидкости используется такое же пиво, из которого необходимо удалить алкоголь. Небольшое избыточное давление со стороны пива препятствует переходу в него термически побочных продуктов, отвечающих за так называемый вареный вкус пива.

Известны российские и зарубежные патенты на изготовление безалкогольного пива с использованием диализных и осмотических мембран. Часто используются мембраны немецкого производства, которые в другой модульной конфигурации, используются также для очистки крови у людей с почечной недостаточностью. Этот щадящий способ, используемый в медицинских целях, успешно адаптирован к процессу удаления алкоголя из пива.

#### Литература:

1. Кунце, В.Г. — Технология солода и пива. 2001 г.
2. Тихомиров, В.Г. — Технология пивоваренного и безалкогольного производств. 1999 г.
3. Ермолаева, Г.А., Колчева Р.А. — Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. 2000 г.
4. Оганесян, В.Г. — безалкогольное пиво и способы его получения.
5. Научная электронная библиотека — <http://elibrary.ru>

## Визуально-измерительный контроль фундаментов РВС (резервуаров вертикальных стальных)

Кладов Алексей Анатольевич, эксперт;  
Кладов Анатолий Васильевич, эксперт высшей квалификации;  
Таиров Рэналь Ринатович, инженер;  
Кюннап Игорь Анатольевич, инженер;  
Кусакин Михаил Юрьевич, инженер  
ООО «НИР «Промбезопасность» (г. Ульяновск)

*В данной статье раскрывается информация о проведении визуально-измерительного контроля фундаментов резервуаров вертикальных стальных.*

**Оценка состояния и фундамента резервуара.** Комплекс работ по обследованию оснований и фундаментов резервуаров включает в себя:

- обследование при частичной технической диагностике резервуаров;

- обследование при полной технической диагностике резервуаров, определение причин развития недопустимых деформаций фундаментов и оснований.

1. Состав работ по обследованию оснований и фундаментов при частичной технической диагностике:

- подготовка к проведению обследования основания (фундамента);

- анализ проектной и исполнительной документации на устройство фундамента и основания, а также результатов, проведенных ранее геодезических наблюдений за основанием (фундаментом);

- составление Программы обследования;

- измерение деформаций основания (фундамента);

- визуальное обследование фундамента в доступной для обследования зоне;

- составление отчета, включающего заключение по результатам обследования.

При полной технической диагностике выполняются все те же работы что и при частичной, только с добавлением обмерных работ (при отсутствии исполнительной документации на фундамент) и инструментального обследования фундамента.

2. Подготовка к обследованию основания (фундамента) включает в себя:

- проверку наличия, или создание при ее отсутствии, съемочной геодезической сети;

- проверку наличия и работоспособности существующих или установка новых деформационных марок;

- определение расположения коммуникаций, трубопроводов, оборудования внутри обвалования резервуара.

Перед началом измерений высотных отметок, кренов необходимо:

- проверить наличие и работоспособность (освидетельствовать) или установить исходные знаки высотной и плановой основ — реперы (один и более) находящиеся на расстоянии не более 200 м от обследуемого резервуара;

- освидетельствовать или установить деформационные марки.

Привязка реперов должна приводиться к Балтийской системе высот. При отсутствии привязки ее необходимо выполнить в составе подготовительных работ. Деформационные марки должны быть выполнены в виде закладных деталей, установленных на горизонтальной поверхности фундамента с шагом 6 м с предварительной разметкой окрайки днища.

3. Анализ проектной документации включает в себя:

Определение типа фундамента, толщины песчаной подушки; величины нагрузки на фундамент, проектных требований к характеристикам бетона (прочности на сжатие, морозостойкости и т.д.). При анализе результатов проведенных ранее геодезических наблюдений за деформациями основания (фундамента) должно быть установлено наличие/отсутствие ранее обнаруженных недопустимых деформаций основания (фундамента).

4. Составление Программы обследования

На основании анализа проектной и исполнительной документации, результатов проведенных ранее геодезических наблюдений, с учетом расположения коммуникаций, трубопроводов, оборудования внутри обвалования резервуара диагностическая организация разрабатывает Программу обследования.

5. Измерение деформаций основания (фундамента). Деформации основания (фундамента) измеряются геодезическими методами. При измерениях должны быть определены:

- вертикальные перемещения по периметру резервуара: осадки, просадки, подъемы;

- крен резервуара.

Вертикальные перемещения измеряют методом геометрического нивелирования по реперам и деформационным маркам. Целью нивелирования основания и днища резервуара в процессе его эксплуатации является получение информации о состоянии основания и днища, выявление недопустимых по величине осадок основания и хлопунков днища для принятия мер по их устранению. Нивелированию подлежат окрайка днища по наружному периметру резервуара, фундамент лестницы и фундамент под запорную арматуру у резервуара. Построив график

зависимости осадки от времени, можно прогнозировать стабилизацию осадки или дальнейшее ее развитие. Нивелированием дна внутри резервуара определяют высоту хлопнунов дна и координаты их расположения. В первые четыре года после ввода резервуара в эксплуатацию рекомендуется ежегодно проводить нивелирование окрайки дна в абсолютных отметках и результаты заносить в журнал нивелирования окрайки дна. Через 4 года, как правило, осадка основания стабилизируется, поэтому в последующие годы достаточно проводить контрольные нивелирования окрайки дна один раз в 5 лет или каждый раз при очередном диагностическом контроле. Одним из распространенных методов для измерений вертикальных перемещений фундаментов на сильно сжимаемых, оттаивающих и просадочных грунтах является нивелирование III класса. Измерение осадок фундаментов состоит в периодическом повторном нивелировании марок, установленных на сооружении, от исходных (практически неподвижных) реперов. Процесс организации и измерения осадок фундаментов нивелированием III класса складывается из следующих этапов:

1. Размещение и установка знаков высотной основы.
2. Выбор геодезических инструментов.
3. Производство нивелирования III класса.
4. Камеральная обработка результатов нивелирования.

**Размещение и установка знаков высотной основы.** Для измерения осадок сооружений на их частях устанавливают деформационные марки — геодезические знаки (металлические пластины с перекрестием, визирные цели и т.п.), жестко укрепленные на конструкции. В качестве исходных высотных знаков для нивелирования могут служить две группы грунтовых реперов, закладываемых в 50–70 м по разные стороны от сооружения. В случае невозможности установить грунтовые реперы можно обойтись двумя группами ственных реперов, закладываемых на старых зданиях (со стабилизировавшейся осадкой).

**Выбор геодезических инструментов.** Для измерения осадок фундаментов можно применять все типы нивелиров, обеспечивающих точность нивелирования III класса, т.е. нивелиры со зрительными трубами, имеющими 30–35 — кратное увеличение, и с уровнями (при трубе), имеющими цену деления 12–15» на 2 мм дуги. Для контактных уровней цена деления может быть понижена до 30» на 2 мм дуги. Рейки 1-, 2- и 3-метровой длины должны быть двухсторонними, шашечными (желательно с полусантиметровыми делениями) и с уровнями. Могут также применяться штриховые рейки с двумя шкалами. Погрешности в нанесении дециметровых штрихов и в положении пятки рейки не должны превышать 0,5 мм. Перед началом работ нивелир должен быть поверен, а рейки исследованы при помощи контрольного метра.

**Производство нивелирования III класса.** Нивелирование для измерения осадок выполняется короткими лучами при расстояниях от нивелира до рейки от 4 до 30

м; при этом инструмент устанавливают в середине так, чтобы высота визирного луча над почвой или над препятствиями была не менее 0,3 м. Нивелирование можно выполнять в любое время дня и ночи. Работы следует прекращать только при сильном ветре и дожде, в жаркую погоду, порождающую конвекционные токи воздуха, и в сильный мороз ( $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже). В первом цикле нивелирование выполняют дважды, при этом второй (дублирующий) цикл производят немедленно вслед за первым. Расхождения в отметках, полученных из двух таких нивелировок одноименных марок, не должны превышать 3 мм. Как правило, нивелирование ведут замкнутыми ходами или в прямом и обратном направлениях при двух горизонтах инструмента по маркам. При производстве нивелирования особое внимание должно быть обращено на устойчивость инструмента. Нивелирование в каждом цикле наблюдений выполняют по одним и тем же направлениям, в связи с чем, на площадке фиксируются постоянные места установки инструмента.

Нивелирная съемка должна выполняться каждый раз в одних и тех же точках, закрепленных марками во время гидравлического испытания после строительства. Величины осадок основания резервуара определяют, сравнивая результаты нивелирования с постоянной абсолютной отметкой репера. Могут быть использованы грунтовые реперы или реперы, заложенные в стенах здания или сооружений.

При получении в ходе нивелирования значений абсолютной осадки более 200 мм обязательно требование по подтверждению измеренных значений высот независимыми нивелирными ходами от трех реперов. Абсолютные значения высотных отметок передаются на точки измерений от репера.

Для резервуаров, опирающихся на песчаную подушку (не имеющих фундамента), и при отсутствии деформационных марок значения разностей высотных отметок и кренов фундамента резервуара принимают равными соответствующим значениям, определенным для наружного контура окрайки дна путем геодезических измерений. Число точек измерений отметки окрайки должно быть не менее 8, но не реже, чем через 6 м, обход против хода часовой стрелки. При измерении высотных отметок и кренов фундамента (основания) по окрайке дна резервуара при частичной и полной технической диагностике нивелирная рейка устанавливается вплотную к стенке (второму шву) резервуара. Крен резервуара определяется по отношению разности отметок диаметрально противоположных точек к расстоянию между ними. Схема измерения величины неравномерной осадки основания (фундамента) приведена на рисунке 1.

**Камеральная обработка результатов нивелирования.** После уравнивания высотной сети вычисляют отметки (высоты) деформационных марок и определяют следующие характеристики:

- 1) определяют величину абсолютной, или полной, осадки  $S$  марок как разность отметок, полученных относи-

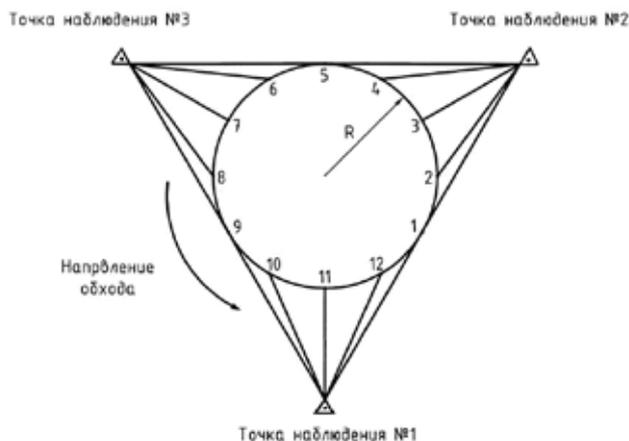


Рис. 1. Схема измерения величины неравномерной осадки основания резервуара

тельно репера, расположенного за воронкой осадок сооружения и принимаемого за неподвижный, в текущий момент времени ( $H_{тек}$ ) и в начале наблюдений ( $H_{нач}$ ):

$$S = H_{тек} - H_{нач}; \tag{1}$$

2) подобным образом находят осадку между предыдущим и последующим циклами наблюдений:

$$S_{n-1}, n = H_n - H_{n-1}, \tag{2}$$

где  $n$  — очередной цикл наблюдений;

3) определяют неравномерность осадок фундамента (основания) в текущем цикле:

$$\Delta S_{1-2} = (S_2 - S_1) n, \tag{3}$$

где 1, 2 — номера осадочных марок;

4) определяют среднюю осадку всего сооружения или отдельных его частей как среднее арифметическое из суммы осадок всех  $n$  его точек:

$$S_{cp} = \sum_1^n S / n, \tag{4}$$

5) определяют наклон фундаментов (крен):

$$K_{1-2} = \frac{\Delta S}{l_{1-2}}, \tag{5}$$

6) вычисляют величину относительного прогиба  $2f$  вдоль оси фундамента:

$$f = \frac{2S_3 - (S_1 + S_3)}{2l}, \tag{6}$$

где  $S_1, S_3$  — осадки точек 1 и 3, фиксированных на краях фундамента,

$S_2$  — осадка точки 2, расположенной между точками 1 и 3,

$l$  — расстояние между точками 1 и 3.

7) определяют скорость деформации:

$$V_n = \frac{S}{t}, \tag{7}$$

где  $t$  — период наблюдений,  $S_n$  — осадка некоторой марки  $n$ .

**Визуальное обследование фундамента.** При визуальном обследовании в доступных для обследования местах выявляются:

- наличие зазора между крайкой днища и фундаментом;
- трещины в бетоне;
- отслоение защитного слоя бетона вследствие коррозии арматуры;
- сколы, выбоины на поверхности бетона;
- наличие деструкции бетона;
- потеки ржавчины на бетоне;
- участки бетона, пропитанные нефтью;
- зоны разрушения бетона вследствие его коррозии;
- наличие коррозии арматуры;
- целостность стержней арматуры.

По результатам визуального обследования составляется ведомость дефектов железобетонных конструкций с указанием положения и характеристик дефектов.

**Инструментальное обследование фундамента.** При инструментальном обследовании фундамента производится измерение величины зазора между крайкой днища и фундаментом, определение геометрических размеров дефектов бетона (ширина раскрытия трещин, глубина сколов и т.п.).

**Обмерные работы.** Обмерные работы выполняются при отсутствии исполнительной документации с целью определения вертикальных размеров фундамента. По результатам обмерных работ составляется план фундамента и разрез.

**Составление отчета, включающего заключение по результатам обследования.** По результатам проведенных работ составляются акты и отчеты, на основании которых производят заключение. При оценке состояния фундамента эксплуатирующегося резервуара как ограниченно работоспособного по причине превышения деформациями необходимо выполнить ремонт фундамента и/или усиление основания. При оценке состояния фундамента резервуара как аварийного дальнейшая его эксплуатация не допускается без выполнения ремонта и/или усиления основания.

Литература:

1. Приказ Ростехнадзора от 26 декабря 2012 г № 780 «Об утверждении Руководства по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов»;
2. СП 13–102–2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
3. РД 03–606–03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»
4. СП 50–101–2004 Проектирование и устройство фундаментов и оснований зданий и сооружений.
5. СП 50–102–2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов
6. СП 52–101–2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
7. ПБ 08–624–03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
8. ИТН 93. Инструкция по техническому надзору, методам ревизии и отбраковке трубчатых печей, резервуаров, сосудов и аппаратов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств.
9. РД 08–95–95 Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов.
10. РД 153–112–017–97 Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.
11. РД 39–30–1284–85 Руководство по обследованию и дефектоскопии вертикальных стальных резервуаров.
12. ТД 23.115–96 Технология геодезического обследования стальных вертикальных резервуаров.

## **Пассионарность как характерологическая доминанта стохастического анализа сбалансированного распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций на основе случайных выборок**

Лавриченко Олег Вячеславович, кандидат экономических наук, инженер-программист  
ОАО «Концерн Моринформсистема-Агат» (г. Москва)

*В статье приводятся базовые положения концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов предприятия между объектами инноваций, пассионарность определена как характерологическая доминанта стохастического анализа концепции. Определен вероятностно-выборочный метод для математического моделирования неоднородных совокупностей объектов инноваций на основе анализа случайных выборок их элементов, характеризующихся информационными флуктуациями. Предложен ряд распределений для оценивания оптимальности распределения инновационных ресурсов на случайных выборках из неоднородных совокупностей объектов инноваций.*

*Ключевые слова: инновационная система предприятия; концепция сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций; многомерное структурированное гипергеометрическое распределение; вероятностно-выборочный метод.*

В течение последних 20-ти лет в практике и в исследованиях инновационной активности промышленных предприятий основной упор делался на реализации ими инновационных проектов. [1] Автор считает, что в настоящее время необходим переход от проектного подхода в организации нововведений к регулярному менеджменту инновационной деятельности, преобразование ее в системную компоненту производственного процесса. [2]

А это, в свою очередь, формулирует следующую проблему: если системность инновационной компоненты операционной деятельности промышленного предприятия выражается в планировании его инновационного развития, понимаемого как перманентный процесс нововведений, то он должен быть основан на сбалансированном (оптимальном) распределении инновационных ресурсов между технологическими, маркетинговыми и организационными объектами инноваций. [3]

Ответ на вопрос о структурном балансе инноваций, их динамической взаимосвязи и последовательности, оформленный в алгоритмы и модели, представляется актуальным и востребованным научным знанием со стороны менеджмента инновационно активных организаций. Решение данной задачи позволит сформировать предпосылки для системного, целенаправленного инновационного развития промышленных предприятий, повышения их конкурентоспособности в условиях санкционных ограничений экономической системы России со стороны стран ЕС и США. Однако решать проблему экономической диспаритетности между объектами инноваций весьма затруднительно из-за

отсутствия системных принципов организации инновационного процесса на микро-уровне, что проявляется в следующем [4]:

- предприятия не имеют выраженной инновационной стратегии и политики нововведений, перспективных планов инновационного развития;

- новшества формируются случайным образом, зачастую ассоциируются только с новыми товарами — продуктовыми технологическими новшествами.

Современные научно-теоретические представления на микро-уровне не могут в полной мере ответить и на ряд ключевых вопросов, а именно [5]:

- какова вариативность параметров инновационного потенциала предприятия применительно к различным отраслям;

- каковы методы оценки перспективной структуры баланса инновационных ресурсов — количественные отношения между технологическими, маркетинговыми и организационными инновациями;

- каковы динамические отношения, последовательность реализации процессных и продуктовых инноваций в практике хозяйственной деятельности промышленных предприятий.

Экономика 20 века ознаменовалась появлением огромного количества логически законченных, имеющих свойство универсальной переносимости информационных технологий, математических моделей и алгоритмов, использование которых может приносить достаточно точно прогнозируемые результаты. Умение правильно их использовать, комбинировать и «строить» из этих составных частей более сложные «конструкции» является уже просто необходимым условием развития любой инновационной системы предприятия.

Информационные и когнитивные технологии, наряду с технологиями информационных и управляющих систем, входят в перечень критических технологий современной России, определенных в Указе Президента России № 899 от 7 июля 2011 года, а также являются приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники согласно «Прогнозу научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Поэтому для оптимизации распределения инновационных ресурсов дальневосточных промышленных предприятий между объектами инноваций более перспективным, на наш взгляд, является путь математически корректного учета различий между инновационными системами как многомерными структурами неоднородной совокупности объектов инноваций и случайной выборки их элементов, характеризующихся качественными и количественными признаками, на этапе компьютерных расчетов. Этот подход пока не нашел заметного развития в работах российских исследователей, хотя, требуя значительного объема компьютерных расчетов, и решает указанную задачу.

Анализ качественных признаков процесса сбалансированного распределения инновационных ресурсов между инновациями на промышленных предприятиях неразрывно связан с обработкой разнотипных переменных. Методы решения этой проблемы могут быть связаны прежде всего с процедурами «оцифровки» слабых переменных. Однако объективно усилить шкалу измерения трудно, а тип «оцифровки» существенно предопределяет итоговые результаты всего процесса сбалансированного распределения инновационных ресурсов. Второй подход, идея которого связана со свойствами статистик бинарного отношения на множествах, основан на ослаблении всех переменных до булевого уровня с соответствующим увеличением размерности пространства признаков. При этом мы исходим из того, что любое сложное свойство инновационной системы предприятия может быть представлено как суперпозиция его более простых свойств.

Таким образом, имеется возможность декомпозиции свойств инновационных систем до некоторого «элементарного» (с практической точки зрения) уровня. В итоге мы получаем набор дихотомических признаков, описывающих изучаемую проблемно-ориентированную систему управления инновационной системой не только со стороны сбалансированности распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций, но и со стороны оптимизации всей инновационной деятельности данного предприятия. [6]

В простейшем случае исследования генеральная совокупность инновационной системы предприятия представляет собой реализуемые им инновации. Пусть на исследуемом предприятии реализуется  $N$  инноваций, среди которых  $M = \nu N$  ( $0 < \nu < 1$ ) инноваций обладают интересующим нас дихотомическим признаком. Производится случайная выборка инноваций объема  $n$ . Вероятность того, что в выборку попадут  $m$  инноваций, обладающих изучаемым булевым признаком, задается в виде:

$$hy(m|N, M; n) = \binom{N}{n}^{-1} \binom{M}{m} \binom{N-M}{n-m} \quad (1)$$

Выражение (1) может быть представлено и в виде:

$$hy(m|N, M; n) = \left(1 + \frac{m}{N-m+1}\right)^{-1} \left(\prod_{l=1}^M \left(1 - \frac{n-m}{N-l+1}\right)\right) \left(\prod_{l=1}^m \frac{(M-l+1)(n-l+1)}{l(N-n+1+l)}\right) \quad (2)$$

Выражение (2) «выгодно» отличается (в смысле его использования для машинных расчетов) от традиционных представлений, которые основаны на вычислениях (весьма медленно сходящихся) бесконечных сумм или произведений. Пусть случайным образом было исследовано  $p$  ( $p \ll N$ ) объектов инноваций. В выборку объектов попало  $n_j$  инноваций, относящихся к  $j$ -й категории заданной классификации, среди которых «содержательным» признаком обладают  $n_j^k$  инноваций. Их число в выборке, имеющих  $k$ -й изучаемый признак, равно

$$\sum_j^r n_j^k = n^k \quad (3)$$

Пусть  $V_j^k$  — относительно частоты встречаемости  $k$ -го «содержательного» признака среди представителей  $J$ -й категории данной классификации:

$$V_j^k = \frac{N_j^k}{N_j} \quad (4)$$

Частота встречаемости  $k$ -го признака по объектам инноваций с помощью категорий априорных классификаций выражается в виде:

$$v^k = (1/N) \sum_j^r N_j^k = \sum_j^r \theta_j V_j^k \leq 1 \quad (5)$$

Введем вектор  $\vec{n}^k = (n_1^k, n_2^k, \dots, n_r^k) \in R_r^{\oplus}$ . Вероятность  $\Pr\{\vec{n}^k, \vec{n}, n\}$  того, что в случайной выборке объема инноваций  $p$  окажется по данной классификации структура  $\vec{n}$  и  $k$ -й признак будет зафиксирован в виде вектора  $\vec{n}^k$  имеет вид:

$$\text{Byr} \left( \vec{n}^k, \vec{n} \mid \vec{v}^k, \vec{\theta}; N; n \right) = \binom{N}{n}^{-1} \prod_{j=1}^r \binom{N \theta_j v_j^k}{n_j^k} \binom{N \theta_j (1 - v_j^k)}{n_j - n_j^k} \quad (6)$$

Распределение вероятностей сбалансированности инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций (6) называется многомерным структурированным гипергеометрическим распределением (МСГПР).

Сегодня в работах российских ученых наблюдается тотальное использование квотных методик при исследовании проблемно-ориентированных систем управления и оптимизации инновационных ресурсов между объектами инноваций. Остановимся на вопросе стохастического обоснования их применения.

Прямые оценки частот встречаемости булевых признаков имеют вид:

$$\hat{v} = m/n \quad (7)$$

При массовых исследованиях  $p \ll N$ , а гарантированные оценки погрешности частоты по правилу «трех сигм» оцениваются в виде:

$$\delta \cong 3\sqrt{D\hat{v}} \cong 3\sqrt{\hat{v}(1 - \hat{v})/n} \leq 3/2\sqrt{n} \quad (8)$$

Отсюда легко посчитать, что для выборочного портфеля порядка 1.5–2.0 тыс. инноваций гарантированная погрешность частоты сбалансированности инновационных ресурсов между объектами инноваций равна примерно 3.5%. Для точности оценок в 2% нужно уже порядка 5.5 тыс. исследуемых объектов инноваций. А погрешности в 1% требует исследования около 22.5 тыс. объектов инноваций. Рассмотрим суть метода квотного отбора объектов инноваций, между которыми инновационные ресурсы предприятия распределены сбалансированно.

Из выражения (8) также очевидно, что распределение квотного отбора объектов инноваций в силу произвольности значений  $v_j$  невозможно привести к многомерному структурированному МСГПР, в вероятностном смысле строго описывающему случайный отбор. Однако, математическое ожидание суммы  $m = \sum_j m_j$  объектов инноваций, обладающих изучаемым признаком, равно  $pn$ , где  $v$  — истинная частота появления  $k$ -го признака среди всех элементов исследуемой совокупности инноваций и инновационных ресурсов, а ее дисперсия асимптотически стремится к нулю. Это значит, что квотная оценка частоты является несмещенной и состоятельной оценкой истинной частоты встречаемости изучаемого признака. Следовательно, использование квотных методик правомерно, но, как уже указывалось, сопряжено с невысокой точностью оценок, невозможностью оценить частоты встречаемости по категориям априорных классификаций, высокой стоимостью формирования выборки и низкой оперативностью получения данных.

При изучении большой генеральной совокупности объектов инноваций для анализа составляется схема из «содержательных объектов инноваций», между которыми инновационные ресурсы предприятия распределены сбалансиро-

ванно, общее число вариантов выбора которых равно  $r$ . При выборе варианта используются априорные классификации по  $s$  номинальным шкалам, данные по которым есть на предприятии и в Росстате. Как и ранее, без потери в общности изложения, будем рассматривать только одну априорную классификацию, помня, что всего их  $s > 1$ . Пусть число категорий в данной классификации равно  $g$ .

Сохранив принятые выше обозначения, введем структурированное биномиальное распределение (СБР) вида:

$$p_{\text{Б}}(n_j^k, n_j | v_j^k, \theta_j, n) = \frac{n!}{n_j^k!} \frac{(\theta_j)^{n_j} (1 - \theta)^{n - n_j}}{(n - n_j)!} \frac{(v_j^k)^{n_j^k} (1 - v_j^k)^{n_j - n_j^k}}{(n_j - n_j^k)!} \quad (9)$$

СБР определяет вероятность того, что в выборке инновационных систем объема  $n$  обнаружено  $n_j$  объектов инноваций  $j$ -ой категории данной классификации,  $n_j^k$  из которых обладает  $k$ -м признаком.

Таким образом, если в серии с  $n$  выборов инновационных ресурсов предприятия с  $g$  «непрерывными» выборами между объектами инноваций рассматриваются абсолютные величины исходов, то мы имеем дело с выражением:

$$chr(\vec{x} | x) = \frac{\Gamma(x + r)}{x^{n+r-1}} \prod_j^r \frac{x_j^{x\theta_j}}{\Gamma(x\theta_j + 1)} \quad (10)$$

Если же рассматриваются доли величин различных исходов, то его описывает распределение Дирихле:

$$dir(\vec{\xi}) = \Gamma(\alpha_0) \prod_j^r \frac{\xi_j^{\alpha_j - 1}}{\Gamma(\alpha_j)} \quad (11)$$

Таким образом, предлагаемый нами подход позволяет:

во-первых, определить аналитический аппарат выборочного метода анализа инновационных систем промышленных предприятий как многомерных структур не только для случая неоднородной конечной совокупности объектов инноваций, но и для несчетных неоднородных множеств;

во-вторых, полученный нами ряд распределений вероятностей гипергеометрического и полиномиального вида позволяет построить процедуру оценивания оптимальности распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций на случайных выборках из их неоднородных совокупностей, описываемых качественными и количественными признаками в рамках концепции их сбалансированного распределения для устранения диспаритетности.

Литература:

1. Лавриченко, О. В. Декомпозиция задачи оптимизации сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. — 2014. — № 10 (60). — с. 164–168.
2. Лавриченко, О. В. Инновационные бизнес-образующие технологии как эндогенная основа инновационной системы промышленного предприятия: монография. — М.: Изд-во МосГУ. — 136 с.
3. Лавриченко, О. В. Интенциональность научной концепции сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленного предприятия между объектами инноваций // Молодой ученый. — 2014. — № 4 (63). — с. 565–570.
4. Лавриченко, О. В. Математическое обеспечение системы сбалансированного распределения инновационных ресурсов промышленных предприятий между объектами инноваций // Журнал научных и прикладных исследований. — 2014. — № 5. — с. 74–80.
5. Лавриченко, О. В. Оптимизация инновационной системы предприятия в условиях сбалансированного распределения инновационных ресурсов между объектами инноваций // Научный обозреватель. — 2014. — № 7 (43). — с. 52–56.
6. Lavrichenko, O. V. Intentionality of the theory of economics of active connect // Paradigmata poznani. — Prague. — 2014. — № 3. — P.22–28.

## Устройство отображения трехмерной информации с возможностью интерактивного управления

Магомедов Арсен Муталимович, аспирант;  
Кишов Расул Магомедович, старший преподаватель  
Дагестанский государственный технический университет (г. Махачкала)

*На сегодняшний день известно множество методов отображения информации. Об одном из возможных способов реализации устройств отображения информации пойдет речь в этой статье. В частности рассматривается светодиодное устройство отображения трехмерной информации с интерактивными возможностями. В результате проектирования разработан макетный образец устройства с оптимальным алгоритмом функционирования.*

*Ключевые слова: отображение информации, светодиодный индикатор, устройство, интерактивное управление, динамическая индикация.*

Устройства отображения информации всегда пользовались большой популярностью во многих областях. Мультимедийные технологии активно развиваются во всем мире уже на протяжении многих столетий. В обучении, культуре, бизнесе и управлении в основном используются такие средства отображения информации, как плазменные и LCD панели и мультимедийные проекторы. Одним из последних достижений в данной области является светодиодный экран, который превосходит все возможные аналоги по своим техническим характеристикам. Нужно отметить такие преимущества, как расстояние видимости, которое для светодиодного экрана в десятки раз больше, чем для жидкокристаллического, плазменного или проекционного экрана, и высокая устойчивость к внешним температурным воздействиям, позволяющая использовать светодиодные экраны в области наружной рекламы. Но даже эти преимущества уже стали всем привычными и никого не удивляют, а прогресс не стоит на месте и уже развиваются технологии трехмерного отображения информации.

Технологии отображения трехмерной информации в подавляющем большинстве основаны на обмане человеческого зрения. Например, стереотехнология: каждый глаз с помощью специальных устройств воспринимает отдельные друг от друга картинки, а человеческий мозг обрабатывает это все как целое объемное изображение. Подобные технологии способны причинить непоправимый вред зрению и могут привести к трагическим последствиям. В интернет-блогах, посвященных просмотрам фильмов в трехмерном формате, многие пользователи жалуются на плохое самочувствие, вызванное именно просмотром подобных картин [1]. Люди жалуются на тошноту, головокружение, расстройство зрения и мигрени.

Существуют также методы голографического отображения трехмерной информации, основанные на когерентности световых волн. Два световых пучка накладываются друг на друга, и при определенных условиях возникает интерференционная картина. Известные системы 3D-проекции способны производить либо статические голограммы с превосходной глубиной и разрешением, либо динамические,

но смотреть на них можно только под определенным углом и в основном через стереоскопические очки [2].

На сегодняшний день широкое распространение получили светодиодные индикаторы, которые используются в основном в рекламной индустрии и имеют конструктивное исполнение типа матрицы или бегущей строки.

Популярность светодиодных систем отображения информации обусловлена высокой надежностью, доступной стоимостью и достаточно низким энергопотреблением. Способность светодиодных экранов отображать текстовую и видеoinформацию, блочно-модульное построение и получение необходимого разрешения, позволяют светодиодным экранам найти применение практически в любой отрасли. Последним достижением развития светодиодных индикаторов стало отображение информации в трехмерном объемном виде. Идея, сама по себе, не является новаторской, но в настоящее время еще не проработана в должной степени и имеет перспективы развития.

Известные на сегодняшний день светодиодные трехмерные индикаторы, в большинстве своем, предполагают наличие достаточно габаритных светодиодов при относительно небольшом их количестве, что существенно сказывается на разрешении представляемой информации. Использование малопроизводительных микроконтроллеров в качестве управляющих устройств влияет на общие функциональные возможности подобного рода приборов. Это, несомненно, является одним из основных недостатков при разработке. Известные аналоги имеют ограниченные функциональные возможности. В основе их функционирования лежит вывод текста и воспроизведение определенных демонстрационных картинок. С целью совершенствования технологии и увеличения возможностей данного типа устройств инженерами исследовательского центра «Современные электронные элементы и технологии» ДГТУ разработано устройство отображения трехмерной информации с возможностью интерактивного управления (рис. 1). Разработанное устройство имеет ряд преимуществ перед известными аналогами благодаря на-

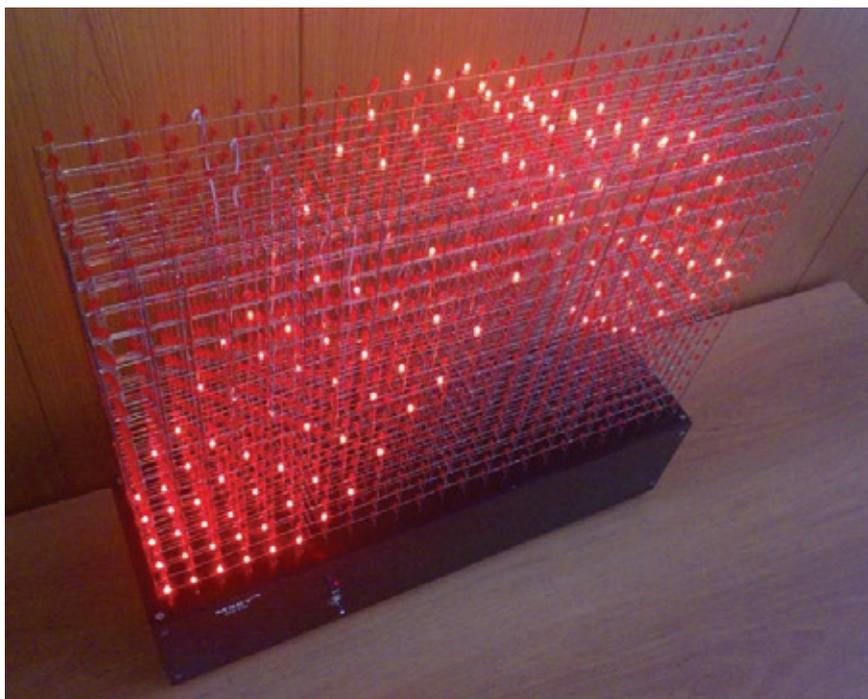


Рис. 1. Устройство отображения трехмерной информации

лично разнообразных режимов функционирования и возможности интерактивного управления.

Основные отличительные особенности разработки:

- Формат изображения 24x16x6 пикселей;
- Возможность интерактивного управления выводимой информацией посредством специальной клавиатуры;
- Использование операционной системы реального времени Freescale MQX для создания комплексных и масштабируемых программ;
- Возможность автономной работы устройства без применения ПК.

От выбранного разрешения зависят такие показатели, как сложность и стоимость выбранных схемотехнических решений, и общий визуальный эффект. Формат 24x16x6 является наиболее оптимальным для этих требований. К примеру, высота 16 пикселей позволяет использовать режим динамической индикации без существенных потерь яркости, тогда как большая высота потребовала бы использование более ярких, а соответственно и более дорогих светодиодов. Глубина подбирается таким образом, чтобы светодиоды, расположенные впереди конструкции, не загромождали собой задние ряды. Длина 24 пикселя соответствует выбранной высоте по соотношению 4:3.

Конструктивно данное устройство представляет собой светодиодную матрицу, состоящую из шести слоев (С1-С6), в каждом из которых 16 линеек (А1-А16) из 24 светодиодов (рис. 2). С целью упрощения схемотехники и уменьшения количества проводов было решено использовать метод динамической индикации со скважностью 16, таким образом, активен только один слой в каждый момент времени. Аноды светодиодов в каждом слое объе-

динены и поочередно коммутируются к шине питания посредством последовательного регистра, выполненного на компонентах DD2, DD3 CD4015 и мощных р-канальных MOSFET транзисторах VT1-VT16 IRF9540N.

Мощные светодиодные драйвера компании Macroblock MBI5168 управляют состоянием светодиодов. К одной микросхеме подключается восемь светодиодов. Соответственно, для управления одной линеечкой в 24 светодиода потребуется три таких драйвера, включенные последовательно (на рис. 2 блоки В1-В6). Выходной ток драйверов задается внешними резисторами  $R_{ext}$ , сопротивление которых рассчитывается по формуле:

$$R_{ext} = 15 * \frac{1,253V}{I_{out}}$$

где  $I_{out}$  — выходной стабилизированный ток светодиода, а  $R_{ext}$  — требуемое сопротивление. В нашем случае  $R_{ext} = 750 \text{ Ом}$ , для обеспечения оптимального тока светодиодов 25 мА.

Информация, сохраненная в регистрах, обновляется перед каждым следующим включением активного слоя через последовательный интерфейс — выводы SDI, SCLK и OE. Для блока В1 (рис. 2) резисторы R20... R27, R29... R36, R38... R45 позволяют снизить уровень выделения тепла микросхем, так как для номинального режима работы драйверов MBI5168 необходимо обеспечить падение напряжение на выводах не более 0,4...1,0 В, что связано с типом используемого корпуса.

При выборе светодиодов особое внимание уделяется таким параметрам, как светоотдача и угол рассеивания. Для выбранных нами светодиодов 3004R1D-ENC-V угол рассеивания составляет 60°. Чем больше этот угол,

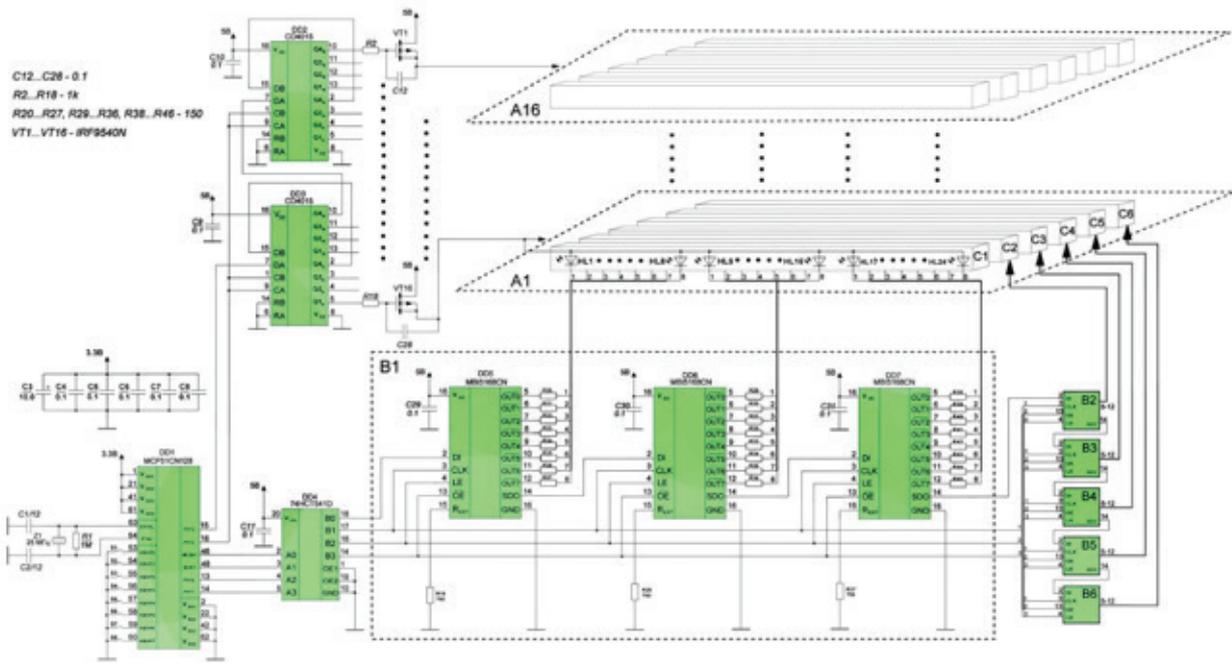


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная устройства отображения трехмерной информации

тем лучше, поскольку узкий пучок света может засветить светодиод, расположенный в верхнем ряду, что создаст ложную видимость его активности и немного исказит общую картину. Упрощение схемотехники при использовании скважности порядка 16 вынуждает пропускать через светодиоды относительно высокий импульсный ток, при том, что сила света использованных нами светодиодов составляет 300 мкд при токе 20 мА.

Основным управляющим устройством разработки является микроконтроллер DD1 компании Freescale MCF51CN128 в составе модуля TWR-MCF51CN на базе Tower System [4], который формирует выводимое изображение и передает через последовательный интерфейс SPI светодиодным драйверам. Такие параметры микроконтроллера, как тактовая частота ядра 50 МГц, тактирование периферийных узлов с частотой 25 МГц, объем ОЗУ — 7 Кбайт, позволяют формировать относительно сложную графику с применением высокоуровневого языка программирования и операционной системы реального времени.

Возможность интерактивного управления устройством и ручного переключения анимации обеспечивается за счет клавиатуры SB1... SB8, которая подключается к специализированным выводам микроконтроллера KBI1P0... KBI1P7.

Также необходимо использование высокоскоростного линейного драйвера DD4—74HCT541D для согласования логических уровней между светодиодными драйверами и микроконтроллером MCF51CN128 [5].

Важной частью проекта является программное обеспечение, которое должно быть легко переносимым и масштабируемым для достижения лучших результатов.

Зрелищная анимация и разнообразные интерактивные возможности достигаются за счет использования операционной системы реального времени Freescale MQX [4], которая обладает следующими преимуществами:

- MQX — бесплатная ОСРВ, имеющая открытый исходный код;
- Наличие архитектуры с компонентной структурой: из 25 имеющихся компонентов MQX обязательными являются лишь 8, а остальные могут быть подключены по мере необходимости;
- Небольшой объем используемого ОЗУ и ПЗУ: 12 и 2,5 Кбайт, соответственно;
- Большинство компонентов существуют в двух формах: облегченной (lightweight) и полнофункциональной (full);
- Наличие дополнительного программного обеспечения, например, MQX USB Host/Device Stack, RTCS TCP/IP, MQX File System (MFS), Freescale eGUI.

Использование ОСРВ дает возможность упростить процесс программирования и позволяет устройству работать в следующих режимах:

- Демонстрационный режим, позволяющий в режиме реального времени управлять переключением анимации;
- Режим ввода и отображения текстовой информации в формате объемной бегущей строки;
- Режим беспорядочного включения светодиодов с возможностью управления скоростью и количеством активных пикселей;
- Режим игры «3D Тетрис»;
- Режим игры «3D Змейка»;
- Тестовый режим, позволяющий определить неисправность каждого светодиода при наличии такового.

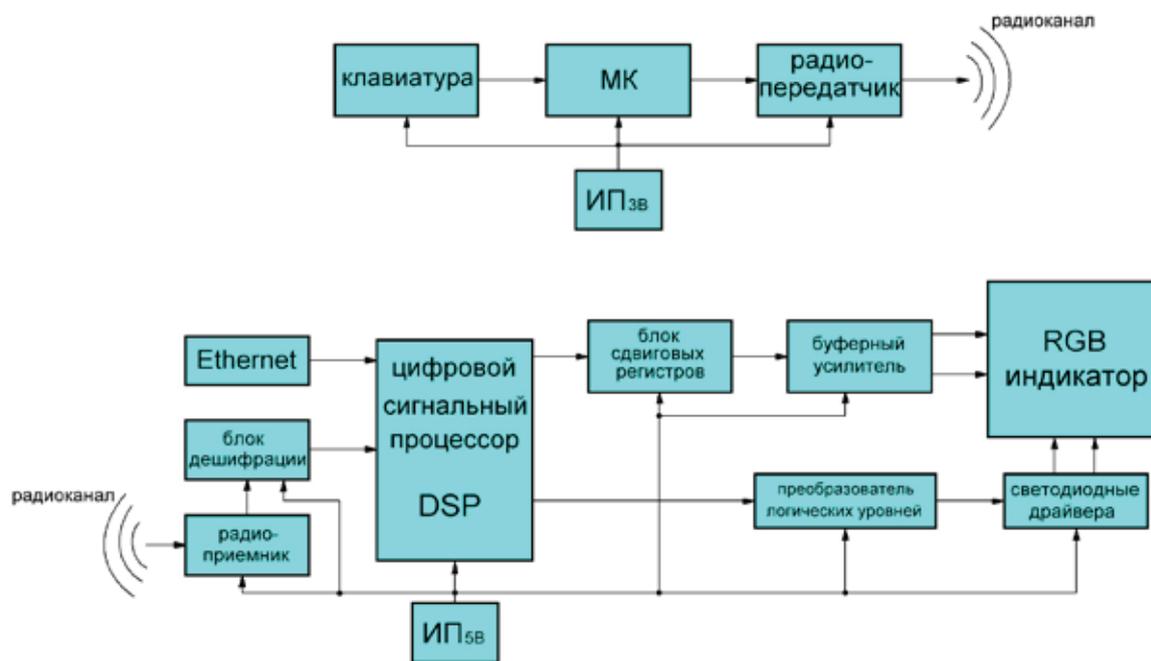


Рис. 3. Структурная схема возможной модернизации трехмерного индикатора

Результатом работы являются разработанные аппаратное и программное обеспечение. Изготовлен макетный образец устройства отображения трехмерной информации с интерактивными возможностями (рис. 1). Использование режима динамической индикации позволило упростить схемотехнику устройства, а применение операционной системы реального времени позволяет формировать достаточно сложную графику и анимации. Разработанное устройство отличается от большинства известных аналогов наличием разнообразных режимов функционирования, а также возможностью интерактивного управления изображением посредством специальной клавиатуры.

Уникальность данного проекта заключается в его эстетической красоте и зрелищности выводимого изображения, использовании современных средств вычислительной техники, цифровой обработки информации, а также выводе информации в реальном трехмерном виде. Прибор может получить практическое применение в рекламной индустрии, дизайне и оформлении помещений, развлекательных центров — в качестве анализатора спектра звуковых частот определенного диапазона в виде объемного эквалайзера, а также в качестве лабораторного стенда для изучения профильных дисциплин.

#### Литература:

1. <http://webaist.ru/forum/thread87.html>
2. [www.masterok.livejournal.com/462630.html](http://www.masterok.livejournal.com/462630.html)
3. Официальный сайт компании Freescale Semiconductor [www.freescale.com](http://www.freescale.com)
4. Кишов, Р. М., Магомедов А. М., Герейханов Р. К. «Светодиодное устройство отображения TRUE 3D с интерактивными возможностями». Электронные компоненты № 8, Москва 2012.

Возможным направлением улучшения качественных показателей устройства является увеличение производительности устройства управления, использование трехцветных светодиодов и применение более эффективных алгоритмов функционирования. Структурная схема возможного совершенствования устройства приведена на рисунке 3.

Основные принципиальные изменения устройства заключаются в использовании RGB-диодов с применением специализированных светодиодных драйверов, замена микроконтроллерного модуля цифровым сигнальным процессором для получения большей производительности, беспроводная клавиатура, обеспечивающая удаленное управление информацией по определенному частотному радиоканалу, а также использование технологии Ethernet для более удаленного управления устройством. Таким образом, предполагается, что микроконтроллер МК (рис. 3) обрабатывает прерывания клавиатуры и посылает информацию в цифровой сигнальный процессор по радиоканалу. Процессор обрабатывает полученные данные и генерирует события, в результате которых активируются функции, работающие по определенному алгоритму.

## Анализ мероприятий направленных на решение проблемы безопасности на железнодорожных переездах

Миненко Екатерина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;  
Кусморова Юлия Анатольевна, студент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Анализируя дорожно-транспортный травматизм на железнодорожных переездах, происходят именно по вине водителей легковых автомашин — 86%. Они проезжают на красный сигнал железнодорожных светофоров, проламывают или объезжают шлагбаумы, выезжают на проезжую часть переездов в момент приближения поезда. Поэтому требуется принимать меры по снижению дорожного травматизма, связанного с железнодорожными переездами.*

*Ключевые слова: железнодорожный переезд, УЗП, аварийность, искусственная неровность.*

Более высокие темпы автомобилизации и появление скоростных поездов создают дополнительные трудности для обеспечения безопасности дорожного движения через железнодорожные переезды.

Автомобильный транспорт прочно вошел в современную жизнь, обеспечивая большой объем перевозок во всех сферах человеческой деятельности. Все больше легковых автомобилей и мотоциклов используется населением для личных целей в качестве транспортного средства.

*Пересечения железнодорожных путей и автомобильных дорог на одном уровне являются сложными и опасными элементами дорожной сети, оказывающие значительное влияние на безопасность автомобильного и железнодорожного транспорта в целом.*

При использовании железнодорожных переездов все лица, обязаны руководствоваться одним из главных условий обеспечения безопасности дорожного движения, так как железнодорожный транспорт имеет преимущество в движении перед всеми остальными видами наземного транспорта.

Так, анализируя статистику ДТП, в Смоленской области, на железнодорожном переезде между посёлком Голынки и райцентром Рудня, произошло столкновение гру-

зового поезда с большегрузной машиной, в результате которого водитель автотранспортного средства и его пассажир скончались на месте (оба погибших граждане Республики Беларусь). Этот ж/д переезд нерегулируемый, и не был оборудован автоматическим шлагбаумом. Столкновение произошло в тот момент, когда кабина фуры оказалась на путях. Локомотив оторвал и разметал кабину вместе с людьми на многие десятки метров. Что побудило водителя фуры так опрометчиво поступить теперь никто и не узнает... В Черлакском районе произошла авария на железнодорожном переезде. Сотрудники Госавтоинспекции выяснили, что 33-летний водитель автомобиля КамАЗ, находясь за рулем в трезвом состоянии, ехал по автодороге «Омск — Черлак» в сторону города Омска. В районе 182 километра он проигнорировал запрещающий сигнал светофора и выехал на железнодорожный переезд, видимо, рассчитывая проскочить его перед поездом. Однако водитель КамАЗа разогнался и не успел маневрировать, в результате он на полной скорости врезался в железнодорожный шлагбаум [1].

Чтобы спасти жизнь нерадивого водителя и его КамАЗ, дежурный по железнодорожному переезду вынужден был остановить грузовой поезд.



Рис. 1

Несмотря на то, что в правилах дорожного движения четко расписано, как необходимо переезжать железнодорожные пути, в последнее время участились случаи, когда транспортные средства попадают в ДТП именно на рельсах. По данным статистики в ГИБДД большинство ДТП на железнодорожных переездах как регулируемых, так и не регулируемых возникают по причине банальной невнимательности и пренебрежения элементарными правилами поведения на дороге. К сожалению, современный водитель стал более агрессивен и более рискован. Это отчасти вызвано высокой динамикой транспортных средств, а отчасти и социальной составляющей общества. Но это совсем другая тема для разговора [2, с. 1].

С начала 2014 года на переездах Куйбышевской железной дороги зафиксировано 7 дорожно-транспортных происшествий, для сравнения — в прошлом году за аналогичный период прошлого года был зафиксирован 1 случай. Все ДТП произошли по вине водителей автотранспортных средств, которые выезжали на переезды при заещающих показаниях автоматической сигнализации и закрытых шлагбаумах, пытались пересечь железнодорожные пути в неустановленных местах либо из-за неисправности автотранспортного средства врезались в проходящий подвижной состав.

Из семи одно ДТП произошло с пассажирским поездом, что могло привести к особо тяжким последствиям, так как водители автотранспорта создают смертельную опасность для себя, пассажиров автомобиля, поезда и работников железнодорожного транспорта.

В целях профилактики ДТП железнодорожниками совместно с представителями ГИБДД проводятся рейды и проверки. Дежурные по переездам фиксируют допускаемые водителями транспортных средств нарушения правил дорожного движения. Результаты проверок и информация о нарушениях направляются для принятия мер в ГИБДД и автодорожные предприятия. Куйбышевская железная дорога выражает серьезную обеспокоенность положением дел на железнодорожных переездах и призывает водителей автотранспорта к повышенной бдительности и неукоснительному соблюдению правил дорожного движения. Так, в 2014 году на территории Пензенской области было проведено профилактическое мероприятие «Внимание, переезд!», ходе которого были обследованы железнодорожные переезды и подходы к ним на предмет определения их соответствия требованиям нормативных актов, регламентирующих техническое состояние и уровень их содержания.

В ходе проведенного обследования было установлено, что наиболее характерными недостатками в содержании переездов являлись: отсутствие нормативной видимости приближающего поезда; отсутствие горизонтальных площадок перед переездом; отсутствие необходимого количества дорожных знаков; отсутствие светофорной и звуковой сигнализации; не работает наружное освещение; настилы переездов повреждены и требуют проведения капитального ремонта [3, с. 3].

За время проведения профилактического мероприятия «Внимание переезд» сотрудниками подразделения ГИБДД области осуществлено 260 профилактических бесед с водительским составом предприятий и организаций по вопросам соблюдения правил дорожного движения при проезде через переезды, особенно при перевозке людей пассажирским транспортом. Итоги проводимого мероприятия периодически доводились до населения области с использованием средств массовой информации. Было опубликовано 46 материалов в областных и районных газетах, по областному радио прозвучало 3 репортажа, и по телевидению показано 2 видеосюжета. В целях предупреждения нарушений водителями правил проезда через переезды было организовано 76 совместных рейдов с представителями железнодорожных организаций.

Однако, несмотря на проводимые профилактические мероприятия за 2013 год дежурными по переездам Пензенской отделении Куйбышевской железной дороги было зарегистрировано 31 грубое нарушение правил дорожного движения. Информация была направлена в ГИБДД УМВД России по Пензенской области. В 22 случаях правонарушителей удалось привлечь к административной ответственности. Всего железнодорожники, совместно с работниками полиции, провели 75 профилактических рейдов, регулярно выезжали на автотранспортные предприятия для проведения разъяснительной работы, раздавали водителям памятки с правилами проезда через железнодорожные переезды. Всего было распространено около 2 тыс. памяток, с 1352 водителями проведены профилактические беседы. Проведено четыре совещания по безопасности на переездах с участием представителей областной и районных администраций. Результатом этих работ стало уменьшение случаев дорожно-транспортных происшествий на железнодорожных переездах Пензенской области.

На устранение недостатков должностным лицам дорожных, коммунальных и железнодорожных организаций, ответственных за содержание и обустройство переездов, было выдано 49 предписаний. За нарушение правил содержания железнодорожных переездов и подходов к ним, а так же за невыполнение в срок законного предписания к административной ответственности было привлечено 11 должностных лиц выше указанных организаций [3, с. 2].

Для обеспечения безопасности дорожного движения предлагается на всех железнодорожных переездах, не оборудованных УЗП, установить «лежачие полицейские». Эти искусственные неровности, по мнению руководителей службы пути, будут препятствовать нарушению водителями транспортных средств скоростного режима, ведь в большинстве случаев аварии происходят из-за того, что многие водители не могут адекватно оценить скорость движущегося поезда. Им кажется, что он движется медленнее, чем на самом деле. Поэтому автомобилисты спешат проскочить переезд и не сбрасы-

вают скорость, а «лежачий полицейский» может способствовать их остановке. Однако ГОСТ Р 52605—2006 не учитывает железнодорожной специфики, согласно ему нельзя размещать «лежачие полицейские» на расстоянии ближе 100 м от железнодорожных переездов [4].

Не все переезды могут быть оборудованы системами УЗП из-за недостатка средств, так как это достаточно трудоемкий процесс, особенно зимой когда лотки этих устройств не обходимо регулярно очищать от снега. На практике этим занимаются дежурные по переезду, что является нарушением инструкции по эксплуатации железнодорожных переездов. Согласно этому документу дежурный должен находиться на своем посту, а не чистить переезд на свой страх и риск — при закрытых шлагбаумах и в отсутствие поездов и автомобилей [5, с. 2]. Однако на некоторых переездах дожидаться таких условий

практически невозможно. Например, на переезде, расположенном на участке Пелла — Сапёрное ежедневно проходит порядка 10 тыс. автомобилей.

Оборудование одного железнодорожного переезда стоит 1,5 млн. руб., что выливается для дороги расходами в 35 млн. руб. в год, выделяемых по программе безопасности [6, с. 1]. Сотрудничеству дорог с федеральной исполнительной властью мешают и недоработки в законодательстве, так как капитальный ремонт пути на переезде предусматривает замену рельсов, шпал, очистку щебня, эти работы, как и оборудование переезда УЗП, требуют вскрытия автодорожного полотна.

Поэтому на наш взгляд надо доработать в этой области законодательства для разрешения споров между железными дорогами и администрации субъектов Российской Федерации по проблеме эксплуатации переездов.

#### Литература:

1. <http://rusdtp.ru/>
2. <http://avtomotospec.ru/>
3. <http://files.stroyinf.ru/Data1/9/9430/>
4. ГОСТ Р 52605—2006 «Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения», М, 2006
5. <http://togl.ru/text/7043-uzp-protiv-chp-na-zheleznodorozhnyx-pereezdax/>
6. <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/6/6997/index.htm>

## Общая характеристика железнодорожных переездов и показателей безопасности движения через них

Миненко Екатерина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент;

Кусморова Юлия Анатольевна, студент

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*В статье дана общая характеристика железнодорожного переезда и проанализированы основные показатели безопасности дорожного движения через них. Выявленные недостатки при обустройстве и содержании переездов, которые отрицательно влияют на безопасность дорожного движения, позволяют предусмотреть мероприятия направленные на повышение безопасности движения через переезды.*

*Ключевые слова: железнодорожные переезды, безопасность движения, техническая оснащённость.*

**Ж**елезнодорожный переезд — объект повышенной опасности, поэтому для предупреждения несчастных случаев переезды оборудуют светофорами, шлагбаумами и звуковыми сигнализациями, а так же УЗП (устройство заграждения переезда) — металлическими плитами, которые поднимаются, заграждая переезд (за исключением переездов на малоактивных участках железных дорог, которые обозначаются только дорожным знаком) [1, с. 2].

Переезды подразделяются на общего и необщего пользования, на регулируемые и нерегулируемые. Общего пользования железнодорожные переезды — это пересечения железнодорожных путей общего пользования с автомо-

бильными дорогами общего пользования; необщего — это пересечения железнодорожных путей с автомобильными дорогами отдельных предприятий или организаций (независимо от форм собственности). Пересечения железнодорожных путей в границах территории предприятий (складов, депо, элеваторов и т.п.) автомобильными дорогами, предназначенными для обеспечения технологического процесса работы данного предприятия, относятся к технологическим проездам и учету как переезды не подлежат.

Переезды на эксплуатируемой сети железных дорог МПС в зависимости от интенсивности движения железнодорожного и автомобильного транспорта делятся на



Рис. 1

четыре категории (таблица 1). К I категории относятся также переезды, расположенные на пересечениях железных дорог, где осуществляется движение поездов со скоростью более 140 км/ч независимо от интенсивности движения транспортных средств на автомобильной дороге. Все остальные переезды (не охваченные таблицей) относятся к IV категории.

Переезды делятся на регулируемые и нерегулируемые. К регулируемым относятся переезды, оборудованные устройствами переездной сигнализации, извещающей водителей транспортных средств о подходе к переезду поезда или обслуживаемые дежурными работниками, которым поручено осуществлять регулирование движения поездов и транспортных средств на переезде. К нерегулируемым относятся переезды, не оборудованные устройствами переездной сигнализации и не обслуживаемые дежурными по переезду, которым поручено осуществлять регулирование движения поездов и транспортных средств на переезде. Железнодорожные переезды оборудуются в местах с хорошей видимостью. Угол пересечения автомобильной дороги и железнодорожных путей должен составлять не менее 60 [2, 6.с. 1].

Ежегодно, на всех железных дорогах, должно проводиться обследование переездов; сигнализации и связи; электроснабжения; аппарата главного ревизора по безопасности движения поездов железной дороги с участием

владельцев подъездных путей, а также органов управления автомобильными дорогами и организаций, содержащих автомобильные дороги, пассажирских и других автотранспортных организаций, а также Государственной автомобильной инспекции. По результатам обследования организуется приведение устройств и оборудования переездов, а также прилегающих участков дороги к ним. В течение года могут проводиться и другие проверки состояния переездов и подходов к ним. В случаях неудовлетворительного содержания автомобильных дорог на подходах к переездам начальник дистанции пути вносит представление руководству местного территориального органа Госавтоинспекции о прекращении движения транспортных средств через такие переезды до приведения дорог в надлежащее состояние.

На железнодорожных переездах должно быть знаки 1.1 «Железнодорожный переезд со шлагбаумом» и 1.2 «Железнодорожный переезд без шлагбаума» для регулируемого и нерегулируемого переезда соответственно, а также знаки 1.4.1–1.4.6 «Приближение к железнодорожному переезду». Эти знаки предупредят водителя о необходимости безопасно проследовать через переезд [3].

*Пересечения железнодорожных путей и автомобильных дорог на одном уровне являются сложными и опасными элементами дорожной сети, оказывающие значительное влияние на безопасность*

Таблица 1. Категория железнодорожных переездов

Интенсивность движения поездов по главному пути (суммарно в двух направлениях) поезд./сут.	Интенсивность движения транспортных средств (суммарная в двух направлениях) авт./сут.				
	До 200 включительно	201–1000	1001–3000	3001–7000	Более 7000
До 16 включительно, а также по всем станционным и подъездным путям	IV	IV	IV	III	II
17–100	IV	IV	III	II	I
101–200	IV	III	II	I	I
Более 200	III	II	II	I	I

автомобильного и железнодорожного транспорта в целом.

Проблема железнодорожных переездов является актуальной до сих пор, так как объекты железнодорожной структуры характеризуются простоями автотранспорта, дорожно-транспортными происшествиями, особенно с особо тяжкими последствиями и возможностью умышленного совершения теракта. Поэтому подобные явления вызывают значительный резонанс в массах [4, с. 3].

На сегодня, состояние безопасности движения на ж.д. переездах продолжает оставаться неблагоприятным. В течение 2013 года на железнодорожных переездах в Российской Федерации зарегистрировано 321 происшествие, в которых погибли 80 человек и 412 пострадали [5, с. 1]. Проведенным анализом установлено, что максимальное количество ДТП, совершенных физическими лицами, приходится на октябрь, минимальное — на апрель. По дням недели максимальное количество ДТП совершается в понедельник и вторник — 42,3% и воскресенье — 14,1%. На среду, четверг, пятницу и субботу приходится от 10,3 до 11,5% ДТП. По возрастным группам водителей наибольшее количество ДТП совершается в возрасте от 30 до 40 лет — 33,1%, от 20 до 30 лет — 27,8% и от 40 до 50 лет — 21%, что в сумме составляет 81,9%. Минимальное количество ДТП совершают водители в возрасте от 50 до 60 лет — 5,2% от общего количества ДТП [6, с. 1].

Для предупреждения дорожно-транспортных происшествий службы «РЖД» проводят работу по модернизации железнодорожных переездов, которая включает в себя: укладку резино-технических настилов, оборудование переездов АПС, оборудование шлагбаумами ПАШ, модернизацию устройств ограждения, внедрение светофорных головок на светодиодах, улучшение электроснабжения, улучшение электроосвещения, закрытие переездов, капитальный ремонт переездов. Наихудшее положение приходится на Северо-Кавказской, Октябрьской, Калининградской, Горьковской, Московской, Южно-Уральской

и Забайкальской дорогах. [7, с. 86]. Практически все ДТП на переездах происходят из-за невыполнения водителями автотранспортных средств требований Правил дорожного движения.

За последние десять лет усилилась техническая оснащённость переездов устройствами ограждения переездов, резинокордовыми настилами, автоматической переездной сигнализацией, системами видео- и фотофиксации.

На территории одной только Пензенской области находится в эксплуатации 151 железнодорожный переезд, из которых 107 принадлежат ОАО «Российские железные дороги». К ним относятся:

- Пензенское отделение Куйбышевской железной дороги
- Юго-Восточное отделение железной дороги — 25;
- Московское отделение железной дороги — 1;
- Сызранское отделение железной дороги — 1.

На обслуживании иных ведомств находятся 44 железнодорожных переезда [7, с. 4].

Пензенское отделение Куйбышевской железной дороги — 80 переездов, причем 19 из них — с дежурными работниками, а 10 — оборудованы устройствами ограждения железнодорожного переезда (УЗП); 33 железнодорожных переезда оборудованы современными системами видеонаблюдения в рамках общесетевого проекта «Антикриминал». Видеокамеры установлены на переездах в районе станций Пенза-II, Пенза-IV, Грабово, Пачелма, Студенец, Канаевка и Чаадаевка. Куйбышевская железная дорога — одна из крупнейших стальных магистралей Российской Федерации. Ее эксплуатационная длина — 4721,86 км. Куйбышевская магистраль проходит по территории Пензенской, Самарской, Ульяновской, Тамбовской, Челябинской, Рязанской, Оренбургской областей и Республики Башкортостан, Татарстан и Мордовия. Практически все переезды имеют резиново-кордовое покрытие, препятствующее скольжению, пробуксовке и заносу автомобилей, а также снижающее уровень шума.

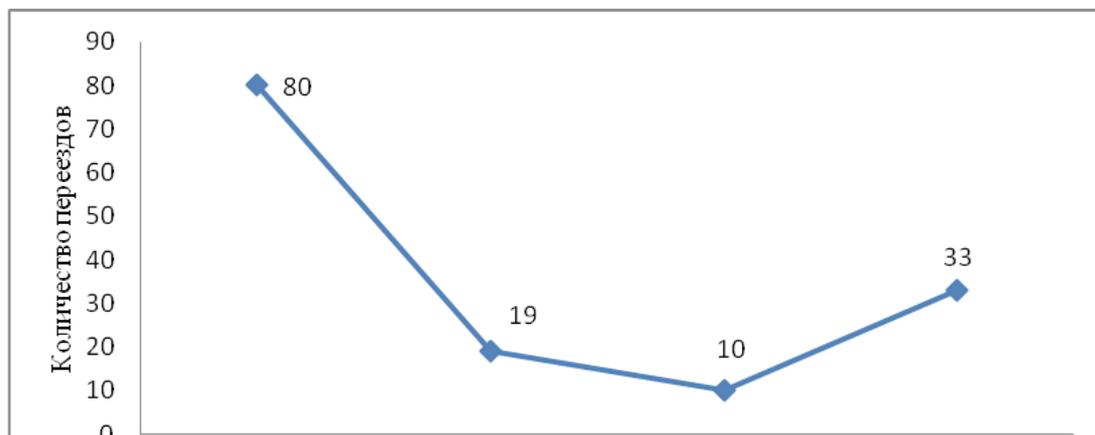


Рис. 1. Количество переездов на Куйбышевской железной дороге

При проведении обследований железнодорожных переездов были выявлены недостатки в эксплуатации, обустройстве и содержании переездов, которые отрицательно влияют на безопасность дорожного движения, большая часть которых остается не выполненной по настоящее время:

- отсутствие нормативной видимости приближающего поезда;
- отсутствие горизонтальных площадок перед переездом;
- наличие просадок и ямочности между железнодорожными путями на переездах;
- многие переезды не в полном объеме оборудованы необходимыми дорожными знаками;
- отсутствие светофорной и звуковой сигнализации;
- не работает наружное освещение;
- настилы переездов повреждены и требуют проведения капитального ремонта [8, с. 4].

Вопросы обеспечения безопасности дорожного движения на железнодорожных переездах, расположенных на территории области, по-прежнему остаются актуальными.

Госавтоинспекцией Пензенской области регулярно проводятся профилактические мероприятия, направленные на предупреждение и правонарушений со стороны водителей транспортных средств, а также на выявление и устранение недостатков в содержании, обустройстве и эксплуатации самих железнодорожных переездов. Но полностью предотвратить столкновения железнодорожного и автомобильного транспорта можно только в том случае, если исключить возможность пересечения их в одном уровне, т.е. путем строительства путепроводов. Однако это требует крупных финансовых вложений, которые для большинства переездов с малыми и средними размерами движения поездов и автотранспорта никогда не окупятся.

Поэтому даже в странах с высокоразвитой экономикой сохраняется значительное количество переездов, не оборудованных современными системами переездной автоматики. Следует вводить в эксплуатацию шлагбаумы, полностью перекрывающие проезжую часть автодороги, а также заградительные железобетонные барьеры, которые, будучи расположенными посередине автодороги, препятствуют объезду переездного шлагбаума по встречной полосе. В качестве дополнительной меры на охраняемых переездах можно организовать посты общественных инспекторов безопасности дорожного движения. Учитывая положительный опыт применения систем видеонаблюдения и видеофиксации правонарушений, нужно оборудовать ими переезды (стоимость — менее 2 млн. руб. на один переезд), выделять средства на обновление устройств УЗП на переездах, укладывать новые переездные настилы, финансировать проведение работ по ремонту и модернизации переездов автоматической переездной сигнализацией. В качестве перспективной меры видится внедрение на дорогах ОАО «РЖД» системы контроля состояния переездов, основанной на использовании спутниковых технологий ГЛОНАСС/GPS. Такая система позволила бы в режиме реального времени получать оперативную информацию для принятия решений, давала бы возможность переводить отдельные узлы и сооружения переездов в режим автоматической работы, т.е. без обслуживающего персонала. Информация со спутников позволяла бы на электронной карте определять местоположение поездов в режиме реального времени, контролировать прохождение ими установленных пунктов, следить за маршрутами движения в любой промежуток времени, т.е. объективно оценивать обстановку в режиме реального времени.

#### Литература:

1. [wikipedia.org/wiki/Железнодорожный\\_переезд](http://wikipedia.org/wiki/Железнодорожный_переезд)
2. <http://files.stroyinf.ru/Data1/9/9430/>
3. <http://pddmaster.ru/documents/pdd>
4. <http://www.dystancia.com/2011-03-05-17-40-59/12-2015-600->
5. <http://www.tvertas.ru/>
6. <http://www.bestpravo.ru/>
7. Миненко, Е. Ю. Повышение безопасности движения на железнодорожном переезде/ Е. Ю. Миненко, А. С. Ширшиков, Я. А. Филимончева — Орел: Мир транспорта и технологических машин, № 4, 2013.
8. Справка об обеспечении безопасности дорожного движения на железнодорожных переездах и о результатах обследования железнодорожных переездов на предмет устранения ранее выявленных недостатков

## Разработка технологии колбасных изделий для детского питания

Нагарокова Дариет Казбековна, студент;

Патиева Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент  
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

При производстве детских продуктов, предназначенных для профилактики железодефицитных состояний должны применяться высоко эффективные технологические процессы, максимально сохраняющие пищевую и биологическую ценность исходного сырья и использованных биологически активных ингредиентов, обеспечивающие высокий санитарно-гигиенический уровень производства и достаточно длительный срок хранения без изменения качественных показателей [1, с. 38, 2, 77].

Отработку технологии и сроков хранения колбасок осуществляли в условиях ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий». В качестве базовой была выбрана технология, отработанная во ВНИИМПе, изготовления вареных колбасок для детского питания.

### Подготовка сырья

На обвалку поступает охлажденное сырье с температурой в толще мышц  $2 \pm 2^\circ\text{C}$ , остывшее — с температурой  $12 \pm 2^\circ\text{C}$ , парное — с температурой  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , размороженное сырье с температурой не ниже  $1^\circ\text{C}$ . Разделку, обвалку и жиловку мяса производят в соответствии с действующими технологическими инструкциями. После обвалки и жиловки мясо подается на измельчение, перемешивание и посол. Замороженные блоки из говядины, свинины и мяса птицы механической обвалки выдерживают в помещении при температуре  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  от 24 до 48 ч, до достижения температуры в толще блоков от минус 1 до плюс  $1^\circ\text{C}$ , освобождают от упаковки и передают для измельчения.

### Измельчение, перемешивание и посол

Говядину, свинину измельчают на волчке с диаметром отверстий от 3 до 16 мм. Замороженные блоки из говядины, свинины и мяса птицы механической обвалки с температурой в толще блоков от минус  $1^\circ\text{C}$  до плюс  $1^\circ\text{C}$  измельчают на блокорезке, а затем на волчке. При более высоких температурах (до  $+3^\circ\text{C}$ ) — на волчке. Диаметр отверстий решетки волчка до 8 мм. После измельчения мясо одного вида и сорта взвешивают и загружают в мешалку для перемешивания. Продолжительность перемешивания составляет от 10 до 12 мин. в зависимости от вместимости мешалки и вида мяса. В процессе перемешивания добавляют предварительно взвешенную поваренную соль, воду (лед) в количестве 10% к массе сырья [3, с. 70, 4, с. 17, 5, с. 120].

Количество добавляемого льда зависит от температуры мяса перед посолом. Температура мяса после посола не должна превышать  $5 + 1^\circ\text{C}$ .

Допускается сухой посол мяса.

При сухом посоле мяса в процессе перемешивания на 100 кг сырья добавляют предварительно взвешенную поваренную соль в количестве 1500 г, воду (лед) в количестве до 3% к массе сырья. Допускается измельченное мясо солить концентрированным раствором поваренной соли плотностью 1,201 г/см<sup>3</sup> с массовой долей хлористого натрия 26%. Раствор готовят в солерастворителях различных конструкций или любых емкостях из нержавеющей металла. Для приготовления концентрированного раствора поваренной соли на 100 кг холодной воды берут 26 кг соли, тщательно перемешивают, дают раствору отстояться для оседания примесей и проверяют его плотность при помощи ареометра. Раствор перед употреблением фильтруют через два слоя марли и охлаждают до температуры  $3 + 1^\circ\text{C}$ . На 100 кг сырья добавляют 6,5 кг концентрированного раствора соли (норма добавления соли — 1,7 кг, воды — 4,8 кг). Количество добавляемой с рассолом воды учитывают при составлении фарша. Перемешивание мяса с раствором соли производят в мешалках различных конструкций в течение 2–5 мин до равномерного распределения раствора соли и полного поглощения его мясом, а при сухом посоле продолжительность перемешивания составляет 10–12 мин. Выдержку мяса, посоленного концентрированным раствором соли, производят в течение 6–24 ч, при сухом посоле — 12–24 ч. Температура посоленного мяса, поступающего на выдержку в емкостях до 150 кг не должна превышать  $12^\circ\text{C}$ ; в емкостях свыше 150 кг —  $8^\circ\text{C}$ . Допускается для снижения температуры мяса при посоле сухой солью добавление пищевого льда в количестве 5–10% к массе сырья (количество пищевого льда учитывают при составлении фарша) [6, с. 62, 7, с. 90, 8, с. 68]. Допускается исключение процесса выдержки мяса в посоле.

### Приготовление фарша

Перед составлением фарша сырье, пряности, воду (лед) и другие компоненты взвешивают в соответствии с рецептурой и закладывают в куттер. Фарш готовят на вакуумном куттере, куттере-мешалке или других машинах непрерывного или периодического действия. Температура помещения для приготовления фарша  $11 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Последовательность закладки сырья для указанных машин одинакова: вначале обрабатывают говядину или печень, цитрат кальция, каррагинан, соль, нитрит натрия добавляя все предусмотренное рецептурой количество воды (в виде чешуйчатого льда или снега), с учетом

добавляемого при посоле рассола. В процессе куттерования при составлении фарша добавляют от 10 до 15% воды к массе куттеруемого сырья. Затем добавляют гидратированные растительные или молочные белки, кровь пищевую, отруби, лук, свекловичные волокна, аскорбиновокислый натрий или нейтрализованную аскорбиновую кислоту, йодказеин. После 3–5 мин обработки фарша вводят свинину, специи и куттеруют еще от 3 до 5 мин. Общая продолжительность куттерования фарша от 6 до 10 мин в зависимости от конструкции измельчителя [8, с. 100, 9, с. 993].

Рекомендуется после куттерования обрабатывать фарш на машинах тонкого измельчения (микрокуттере, эмульсаторе, дезинтеграторе и др.). При этом продолжительность куттерования сокращается от 2 до 4 мин. Температура фарша, поступающего на машины тонкого измельчения, не должна быть выше  $11 \pm 1$  °C, а температура фарша после обработки на машинах тонкого измельчения не должна превышать  $14 \pm 1$  °C.

### Термическая обработка

Колбаски варят в пароварочных камерах, в открытых котлах или других емкостях в воде при температуре от 75 до 85 °C. При варке в воде колбаски погружают в воду, нагретую до 95 °C. При загрузке температура воды снижается от 85 до 87 °C. Батончики в искусственной оболочке варят только в пароварочных котлах при температуре от 75 до 85 °C. Продолжительность варки колбасок в зависимости от диаметра оболочки от 40 до 90 минут. Варка колбасок считается законченной, когда температура в центре батончика достигает  $75 \pm 1$  °C.

### Охлаждение, замораживание

После варки колбаски охлаждают до температуры в толще батончика 0–6 °C сначала под душем холодной водой в течение 15–20 мин, а затем в камерах при температуре не выше 4 °C и относительной влажности воздуха  $90 \pm 5\%$  или тоннелях интенсивного охлаждения при температуре от минус 5 до минус 7 °C до температуры в центре батончика  $4 \pm 2$  °C [6, с. 65]. Замораживание колбасок производят в холодильных камерах или скороморозильных агрегатах. Температура в морозилке должна быть не выше минус 18 °C с естественной циркуляцией воздуха, а в скороморозильных агрегатах при температуре воздуха от минус 30 до минус 35 °C. Замораживание производят до температуры внутри продукта не выше минус 18 °C. Окончанием технологического процесса считается процесс охлаждения или замораживания. Результаты исследований химического состава опытных образцов колбасок свидетельствуют о высокой пищевой ценности разработанных колбасных изделий для питания детей. Результаты представлены в таблице 1.

Анализ выполненных исследований показал, что макронутриентный состав (белок, жир, углеводы) опытных партий колбасок соответствует разработанным нутриентно-технологическим требованиям к антианемическим колбаскам для детского питания [10, с. 12]. Кроме того они обогащены витаминами и минеральными веществами, в соответствии с заданными требованиями. Уровень содержания железа в 100 г. продукта составляет 64,4–76,3% от суточной нормы, что позволяет их рекомендовать для питания детей и профилактики железодефицитных состояний [11, с. 77].

Таблица 1. Химический состав и энергетическая ценность разработанных колбасок

Показатели на 100 г продукта	Согласно ННТ	Колбаски					
		«Карапуз»		«Румяные щечки»		«Печеночные»	
		М*	С*	М	С	М	С
Белок, г	12,0–16,0	15,20	0,43	14,83	0,72	15,63	0,56
Жир, г	12,0–20,0	14,81	0,61	12,35	0,58	16,10	0,73
Углеводы, г	2,0–4,0	2,72	0,12	3,62	0,15	2,72	0,11
Пищевые волокна, г	1,0–1,5	1,10	0,05	1,53	0,08	0,83	0,05
Энергетическая ценность, ккал	146,0–242,0	204,8	9,7	184,3	8,5	218,1	9,3
Витамины, мг:							
Аскорбиновая кислота	20,0–36,0	39,05	1,86	46,07	2,13	41,04	1,75
-каротиноиды	0,3–0,75	0,53	0,02	0,45	0,02	0,61	0,02
Витамин Е	1,0–2,5	1,30	0,06	1,32	0,06	1,13	0,05
Минеральные вещества, мг:							
Железо	8,0–12,0	12,20	0,54	11,80	0,51	10,30	0,48
Кальций	200,0–300,0	220,0	9,8	235,0	10,5	208,0	9,4
Фосфор	500,0–750,0	705,0	25,6	730,0	28,7	690,0	24,1
Йод, мкг	30,0–50,0	39,03	1,81	46,02	2,14	41,01	1,83

При разработке технологии принята предпосылка, что выработка колбасок для детей в целом может быть осуществлена за счет реализации хорошо известных для производства вареных колбас технологических операций с некоторыми дополнениями, учитывающих применение биологически активных ингредиентов. Определенная специфичность изготовления колбасок для детского питания связана с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями в части микробиологических показателей.

Для отработки надежности принятых режимов и сроков хранения колбасок в полимерной оболочке

«Амипак» были исследованы химические и микробиологические показатели качества в процессе хранения при различных температурах: при температуре минус 18 °С в течение 90 суток; при температуре плюс 4±2 °С в течение 8 суток; при температуре плюс 9±1 °С в течение 8 суток [9, с. 1003, 12, с. 39].

Органолептические свойства антианемических колбасок для питания детей оценивала комиссия дегустаторов ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова и ЗАО «Мясокомбинат «Тихорецкий».

Органолептическая оценка колбасок антианемических после хранения представлена в таблице 2.

Таблица 2. Органолептическая оценка колбасок антенимических

Наименование	Показатели, баллы					Общая оценка
	Внешний вид	Запах	Вкус	Консистенция	Цвет	
	После изготовления					
Карапуз	4,6	4,8	4,7	4,3	4,1	4,52
Печеночные	4,5	4,7	4,7	4,5	4,3	4,54
	После 3-х месяцев хранения при — 18 °С					
Карапуз	4,5	4,3	4,4	4,2	4,0	4,28
Печеночные	4,4	4,5	4,5	4,2	4,2	4,36

Органолептические исследования показали высокое потребительское качество представленных образцов. Дегустационная комиссия дала высокую органолептическую оценку продуктам, имеющим специфический внешний вид и свойственный данному виду используемого сырья запах и вкус.

Внедрение и промышленный выпуск мясорастительных вареных колбасок для питания детей школьного возраста может внести вклад в решение проблемы обеспечения детей полноценными, безопасными и конкурентно способными продуктами питания.

#### Литература:

1. Устинова, А.В. Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых / А.В. Устинова, Н.Е. Солдатова, Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева // Мясная индустрия. — 2010. — № 12. — с. 37–39.
2. Nesterenko, A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 4 (7–8). — pp. 77–80.
3. Патиева, А.М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А.М. Патиева, С.В. Патиева, В.А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.
4. Забашта, Н.Н. Качество и безопасность мяса свиней мясных пород для детского питания / Н.Н. Забашта, Н.В. Соколов, Е.Н. Головкин, А.В. Устинова, С.В. Патиева // Мясная индустрия. — 2013. № 6. — с. 16–19.
5. Патиева, С.В. Технология детских антианемических колбасных изделий / С.В. Патиева. — Германия: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
6. Куценко, Л. Ю. Разработка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжакковой камеди / Л. Ю. Куценко, Е. П. Лисовицкая, А. М. Патиева, С. В. Патиева // Вестник НГИЭИ. — 2013. — № 6 (25). — с. 61–69.
7. Нестеренко, А.А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А.А. Нестеренко, А.М. Патиева, Н.М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
8. Забашта, Н.Н. Производство органического мясного сырья для продуктов питания / Н.Н. Забашта, Е. Головкин, С.В. Патиева. — Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 205 с.
9. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н.В. Тимошенко, С.В. Патиева, А.М. Патиева, К.Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA[article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>.

10. Устинова, А. В. Перспективные технологии откорма свиней для получения экологически безопасной и функциональной свинины / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, Н. Н. Забашта, С. В. Патиева, Н. В. Тимошенко // Все о мясе. — 2013. — № 4. — с. 11–13.
11. Устинова, А. В. Нутриентная адекватность и безопасность свинины, обогащенной микроэлементами / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, С. В. Патиева // Пищевая промышленность. — 2013. — № 10. — с. 76–77.
12. Забашта, Н. Н. Свинина для детского питания строго по стандарту / Н. Н. Забашта, А. В. Устинова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — № 12 — (132). — с. 38–41.

## Особенности производства сырокопченых колбас мажущейся консистенции

Нагарокова Дариет Казбековна, студент;

Шхалахов Дамир Сафербиевич, студент;

Нестеренко Антон Алексеевич, кандидат технических наук, старший преподаватель

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Сырокопченая колбаса является самым трудоёмким и порой не предсказуемым продуктом, производимым на любом предприятии. Сложность изготовления данного вида колбас обусловлена многими факторами (погодные условия, температура окружающей среды, экологическая обстановка и т.д.) и всегда считалось венцом мастерства любого изготовителя колбас [1, с. 78].

Одной из разновидностей любимой продукцией являются сырокопченые колбасы мажущейся консистенции. Основную их часть составляют типичные немецкие продукты. Исключениями из этого правила являются Ossewurst еврейского происхождения и некоторые испанские колбасы Sobrasada с большим содержанием паприки [2, с. 32].

Задачи, которые должны быть решены при производстве колбас с мажущейся консистенцией. В производстве ферментированных колбас наибольшее значение имеют две задачи: удерживать гигиеническую безопасность на максимально высоком уровне и сохранять намазываемость максимально долго. Тем не менее, часто одновременное достижение этих целей является взаимоисключающим.

### Сохранение намазываемости

Намазываемость можно сохранить, если избегать желирования белков, а также если ограничивать сушку колбас. Возможны следующие варианты:

— отобрать подходящую стартовую культуру, чтобы подавить образующие кислоты в колбасе и добиться очень незначительного снижения рН [3, с. 700].

— выбор сахара должен определяться выбором стартовой культуры. Полный отказ от использования сахара с целью лишить культуру питательной среды не решает проблемы, поскольку сахара, входящие в состав мяса, также могут вызывать снижение рН при контакте с сильными кислотообразующими микроорганизмами. Кроме того, сахар необходим как завершающая нота во вкусе колбас [4, с. 94].

— применять способ куттерования, при котором не образуется мясная матрица. Наиболее подходящим яв-

ляется метод, при котором частицы белка окружаются жирной пленкой, позволяющей избежать связывания между ними [5, с. 224].

— метод созревания так же, как и метод копчения, не должен вызывать сильной осушки.

— в некоторых случаях могут использоваться стерильные оболочки либо оболочки с очень низкой воздухопроницаемостью, однако это допустимо только для продуктов, не подвергающихся копчению.

### Гигиеническая безопасность

Поскольку барьеры для роста нежелательных бактерий (низкий уровень рН и активность воды) в ферментированных колбасах с мажущейся консистенцией невысоки, необходимо сочетать их воздействие.

— патогенные микроорганизмы, даже такие как сальмонелла и листерия, могут быть обнаружены в колбасах мажущейся консистенции, привнесенные мясным сырьем.

— согласно авторов [6, с. 779], определенное количество молочной кислоты может быть обнаружено в неkopченых ферментированных колбасах, таких как, к примеру, Zwiebelmettwurst. Эта молочная кислота, точнее D (-) молочная кислота, является подтверждением имевшего места процесса ферментации, поскольку она образуется в колбасах только в результате ферментативных процессов и не используется в качестве добавки. Уровень рН не должен превышать 5,6 или, лучше, 5,5. Активность воды (aw) должна достигать 0,95, а содержание соли должно составлять > 2,4%.

— неkopченые колбасы следует продавать в охлажденном виде.

### Специи для колбас с мажущейся консистенцией

Обычно специи — это дело вкуса; можно пользоваться рекомендациями из сборников рецептов, кроме того многие фирмы предлагают различные виды смесей

специи для колбас. При использовании готовых смесей важно знать состав и разновидность сахаров, входящих в смесь. Вот несколько советов по выбору специй:

— для некоторых видов рекомендуются вина и спирты, дополняющие аромат, поэтому предлагаются специальные смеси, также содержащие искусственные ароматы, однако, как правило, их действие недостаточно. Более приемлемые результаты дает, например, тщательно дозированный натуральный ром.

— большинство из этих смесей имеют в своем составе определенное количество паприки, но не для придания вкуса. Паприка используется для улучшения окраски продукта, особенно в продуктах с высоким содержанием жира, так как благодаря паприке создается впечатление, что в них больше мяса [7, с. 789].

Передозировка паприки дает некондиционный желтоватый цвет.

— очень интересной специей для колбас с мажущейся консистенцией является чеснок. Важно дозировать чеснок в таком объеме, чтобы даже специалисты по сенсорике могли лишь догадываться о его присутствии. Некоторые разновидности могут иметь более заметный вкус чеснока, например, немецкая *Zwiebelmett* (здесь чеснок усиливает и улучшает вкус лука) или грубоизмельченная, копченая *Mettwurst*, — которые заявлены как содержащие чеснок.

### Сахара для колбас с мажущейся консистенцией

Существует конфликт между вопросом вкуса и реальностью технологического процесса. Сахара представляют большой интерес для улучшения вкуса. Мед и нерафинированный тростниковый сахар привносят не только сладость, но также и собственный специфический аромат [8, с. 67].

Однако, поскольку в колбасах с мажущейся консистенцией допустимо лишь очень небольшое снижение pH, необходимый для ощутимого воздействия на вкус объем сахара может, вместе с тем, привести к образованию излишней кислотности [9, с. 805].

### Посолочные ингредиенты

— используйте нитритную соль, но ни в коем случае не нитрат (для разложения нитрата недостаточно времени). Рекомендованная доза (24) 25 г/кг

— аскорбиновая кислота для быстрого образования посолочной окраски, дозировка 0,3 (— 0,5)%. Более высокое содержание используется, главным образом, в тех случаях, когда не добавляются стартовые культуры, содержащие стафилококки.

### Сохранение свежести

— молочная кислота либо комбинации различных органических кислот способствуют небольшому увеличению срока хранения; кроме того, стимулируется образование

окраски и обогащается аромат. Коммерчески доступные продукты дозируются в объеме около 2 г/кг [10, с. 217].

— лактат натрия в дозировке 50 г/кг заметно способствует сохранению намазываемости и свежего вкуса. Специфический вкус лактата натрия может быть обнаружен специалистами, что является его недостатком, но для большинства потребителей его вкус неразличим, как и его горьковатая составляющая.

— комбинация ацетата / диацетата оказывает почти то же действие, что и лактат, и используется в гораздо более умеренных объемах (3–5 г/кг).

— ГДЛ в качестве сохраняющего свежесть ингредиента менее эффективен по сравнению с пищевыми кислотами, так как способствует лишь понижению уровня pH, не подавляя при этом роста молочнокислых бактерий дикой микробной флоры. С сенсорной точки зрения, действие ГДЛ, скорее, негативное. ГДЛ также уменьшает намазываемость.

### Антисвязывающие агенты

В Германии для ферментированных колбас с мажущейся консистенцией некоторыми производителями комплексных смесей специй предлагаются моно- и/или ди-глицериды жирных кислот.

Функциональные белки способствуют сохранению намазываемости в течение более длительного времени. Например: желатин либо белковые гидролизаты. В подобных случаях необходимо провести исследования, чтобы определиться с рецептурой, поскольку слишком высокая дозировка может быть обнаружена при органолептической оценки, а слишком низкая не будет оказывать никакого действия [4, с. 94].

Растительное масло было когда-то «прекрасной идеей» для применения в грубоизмельченных ферментированных колбасах с мажущейся консистенцией; мы считаем эту добавку малоинтересной и ощутимой на вкус. Идея совместного использования эмульгаторов и пищевых масел является более подходящей.

### Рекомендуемые культуры

Длительное время монокультуры стафилококков из ассортимента *BioСапа* являлись классическими для использования в колбасах с мажущейся консистенцией. В основе их использования лежала следующая идея: мы не нуждаемся в вырабатывающих молочную кислоту бактериях, мы их не используем. Это утверждение является верным до тех пор, пока в наличии имеются лишь культуры вырабатывающие молочную кислоту, которые дают быстрое и интенсивное снижение pH. Но данное утверждение не учитывает «дикую» микрофлору мясного сырья. Поэтому для производства колбас с мажущейся консистенцией следует использовать смешанные культуры. Потому сейчас разными производителями предлагаются мягко подкисляющие LAB-культуры, для целенаправлен-

ного их применения в качестве конкуренции контаминационной флоре мясного сырья].

Составление фарша колбас с мажущейся консистенцией.

Для производства сырых и сырокопченых колбас мажущейся смеси во всех учебниках описываются два способа куттерования.

При однофазном куттеровании происходит размельчение пропущенного через волчок шпика до кремообразной консистенции. Потом добавляется постное мясо, тоже пропущенное через волчок с диаметром решетки 3 мм, и куттеруются совместно со шпиком до получения подходящей степени измельчения.

При двухфазном способе куттерования, измельченный до кремовой массы шпик выводится из куттера, позже отдельно куттеруются постное мясо и только потом примешивается измельченный шпик. При обоих способах в конце добавляется соль.

Соответственно в обоих случаях шпик обволакивает частицы постного мяса, вследствие чего могут появиться трудности с цветообразованием. Для достижения неплохого красноватого цвета, рекомендуется пропустить через мясорубку постное мясо с нитритной солью и стартовыми культурами за сутки до производства колбас и хранить смесь в прохладном состоянии [11, с. 225].

Для производства сырокопченых колбас мажущейся консистенции необходимо предварительно подготовить шпик. Для этого шпик пропускают на волчке с диаметром

решетки 3 мм и оставляют на сутки с холодильной камере при температуре 0–4 °С.

### Термическая обработка колбас

Термическая обработка включает осадку, копчение и сушку. Перевязочные батоны навешивают на палки и рамы, подвергают осадке в течение 2 суток при температуре 15–18 °С и относительной влажности воздуха 84–90%. После осадки колбасу коптят в камерах дымом древесных опилок (щепы) твердых лиственных пород, например бука дуба, ольхи, в течение 12–24 часов, при 15–18 °С, относительной влажности воздуха 74–80% и скорости его движения 0,2–0,5 м/с. Сырокопченые колбасы мажущейся консистенции сушатся 24–48 часов в сушилках при 15–18 °С, относительной влажности воздуха 79–85% и скорости его движения 0,1 м/с. Хранение данного вида изделий возможно до 14–20 дней при температуре 10–15 °С [2, с. 130].

Как правило, выход готового продукта составляет 90%, влагосодержание к концу созревания и хранения 15–17%.

Таким образом, производство сырокопченых колбас мажущейся консистенции достаточно актуально, так как они являются продуктом с высокой энергетической и пищевой ценностью, высокими органолептическими характеристиками и меньшей стоимостью, за счет минимальных материальных и энергетических затрат и меньших сроков созревания по сравнению с твердыми сырокопченными колбасами.

### Литература:

1. Nesterenko, A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. — 2014. — № 4 (7–8). — pp. 77–80.
2. Нестеренко, А. А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А. А. Нестеренко, А. М. Патиева, Н. М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
3. Нестеренко, А. А. Выбор и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]*. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). — С. — IDA [article ID]: 1011407111. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf>, 1,188 у.п.л.
4. Акопян, К. В. Формирование аромата и вкуса сырокопченых колбас [Текст] / К. В. Акопян, А. А. Нестеренко // *Молодой ученый*. — 2014. — № 7. — с. 93–95.
5. Нестеренко, А. А. Функционально-технологические показатели сырья после внесения стартовых культур [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // *Молодой ученый*. — 2014. — № 8. — с. 223–226.
6. Нестеренко, А. А. Биологическая ценность и безопасность сырокопченых колбас с предварительной обработкой электромагнитным полем низких частот стартовых культур и мясного сырья / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]*. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 05 (099). — с. 772–785. — IDA [article ID]: 0991405052. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/52.pdf>.
7. Нестеренко, А. А. Влияние активированных электромагнитным полем низких частот стартовых культур на мясное сырье / Нестеренко А. А., Горина Е. Г. // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]*. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 05 (099). — с. 786–802. — IDA [article ID]: 0991405053. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/53.pdf>, 1,063 у.п.л.
8. Нестеренко, А. А. Применение стартовых культур в технологии производства ветчины / А. А. Нестеренко, Ю. А. Зайцева // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. — 2014. — № 1 (31) — с. 65–68.

9. Нестеренко, А. А. Биомодификация мясного сырья с целью получения функциональных продуктов / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). — С. — IDA [article ID]: 1011407112. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/112.pdf>, 1,313 у.п.л.
10. Нестеренко, А. А. Применение стартовых культур в технологии сырокопченых колбас [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 216–219.
11. Нестеренко, А. А. Изучение действия электромагнитного поля низких частот на мясное сырье [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. — 2014. — № 4. — с. 224–227.

## Использование комплексных смесей для производства колбас

Нагарокова Дариет Казбековна, студент;

Шхалахов Дамир Сафербиевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

С развитием рыночных отношений все большее внимание уделяется увеличению объемов производства высококачественной деликатесной мясной продукции. Так, объемы производства сырокопченых колбас выросли с 2,8% (2010 г) до 6% (2013 г) и по прогнозам должны достигнуть в 2014 г 8,5% (около 225 тыс. тонн) от всего объема производства колбасных изделий.

При производстве сырокопченых колбас большое внимание уделяется качеству мясного сырья. Для обеспечения правильного процесса созревания сырье должно быть сухим и общий уровень его обсемененности должен быть максимально низким [1, с. 94, 2, с. 224]. Следующие критерии являются определяющими при выборе нежирного мясного сырья:

— к обработке допускается только мясо с гарантированным гигиеническим статусом;

— не используется парное мясо, лучше использовать охлажденное мясо, оставленное на четыре-пять дней для созревания;

— не использовать DFD-мясо. DFD-мясо больше подходит для эмульгированных вареных продуктов. DFD-мясо вводит в сырокопченые колбасы большое количество бактерий, в том числе нетипичных для нормального сырья, приводит к усложнению сушки, поскольку его способность связывать воду слишком велика, обладает меньшим мясным ароматом, что приводит к ослаблению аромата в готовом продукте [2];

— мясо должно быть «сухим», поэтому не следует использовать PSE-мясо в противном случае использование подобного мяса может привести к нежелательным превращениям миоглобина;

— при размораживании следует дать замороженному мясу освободиться от мясного сока.

Если используемый жир находится в состоянии, близком к прогорклому, либо если выбрано очень мягкое жирное сырье, стабильность продукта при хранении заметно снижается. Жир для сухих колбас должен быть

белым, как снег, и иметь хороший аромат. Рекомендуется осуществлять выбор жирного сырья в соответствии со следующими критериями [3, с. 70, 4, с. 779]:

— использовать только жирное сырье, отвечающее гигиеническим стандартам безопасности; дрожжи являются типичной микрофлорой, вносимой жиром;

— плотный шпик с высоким содержанием жировых компонентов, имеющих высокую температуру плавления, либо плотный бекон (высокое содержание насыщенных жирных кислот);

— не использовать мягкие, мажущиеся жировые ткани либо использовать очень небольшие количества этих тканей (боковой шпик, лярд, бекон с прослойками жира, пашина). Мягкие жировые ткани имеют низкие температуры плавления, что приводит к размазыванию жира в продукте. Мягкие жировые ткани содержат в большом количестве ненасыщенные жирные кислоты и быстрее прогорают. Тем не менее, мягкие жировые ткани могут быть использованы в быстро созревающих колбасах, которые обычно потребляются вскоре после производства [5, с. 135].

— не использовать жир, который хранился длительное время — даже глубокая заморозка не останавливает процесс прогоркания.

Смеси для созревания сырокопченых колбас представляют собой смеси специй, ингредиентов и добавок. Они используются для контроля процесса созревания и вкуса продукта и, соответственно, для достижения безопасного производства. В состав смеси для созревания сырокопченых колбас входят [6, с. 77]:

Соль оказывает существенное воздействие на вкус сухих колбас; помимо собственного характерного «соленого» вкуса она поддерживает в сухих колбасах аромат созревшего мяса.

В кислой среде нитрит разлагается на окись азота, которая играет важную роль в образовании окраски. В начале процесса созревания уровень pH сухих колбас слабо-

кислый (5,8–6,2). Соответственно, образование окраски может проходить очень медленно без дополнительной поддержки. Аскорбиновая кислота (а также аскорбат) способствует быстрому образованию желаемой красной окраски колбасы. Этот эффект действия аскорбиновой кислоты не только объясняется снижением уровня pH, но также зависит от воздействия аскорбиновой кислоты на окислительно-восстановительный потенциал [7, с. 67].

Выбор подходящих сахаров определяется, прежде всего, следующими критериями [8, с. 790]:

- 1) характеристики сухих колбас:
- 2) желательный профиль аромата:
- 3) какая степень контроля процесса созревания может быть достигнута? Чем точнее контролируются такие параметры созревания, как температура, влажность, насыщенность копчения, скорость воздушного потока, тем больше сахара может быть добавлено.

- 4) какие предельные сроки производства могут быть установлены? Если времени достаточно, поэтапный процесс созревания, может быть, достигнут путем использования разных Сахаров; наилучший способ достигнуть

быстрого производства состоит в использовании исключительно или преимущественно декстрозы.

5) какие параметры рецептуры фиксированы?

В ходе созревания сухих колбас моносахариды (декстроза) ферментируются на первом этапе. После их полной ферментации некоторые стартовые культуры могут приспосабливаться к дисахаридам в качестве второго этапа ферментации. Часть стартовых культур также могут ферментировать полисахариды. Для некоторых культур сложно достигнуть подобной адаптации в созревающей колбасе из-за барьеров, воздвигнутых ими в процессе окисления и сушки, а также микроклимата, зависящего от рецептуры [9, с. 785].

Рисунок 2 демонстрирует снижение уровня pH при использовании различных Сахаров. В сухих колбасах существующие объемы кислоты и реальное развитие кривых уровня pH могут различаться в зависимости от рецептуры, стартовой культуры и параметров созревания [10, 750].

Рисунок 3 иллюстрирует снижение уровня pH при увеличении дозировки декстрозы.

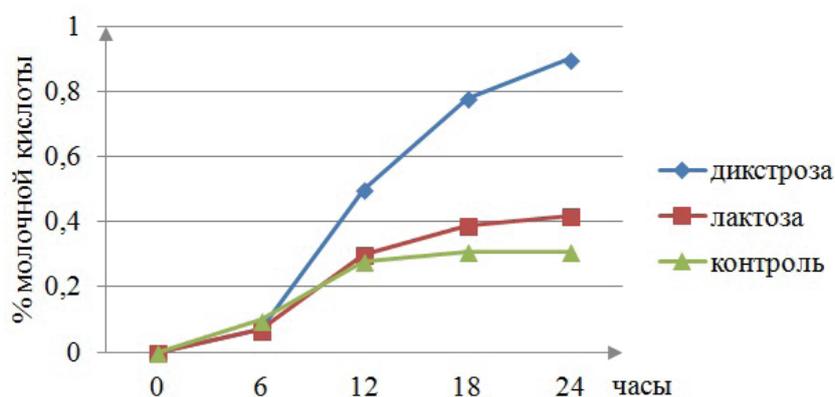


Рис. 1. Образование молочной кислоты в сухих колбасах без сахара и с добавлением 1% различных сахаров соответственно

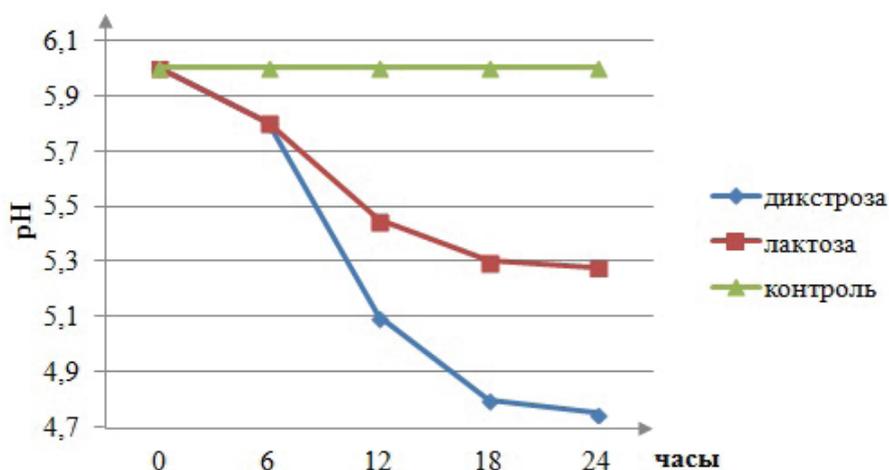


Рис. 2. Снижение уровня pH в сухих колбасах без сахара и с добавлением 1% указанных сахаров соответственно

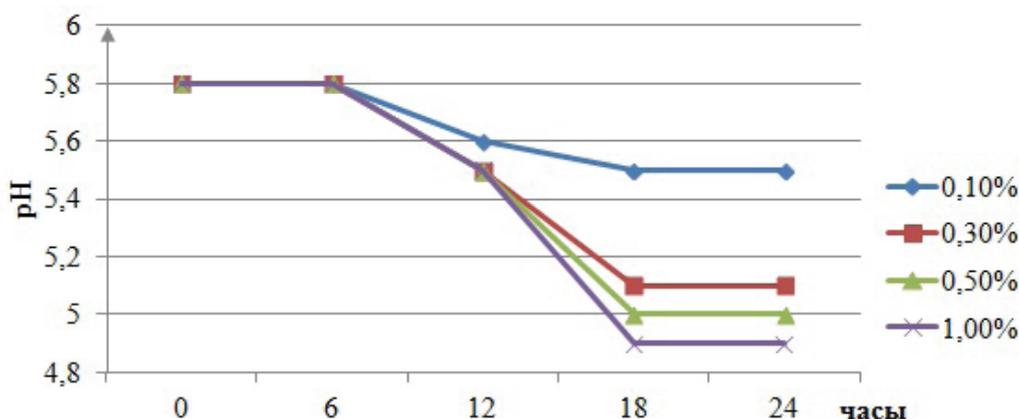


Рис. 3. Влияние различной дозировки декстрозы на снижение pH сухих колбас

Дополнительно можно использовать продукты крахмальной сахарификации с декстрозным эквивалентом (ДЭ) до 22. Поскольку коммерчески доступные продукты такого рода демонстрируют очень разную способность к ферментации, точная доза должна быть определена в процессе тестирования. Мальтодекстрин может вызвать слабое снижение уровня pH в начале процесса созревания; по мере созревания часто наблюдается более сильное окисление [11, с. 217].

Для ускорения процесса созревания и сушки сырокопченых колбас используют добавки глюконо-дельта-лактон (ГДЛ). ГДЛ представляет собой ангидрид глюконовой кислоты. При контакте с водой, он снова образует глюконовую кислоту. При этом снижается уровень pH. Нагрев ускоряет образование кислоты. ГДЛ имеет большое значение в производстве сухих колбас благодаря следующим моментам [6, с. 78]:

— быстрое уплотнение консистенции за счет быстрого снижения pH. Это также означает, что фарш колбас с ГДЛ должен быть набит в оболочку непосредственно после его составления;

— ускоренное образование окраски путем восстановления нитрита до окиси азота (вызванное кислотой).

— подавление роста микроорганизмов, чувствительных к снижению pH; безопасность критических продуктов может быть повышена путем использования ГДЛ.

Для формирования вкусовых характеристик в рецептуре сырокопченых колбас применяются специи. В основном, специи используются в сухих колбасах благодаря их способности влиять на вкус конечного продукта. Перец является для сухих колбас основной специей. Во многих регионах в качестве такой добавки часто используется чеснок, и его дозировка в продукте варьируется от едва различимых ноток до ярко-выраженного аромата. Паприка, в основном, используется в венгерских и испанских разновидностях сухих колбас [5, с. 95].

В технологии сырокопченых колбас немало важным является использование стартовых культур. Их использование позволяет сделать производственный процесс быстрее, экономичнее и воспроизводимее и, прежде всего, более безопасным.

Введение в рецептуру сырокопченых колбас, социально подобранных смесей для созревания, способствует ускорению технологического процесса, улучшению качества и повышению органолептических показателей готовой продукции.

#### Литература:

1. Акопян, К.В. Формирование аромата и вкуса сырокопченых колбас [Текст] / К.В. Акопян, А.А. Нестеренко // Молодой ученый. — 2014. — № 7. — с. 93–95.
2. Нестеренко, А.А. Функционально-технологические показатели сырья после внесения стартовых культур [Текст] / А.А. Нестеренко, К.В. Акопян // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 223–226.
3. Патиева, А.М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А.М. Патиева, С.В. Патиева, В.А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.
4. Нестеренко, А.А. Биологическая ценность и безопасность сырокопченых колбас с предварительной обработкой электромагнитным полем низких частот стартовых культур и мясного сырья / Нестеренко А.А., Акопян К.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 05 (099). — с. 772–785. — IDA [article ID]: 0991405052. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/52.pdf>.
5. Нестеренко, А.А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А.А. Нестеренко, А.М. Патиева, Н.М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.

6. Nesterenko, A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 4 (7–8). — pp. 77–80.
7. Нестеренко, А. А. Применение стартовых культур в технологии производства ветчины / А. А. Нестеренко, Ю. А. Зайцева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 1 (31) — с. 65–68.
8. Нестеренко, А. А. Влияние активированного электромагнитным полем низких частот стартовых культур на мясное сырье / Нестеренко А. А., Горина Е. Г. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 05 (099). — с. 786–802. — IDA [article ID]: 0991405053. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/53.pdf>, 1,063 у.п.л.
9. Нестеренко, А. А. Биомодификация мясного сырья с целью получения функциональных продуктов / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). — С. — IDA [article ID]: 1011407112. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/112.pdf>, 1,313 у.п.л.
10. Нестеренко, А. А. Выбор и исследование свойств консорциума микроорганизмов для обработки мясного сырья / Нестеренко А. А., Акопян К. В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 07 (101). — С. — IDA [article ID]: 1011407111. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/111.pdf>, 1,188 у.п.л.
11. Нестеренко, А. А. Применение стартовых культур в технологии сырокопченых колбас [Текст] / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 216–219.

## Применение парофазной технологии для крашения полиамидных швейных ниток дисперсными красителями в их газообразном состоянии

Пейсахович Артур Аврамович, кандидат технических наук, доцент;

Огуречникова Инесса Александровна, кандидат педагогических наук, зав. кафедрой;

Дмитровградский инженерно-технологический институт — филиал Национального исследовательского ядерного университета

*В статье рассмотрен способ парофазного крашения полиамидных швейных ниток дисперсными красителями в их газообразном состоянии с использованием разработанного устройства. Определена степень влияния основных независимых переменных влияющих на процесс крашения.*

*Ключевые слова: полиамид, текстильные материалы, швейные нитки, крашение, дисперсные красители, парофазное крашение.*

В настоящее время, способность дисперсных красителей к сублимации, как правило, используется для переводной термопечати текстильных полотен, изготовленных из синтетических волокон, или уже готовых изделий из этих полотен.

Немногочисленные предложения по использованию сублимационной способности дисперсных красителей в крашении текстильных материалов не находят широкого применения в отделочном производстве. Это связано, в первую очередь, со сложностью аппаратного оформления такого технологического процесса, но в отдельных областях текстильного направления данная технология крашения волокон разрабатывается, например, для защиты ценных бумаг [1].

К наиболее важным и положительным преимуществам парофазной технологии крашения можно отнести ее экологичность, обеспечиваемую отсутствием сточных вод в процессе крашения, снижение энергозатрат, сокращение времени крашения и уменьшение производственных площадей [2].

Перенос красителя в волокно не через водный раствор, а путём перевода его в сублимированное состояние, является наиболее важным отличием парофазной технологии от существующих периодических и непрерывных способов. По своей физической сущности способ представляет собой адсорбцию пара красителя на поверхности раздела, твёрдое тело — пар [3, 4].

Для реализации парофазного крашения требуется специализированное оборудование. К их числу относится устройство для крашения синтетических швейных ниток дисперсными красителями переведенных **газообразное состояние [5], разработанное под руководством д.т.н. профессора Павутницкого В. В.**

**Принципиальная схема устройства показана на рисунке 1.** Воздушная камера 2 служит для подачи сжатого воздуха и находится в нижней части цилиндрического корпуса 3.

В камере крашения 1 находится нагревательный элемент 6 и красящий порошок дисперсного красителя 7. Для подачи нити 8 в камеру крашения 1 служит верхний на-

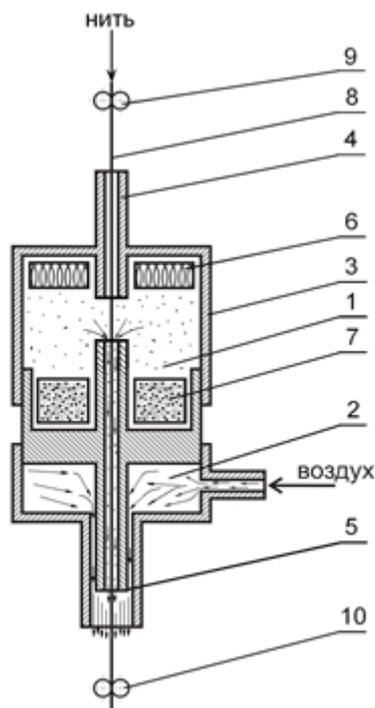


Рис. 1. Устройство для крашения синтетических швейных ниток дисперсными красителями в их газообразном состоянии

правляющий ролик 9, находящийся перед входным нитепроводом 4. Для выхода нити из камеры крашения предусмотрен нижний направляющий ролик 10, расположенный после выходного нитепровода 5.

Для выявления закономерностей, характеризующих процесс парофазного крашения швейных ниток дисперсными красителями с использованием разработанного устройства, был проведен ряд экспериментальных исследований.

В качестве объектов исследования были выбраны полиамидные швейные нитки № 50 К. Степень интенсивности окраски которых оценивали по изменению свет-

лоты  $L^*$  [6], которую определяли с помощью спектрометра Techkon SP — 810 [7]. Светлота неокрашенных ниток составила  $L^*_{нач.к} = 77,46$ .

Для парофазного крашения были использованы порошки дисперсных красителей марок: «Дисперсный розовый 2С»; «Дисперсный алый 2Ж» и «Дисперсный синий 2 100%», производства ОАО «Пигмент» г. Тамбов.

Анализ результатов проведенных экспериментов показал, что наиболее важным фактором, оказывающим существенное влияние на интенсивность окраски, является скорость прохождения нити через камеру крашения. При

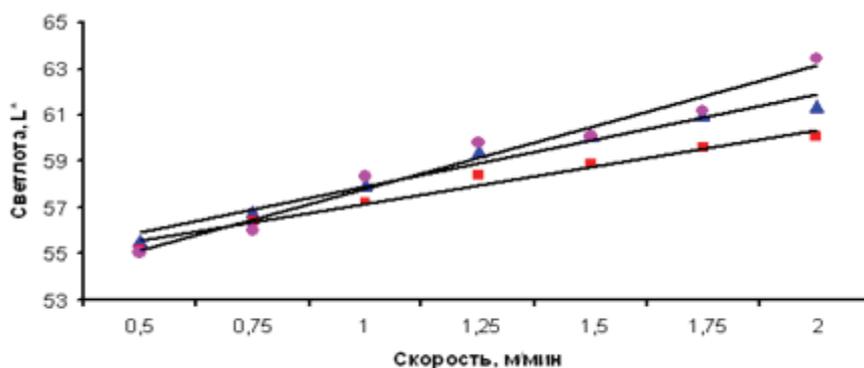


Рис. 2. Зависимость светлоты от скорости продвижения нити: ● — дисперсный розовый 2, ■ — дисперсный алый 2Ж, ▲ — дисперсный синий 2 100%. Температура в камере крашения — 195 °С; давление атмосферное

этом было установлено, что при более низких скоростях крашения интенсивность окраски выше (рис. 2).

Однако при практическом применении устройства необходимо учитывать соотношение интенсивности окраски с производительностью устройства, которая напрямую зависит от скорости прохождения нити через камеру крашения.

Разряжение, создаваемое в камере крашения и температура нагрева поверхности дисперсных красителей, также оказывают значительное влияние на интенсивность окраски нити.

За счет разряжения, создаваемого в камере крашения, с одной стороны, облегчается переход красителя из твердого в газообразное состояние, а с другой создаются благоприятные условия для осаждения молекул красителя из газовой среды на поверхность окрашиваемой нити. Этот вывод подтверждают данные, полученные при проведении экспериментальных исследований (рис. 3).

Анализ кривых, приведенных на рисунке 3, позволяет предположить, что разряжение в камере крашения следует выбирать в диапазоне 73,5 Па — 122,5 Па.

Известно, что при температурах 180°C — 200°C происходит интенсивная сублимация дисперсных красителей [8]. Действительно, проведенные эксперименты показали, что с повышением температуры (рис. 4), за счет увеличения концентрации молекул красителя в объеме камеры крашения, интенсивность окраски швейной нити повышается.

Кроме того, можно предположить, что помимо увеличения сублимации красителей, повышение температуры (с учетом скорости движения нити) способствует переходу полиамидного волокна в высокоэластическое состояние, что, в свою очередь, способствует проникновению молекул красителей во внутренний объем волокон.

Для визуальной оценки качества и глубины проникновения дисперсного красителя в волокна швейной нити, при

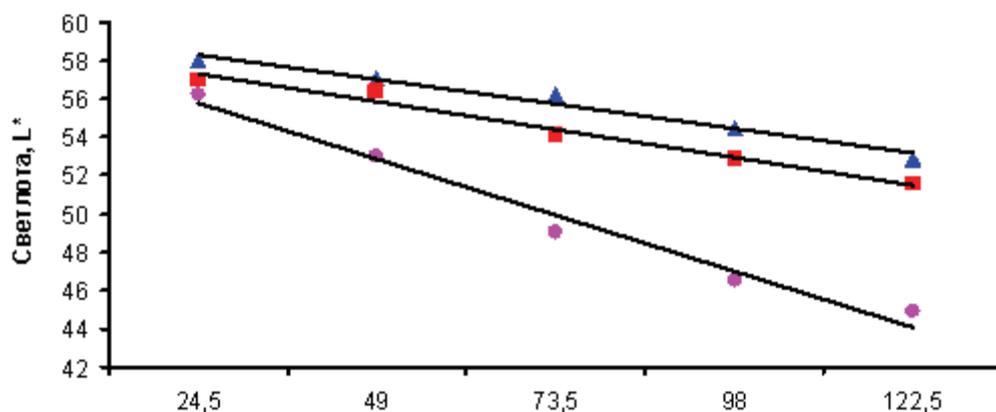


Рис. 3. Зависимость светлоты от разряжения в камере крашения: ● — дисперсный розовый 2, ■ — дисперсный алый 2Ж, ▲ — дисперсный синий 2 100%. Температура в камере крашения — 195 оС. Скорость продвижения нити 1 м/мин.

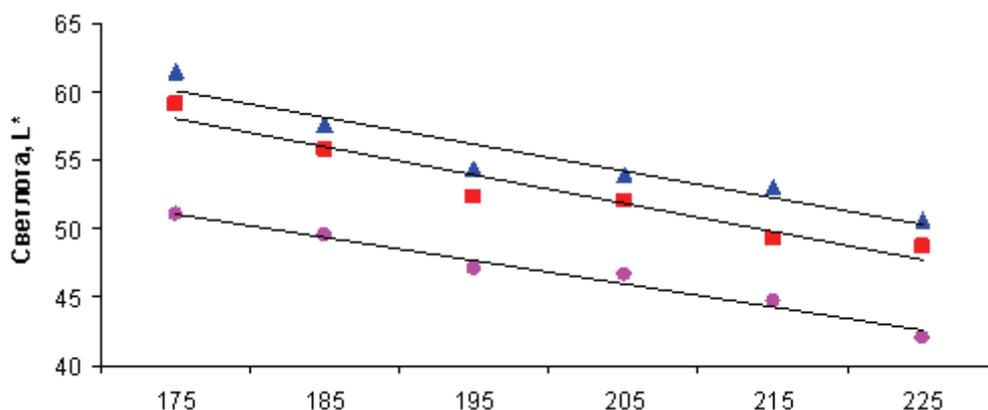


Рис. 4. Зависимость светлоты от температуры в камере крашения: ● — дисперсный розовый 2, ■ — дисперсный алый 2Ж, ▲ — дисперсный синий 2 100%. Скорость продвижения нити составляла 1 м/мин. Разряжение в камере крашения 98 Па.

крашении последних с использованием разработанного устройства, были сделаны микрофотографии срезов полиамидных швейных ниток, которые приведены на рисунках 5 [9].

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что при увеличении температуры и разря-

жения в камере крашения интенсивность крашения полиамидных швейных ниток увеличивается. При увеличении скорости продвижения нити интенсивность крашения снижается.

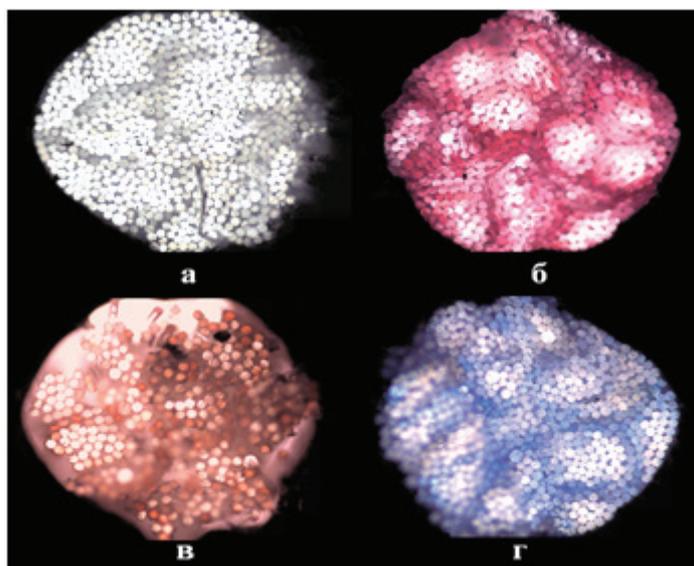


Рис. 5. Микрофотографии поперечного разреза полиамидных ниток а) без красителя, б) дисперсный розовый, в) дисперсный красный, г) дисперсный синий

#### Литература:

1. Кузьменкова, Н. В. Окрашивание химических волокон для защиты ценных бумаг [Текст] / Н.В. Кузьменкова, Е. А. Сементовская, В. Е. Сыцко, Л. С. Пинчук // Вестник Витебского государственного технологического университета № 22, Витебск., 2012, с. 130–136.
2. Пейсахович, А. А., Павутницкий В. В. Использование газоструйного насоса в парофазной технологии крашения синтетических швейных ниток // Швейная промышленность — 2011 — № 3. — с. 36–37.
3. Пейсахович, А. А., Павутницкий В. В. Парофазный способ крашения синтетических швейных ниток и пряжи // Текстильная промышленность № 4, М., 2010, с. 14–15.
4. Пейсахович, А. А., Романов В. Е. Определение устойчивости к истиранию синтетических швейных ниток окрашенных парофазным способом // Дизайн. Материалы. Технология № 5, С Пб., 2011, с. 22–25.
5. Пат. № 2402650 С1 РФ: МПК D06B 3/04/ Устройство для крашения полиэфирной пряжи и нитей дисперсными красителями в их газообразном состоянии // Павутницкий В. В., Пейсахович А. А., Зенцов А. П.; заявитель и патентообладатель УлГТУ. — Оpubл. 27.10.2010. Бюл. № 30. — 6 с.: ил.
6. Пейсахович, А. А. Исследование и разработка процесса парофазного крашения швейных ниток: автореф. дис. канд. техн. наук. — Санкт-Петербург, 2012. — 16 с.
7. Пейсахович, А. А. К вопросу о повышении производительности устройства для парофазного крашения швейных ниток [Текст] / А. А. Пейсахович, Е. М. Веденева, Г. В. Семенченко // Научно-технический вестник Поволжья № 2, Казань., 2013, с. 177–181.
8. Смирнова, О. К., Блинчева И. Б. Изучение распределения дисперсных красителей между хлопком и лавсаном в условиях крашения хлопка-лавсановой ткани. — Технология текстильной промышленности. Изв. Вузов, 1980. № 4, с 53–56.
9. Пейсахович, А. А. Исследование и разработка процесса парофазного крашения швейных ниток. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02: защищена 15.05.12: утв. 22.11.12 / Пейсахович Артур Аврамович. — М., 2012. — 110 с. — Библиогр.: 77 с.

## Осесимметричная динамическая задача о нагружении упруго-пластической сферы под действием подвижной нагрузки

Савурбаев Абдумумин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник;  
 Мухаммадиев Матлаб Тошмуродович, соискатель;  
 Ахмедов Бурхан Икромович, соискатель;  
 Синдаров Пулат Муродимович, соискатель  
 Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

*Проведены исследования переходных процессов при распространении волн напряжений в сферическом теле в случае когда контактные усилия и закон расширения зоны контакта заменены заданной подвижной ударной нагрузкой. Разработан и реализован алгоритм учета разгрузки.*

**Ключевые слова:** контактная задача, ударная нагрузка, упруго-пластическая сфера, волна разгрузки, переходной процесс, подвижная нагрузка.

## Axisymmetric dynamic problem of loading of the elastic-plastic sphere under the action of the movable load

*The study of transient processes in the propagation of waves of tension both in the spherical body when the contact forces and the law of extension of the contact zone are replaced by the given mobile shock. Developed and implemented accounting unloading.*

В процессе исследования рассматривается осесимметричная нестационарная задача о нагружении сферического тела подвижной нагрузкой, распространяющейся по ее внешней поверхности со скоростью  $\gamma$ .

Задача о деформировании твердых тел с подвижными нагрузками тесно примыкает к задачам соударения [1], являясь их первым приближением. Это следует из того, что в некоторых случаях воздействие одного тела на другое может быть заменено заданной нагрузкой, интенсивность и закон распространения которой определяется из геометрических, физических или каких-либо иных соображений.

Материальные точки сферического тела имеющего в сечении форму кольца с внутренним  $r_0$  и внешним  $r_M$  радиусами, относятся к сферической системе координат  $(r, \varphi, \nu)$ . Из за осевой симметрии движение точек тела, достаточно рассмотреть в меридиональной плоскости  $\nu = const$ . Определим в ней расчетную область, имеющую форму прямоугольника (рис. 1).

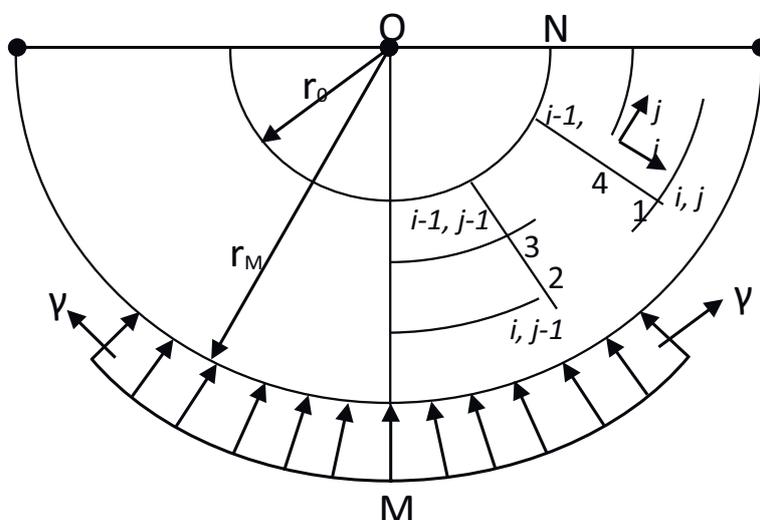


Рис. 1

$$\mathcal{D}: \begin{cases} r_0 \leq r \leq r_M \\ \varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_N \end{cases}$$

где  $r_0, r_M$  — соответственно внутренний и внешний радиусы сферической оболочки;  
 $\varphi_0, \varphi_N$  — боковые границы сферы.

Алгоритм расчета пространственной задачи основан на лагранжевых конечных элементах (кэ) и обобщенный алгоритм совпадает с алгоритмом описанным в работе [1]. При этом расчетная область разбивается на элементарные ячейки прямоугольной формы регулярной сеткой координатных линий [2]:

$$\left. \begin{aligned} r_i &= r_0 + i \cdot \Delta r, \quad i = 1, 2, \dots, M \\ \varphi_j &= \varphi_0 + j \cdot \Delta \varphi, \quad j = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \right\} \tag{1}$$

где  $\Delta r = \frac{r_M - r_0}{M}, \Delta \varphi = \frac{\varphi_N - \varphi_0}{N}$  — шаги сетки разбиения.

Объем элемента равен объему тела вращений ячейки расчетной области вокруг оси симметрии на единичный угол. Внутри каждого элемента неизвестные функции перемещений с составляющими

$$u^i(r, \varphi, t); \quad i = 1, 2$$

представляются в виде разложения

$$u^i(r, \varphi, t) = \sum_{k=1}^{ч\upsilon} \psi_k^i(r, \varphi) \cdot u_k^i(t), \tag{2}$$

где  $u_k^i(t)$  — узловые значения составляющих перемещений;

$\psi_k^i(r, \varphi)$  — специальным образом подобранные функции координат со следующими свойствами:

$$\psi_k(r_i, \varphi_i) = \begin{cases} 1, & i = k; \\ 0, & i \neq k \end{cases}$$

выбор которых обусловлен непрерывностью перемещений между узлами;

$ч\upsilon$  — число узлов в элементе;

$t$  — время.

Вычисляя соответствующие производные по пространственным переменным, из (2) можно получить выражения для компонент тензора малых деформаций [3]:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{rr} &= \sum_{k=1}^{ч\upsilon} \frac{\partial \psi_k}{\partial r} u_k^{(1)}; \\ \varepsilon_{\varphi\varphi} &= \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{ч\upsilon} \left( \frac{\partial \psi_k}{\partial \varphi} u_k^{(2)} + u_k^{(1)} \psi_k \right); \\ \varepsilon_{\nu\nu} &= \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{ч\upsilon} \left[ (u_k^{(1)} + ctg\varphi \cdot u_k^{(2)}) \psi_k \right]; \\ \varepsilon_{r\varphi} &= \frac{1}{r} \sum_{k=1}^{ч\upsilon} \left( \frac{\partial \psi_k}{\partial \varphi} \cdot u_k^{(1)} + r \left( \frac{\partial \psi_k}{\partial r} u_k^{(2)} - \psi_k \frac{u_k^{(2)}}{r} \right) \right) \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

Связь напряжений и деформаций устанавливается на основании законов деформационной теории пластичности [3] в виде

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{rr} &= (\lambda + 2\mu)\varepsilon_{rr} + \lambda\varepsilon_{\varphi\varphi} + \lambda\varepsilon_{vv} \\ \sigma_{\varphi\varphi} &= \lambda\varepsilon_{rr} + (\lambda + 2\mu)\varepsilon_{\varphi\varphi} + \lambda\varepsilon_{vv} \\ \sigma_{vv} &= \lambda\varepsilon_{rr} + \lambda\varepsilon_{\varphi\varphi} + (\lambda + 2\mu)\varepsilon_{vv} \\ \sigma_{r\varphi} &= \mu\varepsilon_{r\varphi} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Здесь обобщенные модули являются функциями инвариантов тензора деформаций:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{\sigma(\varepsilon)}{\varepsilon} - \frac{2}{9} \cdot \frac{\sigma_i(\varepsilon_i)}{\varepsilon_i} \\ \mu &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\Phi(\varepsilon_i)}{\varepsilon_i} \end{aligned} \right\},$$

где  $\sigma = F(\varepsilon)$  — закон сжимаемости;

$\sigma_i = \Phi(\varepsilon_i)$  — закон эластичности;

$\varepsilon = \varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\varphi\varphi} + \varepsilon_{vv}$  — относительная объемная деформация;

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(-\varepsilon_{\varphi\varphi})^2 + (\varepsilon_{\varphi\varphi} - \varepsilon_{vv})^2 + (\varepsilon_{vv} - \varepsilon_{rr})^2} + \frac{3}{2} \varepsilon_{r\varphi}^2 \quad \text{— интенсивность деформаций.}$$

В решении задачи могут быть самопроизвольные разрывы (скачки) и сохранение внутренней энергии теряется, даже когда некоторые другие законы сохранения массы и моменты выполняются. Здесь используется такой прием как рассеивание энергии, с помощью искусственной вязкости. Последняя учитывается в уравнении движения дискретной модели как добавок к действующим напряжениям:

$$\sigma_R = \sigma_R + Q_R \quad (R = rr, \varphi\varphi, vv, r\varphi),$$

где  $Q_R$  — компоненты псевдовязкостных напряжений.

Уравнения движения выводятся на основе вариационного принципа Гамильтона-Остроградского и имеют следующий вид:

$$\sum_{k \in M(i)} \Delta m_k \ddot{u}_i^{(1)} = - \sum_{k \in M(i)} \iint_{\Delta V_{k\alpha}} \left[ \sigma_{rr} \frac{\psi_e}{\partial r} + (\sigma_{\varphi\varphi} + \sigma_{vv}) \frac{\psi_e}{r} + \sigma_{r\varphi} \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_e}{\partial \varphi} \right] dV + \sum_{k \in M(i)} \int_{\Delta S_{k\alpha}} P^{(1)} \psi_e ds;$$

$$\sum_{k \in M(i)} \Delta m_k \ddot{u}_k^{(2)} = - \sum_{k \in M(i)} \iint_{\Delta V_{k\alpha}} \left[ \sigma_{rr} \frac{1}{r} \frac{\psi_e}{\partial \varphi} + (\sigma_{vv} \operatorname{ctg} \varphi - \sigma_{r\varphi}) \frac{\psi_e}{r} + \sigma_{r\varphi} \frac{\partial \psi_e}{\partial r} \right] dV + \sum_{k \in M(i)} \int_{\Delta S_{k\alpha}} P^{(2)} \psi_e ds;$$

Здесь  $\Delta V_{k\alpha}$  — объем элемента;

$\Delta S_{k\alpha}$  — площадь поверхности элемента;

$M(i)$  — множество кратных элементов в узле с номером  $i$ ;

$\psi_e(r, \varphi)$  — функции формы;

$e$  — локальный номер  $i$  в элементе  $k$ ;

$P^{(i)}$  — заданные составляющие поверхностного давления;

$\Delta m_k$  — доля общей массы элемента, сосредоточенная в его  $k$ -м узле с весом  $\psi_k(r, \varphi)$ ;

$$\Delta m_k = \iint_{\Delta V_{кз}} \rho(r, \varphi) \cdot \psi_k(r, \varphi) dV, \text{ где } \rho(r, \varphi) \text{ — плотность среды в элементе.}$$

При расчетах полагаем, что границы расчетной области свободны от усилий:

$$P^{(1)} = P^{(2)} = 0 \text{ при } \begin{cases} r = r_0, & 0 \leq \varphi \leq \varphi_N; \\ r_0 \leq r \leq r_M, & \varphi = \varphi_N; \\ r = r_M, & \varphi^*(t) \leq \varphi \leq \varphi_N, \end{cases}$$

кроме части внешней границы, на которой задано давление

$$\left. \begin{array}{l} P^{(1)} = PR(\varphi, t) \\ P^{(1)} = 0 \end{array} \right\} \text{ при } r = r_M, \quad 0 \leq \varphi \leq \varphi^*(t), \text{ где координата крайней точки подвижной нагрузки определяется}$$

из уравнения

$$\frac{d\varphi^*(t)}{dt} = \gamma$$

Условия симметричности удовлетворяются с помощью ряда ячеек за осью симметрии, куда засылаются параметры из смежных ячеек среды, т. е. на оси симметрии выполняются условия:

$$P^{(2)} = 0, \quad u^{(2)} = 0.$$

Рассматриваются варианты, когда экспериментальные связи между инвариантами, тензора напряжений и деформаций аппроксимируются линейными и квадратичными функциями.

Особое место занимает случай, когда кривая разгрузки не совпадает с кривой нагружения. В этом случае для замыкания задачи необходимо определить значения объемной деформации  $\mathcal{E}^*$  и интенсивности деформаций  $\mathcal{E}_i^*$ , соответствующие началу разгрузки. Для этого на каждом временном слое в каждом элементе для каждого узла интегрирования проверяется выполнение условий:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{d\mathcal{E}_i}{dt} \leq 0 \\ \frac{d\mathcal{E}}{dt} \leq 0 \end{array} \right\},$$

при которых соответствующие значения объемной деформации и интенсивности деформаций принимаются за  $\mathcal{E}^*$  и  $\mathcal{E}_i^*$ . При этом процессе разгрузки будет происходить до тех пор, пока соответствующие значения  $\mathcal{E}$  и  $\mathcal{E}_i$  не будут превосходить  $\mathcal{E}^*$  и  $\mathcal{E}_i^*$ .

Экспериментальные кривые, характеризующие объемное сжатие и деформацию сдвига, аппроксимируются следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma = \alpha_1 \mathcal{E} + \alpha_2 \mathcal{E}^2 \\ \sigma_i = \beta_1 \mathcal{E}_i + \beta_2 \mathcal{E}_i^2 \end{array} \right\} \text{ в случае нагружки;}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sigma(\mathcal{E}, \mathcal{E}^*) = \sigma(\mathcal{E}^*) + E(\mathcal{E} - \mathcal{E}^*) \\ \sigma_i(\mathcal{E}_i, \mathcal{E}_i^*) = \sigma_i(\mathcal{E}_i^*) + E(\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_i^*) \end{array} \right\} \text{ в случае разгрузки.}$$

Здесь напряжения отнесены к величине  $(\lambda + 2\mu)_{\mathcal{E}=\mathcal{E}_i=0}$  и безразмерные величины согласно экспериментам имеют значения:

$E = E_i = 0.726$ ,  $\alpha_1 = 0.726$ ,  $\alpha_2 = 0$ ,  $\beta_1 = 0.616$ ,  $\beta_2 = 0.0102$  (5) (нелинейно-упругий материал).

Расчеты проводились на сетке  $M = 30$ ,  $N = 40$  ( $\Delta\varphi = 0.02$ ,  $\Delta r = 0.01$ ) с заданной нагрузкой в виде  $P^{(1)} = PR(\varphi, t) = -0.5 \cdot 10^{-2} (1 - \exp(-400t))$ .

На рис. 2 и 3 показаны графики изменения компонент напряжений  $\sigma_{rr}$ ,  $\sigma_{\varphi\varphi}$  на оси симметрии в точках с координатами (1, 0), (0.95, 0), (0.9, 0)

На рис. 4 приведены графики изменения координаты пересечения фронтов продольной волны (кривая 1) и волны разгрузки (кривая 2) с осью симметрии. Численные эксперименты показывают, что скорость волны разгрузки вдвое меньше скорости продольной волны в сечении  $\varphi = 0$ .

Влияния искусственной вязкости можно проследить на рис. 5.

При расчетах без искусственной вязкости ( $\xi = \eta = 0$  — сплошная кривая) в зонах больших градиентов скоростей деформаций и напряжений имеют место колебания указанных величин. Для сравнения на последнем рисунке приведена пунктирная кривая, полученная с использованием искусственной вязкости ( $\xi = 0.015$ ,  $\eta = 0.005$ ). При этом экспериментальные кривые аппроксимируются в виде квадратичной функции с параметрами (5). Расчет проведен на сетке  $M=50$ ,  $N=40$  ( $\Delta r = 0.01$ ,  $\Delta\varphi = 0.02$ ) при  $\varphi^*(t) = 0.15$ .

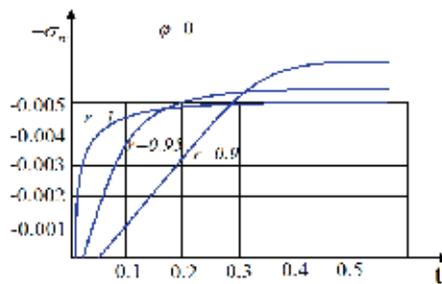


Рис. 2.

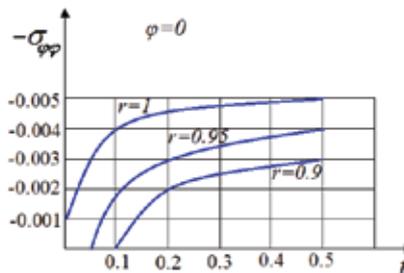


Рис. 3.

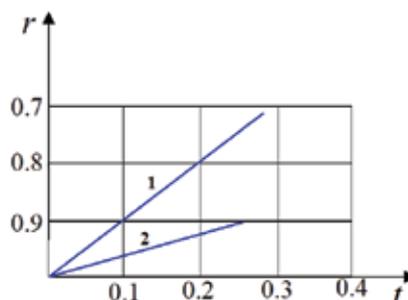


Рис. 4.

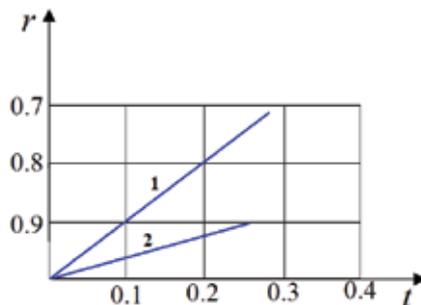


Рис. 5.

Как показывают расчеты, применение искусственной вязкости позволит значительно уменьшить амплитуду колебаний и при некоторых значениях коэффициентов  $\xi$  и  $\eta$  добиться полного их сглаживания.

Литература:

1. Савурбаев, А., Дангалов Н. А., Шертойлоков Г. М., Эшонкулов Ш. У. Алгоритм расчета переходного процесса при ударе цилиндрического кольца о жесткое полупространство. Молодой учёный. № 8 (67). июнь, 2014 г. с. 246–249.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике. М., «Мир», 1975.
3. Рахматуллин, Х. А., Сагомоян А. Я., Алексеев Н. А. Вопросы динамики грунтов. М. изд-во МГУ, 1964.

## Рендер в облаке в программе Autodesk Revit: преимущества и недостатки

Сазанов Евгений Александрович, кандидат технических наук, доцент  
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (г. Омск)

*В статье приводится анализ рендера изображений в облаке в программе Autodesk Revit, выявляются основные преимущества и недостатки использования данного способа получения тонированных изображений.*

*Ключевые слова: 3D-модель, рендер, визуализация в Cloud.*

Встроенные инструменты программы Autodesk Revit позволяют получать изображения проектируемых объектов высокой степени реалистичности, без дополнительного экспорта 3D-модели в другие специализированные программы. Однако особенностью рендера непосредственно в программе Autodesk Revit является его значительная продолжительность, по сравнению с рендером той же сцены в программе Autodesk 3ds Max.

С появлением инструментов для рендера в облаке начиная с Autodesk Revit 12 пользователю предоставляется выбор между проведением рендера изображения на своем локальном компьютере, либо использовать удаленные вычислительные мощности и провести рендер в облаке.

Использование инструментов Autodesk Revit для рендера в облаке, позволяет существенно ускорить скорость тонирования изображений за счет использования больших удаленных вычислительных мощностей. На получение качественных изображений в этом случае тратится разумное количество времени, что позволяет поддерживать рабочий ритм проектирования.

Процесс визуализации в облаке состоит из основных этапов:

- создание в программе Autodesk Revit 3D-вида для визуализации, настройка параметров освещения и внешнего окружения;
- загрузка сцены в Cloud;
- просмотр обрабатываемых и завершенных визуализаций в веб-браузере;
- корректировка экспозиции и (или) внешнего окружения;
- повторная визуализация в Cloud и сохранение результатов.

Организация работы в веб-браузере и управление процессом визуализации имеет свои особенности, но для подготовленного пользователя сложности не представляет, а расширенные инструменты настройки окружающей среды позволяют проводить визуализацию с более высокой степенью реалистичности.

Применение удаленного рендера в облаке позволяет более эффективно использовать локальные компьютеры,

предоставляя пользователю больше времени для непосредственной работы в программе и исключая вынужденные простои во время локальной визуализации.

При визуализации в *Cloud* отсутствует необходимость приобретать высокопроизводительные компьютеры способные проводить рендер 3D-видов в приемлемые сроки.

Возможно также некоторое сокращение времени работы по подготовке и настройке 3D-вида к визуализации за счет менее тщательной его оптимизации и упрощения т.к. огромные вычислительные мощности облака способны обрабатывать самые сложные 3D-модели.

Но наряду с однозначно положительными моментами (высокая скорость рендера, отсутствие необходимости в экспорте в *Autodesk 3ds Max*) следует отметить и присущие рендеру в облаке недостатки, обусловленные условиями доступа к этому облачному сервису и некоторыми отличиями от рендера непосредственно в самой программе *Autodesk Revit*.

Необходимость постоянного доступа в интернет. Внезапный обрыв доступа в сеть на стадии рендера может привести к срыву сроков представления проекта. В этом случае быстро найти альтернативу недоступному облачному рендеру и провести аналогичное по качеству и стилю тонирование изображений в оставшееся время вряд ли возможно.

Расходы на рендер, при использовании облачного сервиса, могут легко превысить запланированный объем т.к. точно определить сколько раз, в каком качестве и какие изображения будут рендериться, практически вряд ли возможно, а мера работы над проектом, внесения и согласования изменений количество необходимых рендеров может превысить все предполагаемые значения. Предоставляемый же в рамках подписки объем использования удаленных вычислительных мощностей ограничен и может быстро закончиться.

Еще одним подводным камнем визуализации в *Cloud*, который может негативно проявиться в работе, можно считать предоставляемые несколько большие возможности по настройке окружающей среды при визуализации

в облаке чем имеющиеся возможности при рендере изображения непосредственно в самой программе. При их использовании для настройки рендера, пользователь однозначно привязывается к рендеру в облаке т.к. эти настраиваемые параметры задаются только при визуализации в облаке и вне облака они не воспроизводятся. Например, применение расширенной экспозиции и фоновой среды, освещение на основе коллекции HDR-изображений позволяет получать весьма реалистичные изображения. Однако, при использовании этих инструментов пользователь становится привязанным к облачному рендеру т.к. выполнить тонирование с аналогичными настройками на своем локальном компьютере программа возможности не предоставляет.

Стоит отметить и тот факт, что начало процесса рендера в облаке может быть отложено по причине загрузки вычислительных мощностей. Сформированное и отправленное задание на рендер может стоять в очереди непонятное количество времени. В условиях ограниченного времени работы над проектом, это может быть неприемлемо. Поэтому, для проведения рендера без неожиданных задержек имеет смысл ориентироваться не на тонирование в *Cloud*, а на находящиеся в непосредственном распоряжении собственные вычислительные мощности.

Таким образом использование облачного сервиса для визуализации 3D-видов имеет как однозначно положительные моменты, способствующие повышению производительности и сокращению сроков визуализации, так и отрицательные, которые в определенных условиях могут стать причиной отказа от визуализации в *Cloud*. Поэтому, в зависимости от конкретных условий работы над проектом, оптимальным способом тонирования 3D-видов может быть как визуализация в *Cloud*, так и визуализация непосредственно в самой программе *Autodesk Revit* на локальном компьютере.

Следует понимать, что даже при всех бесспорных преимуществах визуализации в *Cloud*, использование данного удаленного сервиса имеет и ряд отмеченных недостатков.

## Применение оптимизации рецептурных композиций колбасных изделий

Тимошенко Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор;

Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Нагарокова Дариет Казбековна, студент

Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Питание является важнейшей физиологической потребностью организма, определяющей здоровье населения. Рациональное питание, особенно детей, — это один из основных факторов, влияющих на физиологическое и умственное развитие, сопротивляемость организма отрицательным воздействиям в условиях глобального экологического кризиса [1, с. 37].

Концепция государственной политики в области здорового питания предусматривает создание новейших технологий производства пищевых продуктов, а также увеличение объемов выработки пищевых продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью, гарантированной безопасностью и длительным сроком годности [2, с. 77].

Биологически полноценные продукты, выработанные в промышленных условиях играют большую роль в организации здорового, сбалансированного питания детей как в домашних условиях, так и в организованных коллективах.

На сегодняшний день, как во всем мире, так и в России, сегмент детского питания по сравнению с остальными товарными группами стал самым быстрорастущим. При создании продуктов детского питания учитываются такие факторы, как обеспечение детского организма пищевыми веществами и энергией в соответствии с его физиологическими потребностями и спецификой обменных процессов; местное и общее воздействие питания на организм; химический состав сырья и выбор технологии его обработки. В этой связи принципы и этапы проектирования и разработки продуктов детского питания существенно отличаются от продуктов общего назначения [3, с. 62].

Целью работы является обобщение и систематизация данных по питанию детей и моделирование рецептуры колбасных изделий для детского питания.

При разработке требований на кафедре технологии хранения и переработки животноводческой продукции были разработаны колбасные изделия для детского питания в следующих соотношениях: белок и жир в продукте 1: (0,8 1,5) при уровне животного белка не менее 70%. Общее содержание белка в готовых колбасках должно составлять 12–15%, жира — 10–18%. При этих макронутриентных показателях обеспечение суточной потребности детей старше трех лет при употреблении 100 г колбасок должно составлять: в железе не менее 50%, в витаминах С, Е и β-каротине 10–40%; в кальции, фосфоре и йоде — 20–50% [4, с. 76, 5, с. 70].

Учитывая незрелость детоксикационных барьеров детского организма, содержание нитритов в готовых изделиях не должно превышать 30 мг/кг, содержание поваренной соли не должно превышать 1,7% [6, с. 12, 7, с. 16,

8, с. 38]. Установлены требования по микробиологическим и токсикологическим показателям. По жирнокислотному и аминокислотному составам колбаски должны быть сбалансированы с учетом физиологических потребностей старше трех лет. Медико-биологические рекомендации к антианемическим колбаскам для детского питания представлены в таблице 1.

**В основу создания системы компьютерного проектирования и оценки качества многокомпонентных продуктов функционального питания с заданным составом и медико-биологическими показателями заложены кратко описанные ниже понятия, представления и модели [9, с. 100, 10, с. 56].**

Предлагаемая система имеет следующий набор модулей и процедур: базы данных о составе пищевых ингредиентов, базы данных аминокислотного, липидного и углеводного эталонов, процедуры расчета и оценки сбалансированности состава продукта, процедуры моделирования и оптимизации белковой составляющей поликомпонентных продуктов и рационов специализированного питания [11, с. 990].

База данных аминокислотного состава компонентов содержит информацию о наличии и качестве незаменимых аминокислот: изолейцина, лейцина, лизина, метионина, цистина, фенилаланина, треонина, триптофана, валина, гистидина в массовой доле общего белка [12, с. 120].

База данных липидного состава характеризует набор и количество насыщенных (сумма), моновенасыщенных (сумма), линолевой, линоленовой и арахидоновой жирных кислот в составе жиров возможных рецептурных ингредиентов [9, с. 111, 12, с. 121].

База данных углеводного состава включает данные по содержанию в компонентах моносахаридов, дисахаридов, полисахаридов (гидролизуемых и негидролизуемых) и массовой доли углеводов.

Таблица 1. **Формализованные медико-биологические рекомендации к антианемическим колбаскам для детского питания**

Показатели	Содержание в 100 г продукта	% от суточной потребности
Белок, г	12,0–16,0	16–20
Жир, г	10,0–18,0	15–25
Углеводы, г	2,0–4,0	1–2
Пищевые волокна	1,0–1,5	8–10
Энергетическая ценность, ккал	146,0–242,0	7–12
<b>Витамины:</b>		
Аскорбиновая кислота	20,0–36,0	25–40
-каротиноиды	0,3–0,75	10–25
Витамин Е	1,0–2,5	10–25
<b>Минеральные вещества:</b>		
Железо, мг*	8,0–12,0	50–75
Кальций, мг	200,0–300,0	20–30
Фосфор, мг	500,0–750,0	30–40
Йод, мкг	30,0–50,0	30–50
* с учетом 10% усвоения		

База данных минерального состава несёт информацию о содержании основных макро-: калия, кальция, магния, натрия, серы, фосфора, хлора и микроэлементов: железа, йода, кобальта, марганца, меди, фтора, цинка в компонентах [9, с. 111, 12, с. 121].

База данных витаминного состава содержит информацию об основных витаминах: ретиноле (витамин А), тиамине (витамин В<sub>1</sub>), рибофлавине (витамин В<sub>2</sub>), пиридоксине (витамин В<sub>6</sub>), цианкобаламине (витамин В<sub>12</sub>), никотиновой кислоте (витамин РР), токофероле (витамин Е).

Процедура проектирования нутриентно сбалансированных рецептов поликомпонентных продуктов или рационов питания позволяет по выбираемым из базы данных компонентам и информации об их нутриентном составе сформировать рецептурную смесь, соответствующую задаваемым НТТ и, указав массовые доли каждого из ингредиентов, определить количественный и качественный состав композиции

Внутри процедуры имеется возможность выбора аминокислотного и липидного эталонов из таблицы эталонов, просмотра состава каждого из используемых компонентов, ввода и использования нового эталона.

Процедура моделирования белковой составляющей композиции построена в виде циклического процесса расчета влияния соотношений и состава ингредиентов при ограничиваемых их вариации пределах и задаваемых приращениях массовых долей указанных ингредиентов.

Результат реализации процедуры представлен в виде файла для процедуры оптимизации или выходного документа системы по выбранной рецептурной смеси.

Целью реализации **процедуры оптимизации** аминокислотной сбалансированности является определение такого соотношения компонентов в исходной композиции, которое обеспечивает максимальное приближение аминокислотного состава суммарного белка проектируемого продукта для энтерального питания к неким заданным детерминированным аминокислотным эталонам (эталон ФАО/ВОЗ, грудное молоко и т.д.).

Процедура проектирования заключалась в том, что по выбираемым из базы данных компонентам и информации

об их нутриентном составе сформулированы рецептурные композиции по химическому составу соответствующие задаваемым требованиям с указанием при этом массовой доли каждого из ингредиентов [11, с. 1000].

После этого была произведена оценка нутриентной адекватности виртуальных моделей.

Результаты исследований свидетельствуют о высоких значениях коэффициента утилитарности аминокислотного состава (0,677–0,745) и минимального сгора (0,694–0,804). Таким образом, показатели ( $C_{\min}$ ,  $\sigma$ ,  $U$ ), характеризующие аминокислотную сбалансированность белка, подтверждают высокую биологическую ценность продукта. Оценивая сбалансированность жирно-кислотного состава по взаимоотношению сумм насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот  $R_{Li}=1...3$  и сумм насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных кислот с учетом вклада индивидуальной сбалансированности линолевой, линоленовой и арахидоновой жирных кислот  $R_{Li}=1...6$  можно сказать о высоких значениях коэффициентов жирно-кислотной сбалансированности, находящихся в пределах  $R_{Li}(1...3) = 0,67$  и  $R_{Li}(1...6) = 0,67-0,78$ .

## Выводы

На основании литературных данных, теоретических обобщений и экспериментальных исследований научно обоснованы нутриентно-технологические требования к составу и качеству вареных колбас, обогащенных пищевой кровью, учитывающих специфику метаболических процессов детей старше 3-х лет страдающих или предрасположенных к железодефицитным состояниям.

На основании формализованных нутриентно-технологических требований методом компьютерного моделирования спроектированы, а в опытах на модельных животных и в клинике обоснованы рецептуры антианемических колбасок, содержащих мясное сырье (говядина, свинина), пищевую кровь 30% или печень 15% и пищевую кровь 15%, сухое молоко, структурообразователи, витаминно-минеральный комплекс и специи.

## Литература:

1. Устинова, А. В. Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых / А. В. Устинова, Н. Е. Солдатова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2010. — № 12. — с. 37–39.
2. Nesterenko, A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 4 (7–8). — pp. 77–80.
3. Куценко, Л. Ю. Разработка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжаковой камеди / Л. Ю. Куценко, Е. П. Лисовицкая, А. М. Патиева, С. В. Патиева // Вестник НГИЭИ. — 2013. — № 6 (25). — с. 61–69.
4. Устинова, А. В. Нутриентная адекватность и безопасность свинины, обогащенной микроэлементами / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, С. В. Патиева // Пищевая промышленность. — 2013. — № 10. — с. 76–77.
5. Патиева, А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.

6. Устинова, А. В. Перспективные технологии откорма свиней для получения экологически безопасной и функциональной свинины / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, Н. Н. Забашта, С. В. Патиева, Н. В. Тимошенко // Все о мясе. — 2013. — № 4. — с. 11–13.
7. Забашта, Н. Н. Качество и безопасность мяса свиней мясных пород для детского питания / Н. Н. Забашта, Н. В. Соколов, Е. Н. Головки, А. В. Устинова, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2013. № 6. — с. 16–19.
8. Забашта, Н. Н. Свинина для детского питания строго по стандарту / Н. Н. Забашта, А. В. Устинова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — № 12 — (132). — с. 38–41.
9. Патиева, С. В. Технология детских антианемических колбасных изделий / С. В. Патиева. — Германия: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
10. Нестеренко, А. А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А. А. Нестеренко, А. М. Патиева, Н. М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
11. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA[article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>.
12. Забашта, Н. Н. Производство органического мясного сырья для продуктов питания / Н. Н. Забашта, Е. Головки, С. В. Патиева. — Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 205 с.

## Анализ колбасных изделий в процессе хранения

Тимошенко Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор;  
Патиева Александра Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;  
Нагарокова Дариет Казбековна, студент  
Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Питание является важнейшей физиологической потребностью организма, определяющей здоровье населения. Рациональное питание, особенно детей, — это один из основных факторов, влияющих на физиологическое и умственное развитие, сопротивляемость организма отрицательным воздействиям в условиях глобального экологического кризиса [1, с. 37, 2, с. 77].

Биологически полноценные продукты, выработанные в промышленных условиях играют большую роль в организации здорового, сбалансированного питания детей как в домашних условиях, так и в организованных коллективах.

Для отработки надежности режимов и сроков хранения колбасок были исследованы микробиологические показатели качества в процессе хранения при различных температурах: при температуре минус 18°C в течение 90 суток; при температуре плюс 4±2°C в течение 8 суток; при температуре плюс 9±1°C в течение 4 суток [3, с. 70, 4, с. 12, 5, с. 16, 6, с. 80].

Результаты микробиологических исследований антианемических колбасок «Карапуз» в процессе хранения при различных температурных режимах приведены в таблице 1.

Результаты микробиологических исследований подтвердили, что принятые режимы технологической обработки обеспечивают доброкачественность готового продукта в течение 6 суток при температуре 0–8°C и течение трех месяцев при температуре минус 18°C.

В процессе хранения не отмечено роста показателей характеризующих накопление продуктов окислительной порчи, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой, что свидетельствует об отсутствии гидролитической и окислительной порчи жировой фракции в процессе хранения (табл. 2) [7, с. 62, 8, с. 120].

Высокое содержание легкоокисляемых железа и липидов в разрабатываемом продукте диктует необходимость защиты его от развивающегося при хранении в процессе пероксидного окисления липидов, приводящего к снижению качества за счет накопления продуктов окисления [7, с. 62, 9, 77, 10, с. 39]. В качестве антиокислителей в колбасках «Карапуз» были использованы: «Каролин» — препарат β-каротина; масло «Каротино», являющееся источником α, β, и γ-каротиноидов, витамина Е и кофермента Q<sub>10</sub>; дегидрохверцетина.

Анализ полученных результатов свидетельствовал, что наибольшей антиоксидантной активностью обладает масло «Каротино», применение которого в концентрации 1% снизило накопление малонового альдегида, количество которого за 3 месяца хранения при температуре минус 18°C в контроле (без добавления антиокислителя) возросло в 3 раза.

В процессе хранения было отмечено хорошее совпадение результатов реакции с данными органолептической оценки консервов (табл. 3).

Таблица 1. Результаты микробиологических исследований колбасок «Карапуз» в процессе хранения

Сроки хранения, сутки	Микробиологические показатели						
	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП в 1,0 г	сальмонеллы в 25,0 г	E.Coli., в 1,0 г	сульфитредуцирующие клостридии в 0,1 г	S.aureus в 1,0 г	Дрожжи и плесени, КОЕ, г
Норма	не более $1 \times 10^3$	не доп.	не доп.	не доп.	не доп.	не доп.	не более 100
Хранение при минус $18 \pm 1^\circ\text{C}$							
0	$1 \times 10^2$	н/р*	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
30	$2 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
60	$2 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^1$
90	$5 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^2$
Хранение при плюс $4 \pm 2^\circ\text{C}$							
0	$1 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
2	$1 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
4	$3 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
6	$5 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^1$
8	$1 \times 10^4$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^2$
Хранение при плюс $9 \pm 1^\circ\text{C}$							
0	$1 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
2	$1 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
4	$5 \times 10^2$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
6	$1 \times 10^3$	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^1$
8	$1 \times 10^4$	Обнаружение роста	н/р	н/р	н/р	н/р	$1 \times 10^2$

Таблица 2. Накопление продуктов окисления в процессе хранения антианемических колбасок для детского питания

Наименование образца	Показатели					
	Кислотное число, мг КОН/г		Перекисное число моль акт. кислорода/кг		ТБЧ мг/ кг	
	М	С	М	С	М	С
После изготовления Карапуз	2,0	0,10	1,35	0,06	0,15	0,007
Печеночные	1,8	0,11	1,28	0,06	0,14	0,007
Через 1 месяц Карапуз	2,2	0,09	1,42	0,05	0,20	0,008
Печеночные	2,1	0,09	1,31	0,06	0,19	0,009
Через 2 месяца Карапуз	2,0	0,11	1,59	0,07	0,35	0,015
Печеночные	2,1	0,11	1,53	0,06	0,36	0,013
После 3-х месяцев хранения при $-18^\circ\text{C}$ Карапуз	2,1	0,10	1,82	0,07	0,53	0,023
Печеночные	2,1	0,11	1,71	0,07	0,51	0,021

Таблица 3. Органолептическая оценка колбасок антианемических после хранения

Наименование	Показатели, баллы					Общая оценка
	Внешний вид	Запах	Вкус	Консистенция	Цвет	
<b>После изготовления</b>						
Карапуз	4,6	4,8	4,7	4,3	4,1	4,52
Печеночные	4,5	4,7	4,7	4,5	4,3	4,54
<b>После 3-х месяцев хранения при –18 °С</b>						
Карапуз						
Печеночные	4,4	4,5	4,5	4,2	4,2	4,36

Органолептические свойства антианемических колбасок для питания детей оценивала комиссия дегустаторов ГНУ ВНИИ мясной промышленности им. В. М. Горбатова [11, с. 100, 12, 993].

Органолептические исследования показали высокое потребительское качество представленных образцов. Дегустационная комиссия дала высокую органолептическую оценку продуктам, имеющим специфический внешний вид и свойственный данному виду используемого сырья запах и вкус.

Одновременно в процессе хранения были исследованы микроструктурные и структурно-механические характеристики, являющиеся важными объективными показателями качества колбасных изделий.

#### Микроструктура колбасок «Карапуз».

При гистологическом исследовании установлено следующее: масса фарша однородная, основная ее часть тонко измельчена и представлена компактной мелкозернистой массой, формирующей сетчатую каркасную основу колбаски — до 60 объемных%. Компоненты крови и сухого молока равномерно распределены в фарше и отдельно от мелкозернистой массы не идентифицируются. Включает в свой состав — мышечной ткани в виде идентифицируемых фрагментов мышечных волокон размером до 0,7–0,8 мм — в количествах около 10–20 объемных%. В фарше присутствуют фрагменты соединительной ткани (преимущественно не превышающие 1 мм), в общей сложности — до 10 объемных%. Фарш содержит менее 20 объемных% измельченных — в виде отдельных липоцитов и жировых капель — фрагментов жировой ткани. Также выявлены мелкие частицы натуральных пряностей. Интенсивность взаимодействия белковых частиц дисперсной фазы, характеризующая процесс структурообразования находит свое отражение в высокой компактности

элементов фарша. Холодильное хранение сосисок «Карапуз» не приводит к значимым изменениям микроструктуры колбасного изделия и входящих в их состав компонентов. Не отмечается образования кристаллов льда и вымораживания связанной цитоплазматическими компонентами влаги.

#### Микроструктура колбасок «Печеночные»

При гистологическом исследовании установлено следующее. Образец представлен термически обработанной однородной компактной фаршевой массой с умеренной пористостью. Основная ее часть достаточно тонко измельчена и представлена мелкозернистой массой с включением более крупных частиц мышечной, соединительной и жировой тканей. Количество эмульсионной образующей с высокой степенью дисперсности составляет около 60 объемных% и сопоставимо с тем, что наблюдается в образцах сосисок «Карапуз».

#### Выводы

Установлено влияние антиокислителей — натурального красного пальмового масла «Каротино», препарата «Каролина» и дигидрокверцетина процесс накопления продуктов окисления в процессе хранения разработанных колбасок. Наибольшая антиоксидантная активность отмечена у масла «Каротино», использование которого позволяет в 3 раза снизить накопление манолового альдегида в сравнении с контролем не содержащим антиоксиданты.

Установлено, что хранение антианемических колбасок с использованием пищевой крови при температуре минус 18°С с течением двух месяцев гарантирует доброкачественность продукта без существенных изменений органолептических, структурно-механических и микроструктурных показателей качества.

#### Литература:

1. Устинова, А. В. Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых / А. В. Устинова, Н. Е. Солдатова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2010. — № 12. — с. 37–39.
2. Nesterenko, A. A. The impact of starter cultures on functional and technological properties of model minced meat / A. A. Nesterenko // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. — 2014. — № 4 (7–8). — pp. 77–80.

3. Патиева, А. М. Жирнокислотный состав шпика свиней датской породы // А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко // Вестник НГИЭИ. — 2012. — № 8. — с. 69–82.
4. Устинова, А. В. Перспективные технологии откорма свиней для получения экологически безопасной и функциональной свинины / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, Н. Н. Забашта, С. В. Патиева, Н. В. Тимошенко // Все о мясе. — 2013. — № 4. — с. 11–13.
5. Забашта, Н. Н. Качество и безопасность мяса свиней мясных пород для детского питания / Н. Н. Забашта, Н. В. Соколов, Е. Н. Головкин, А. В. Устинова, С. В. Патиева // Мясная индустрия. — 2013. № 6. — с. 16–19.
6. Патиева, С. В. Технология детских антианемических колбасных изделий / С. В. Патиева. — Германия: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 145 с.
7. Куценко, Л. Ю. Разработка технологии функциональных мясных изделий для людей, предрасположенных или имеющих избыточную массу тела с использованием функционального мясного сырья и конжаковой камеди / Л. Ю. Куценко, Е. П. Лисовицкая, А. М. Патиева, С. В. Патиева // Вестник НГИЭИ. — 2013. — № 6 (25). — с. 61–69.
8. Нестеренко, А. А. Инновационные технологии в производстве колбасной продукции / А. А. Нестеренко, А. М. Патиева, Н. М. Ильина. — Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing, 2014. — 165 с.
9. Устинова, А. В. Нутриентная адекватность и безопасность свинины, обогащенной микроэлементами / А. В. Устинова, Е. А. Москаленко, С. В. Патиева // Пищевая промышленность. — 2013. — № 10. — с. 76–77.
10. Забашта, Н. Н. Свинина для детского питания строго по стандарту / Н. Н. Забашта, А. В. Устинова, Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева // Мясные технологии. — 2013. — № 12 — (132). — с. 38–41.
11. Забашта, Н. Н. Производство органического мясного сырья для продуктов питания / Н. Н. Забашта, Е. Головкин, С. В. Патиева. — Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. — 205 с.
12. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. — Краснодар: КубГАУ, 2014. — № 06 (100). с. 988–1004. — IDA[article ID]: 1001406065. — Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf>.

## Исследование макетного образца компрессора с линейным приводом LV 3305

Турлубаев Евгений Саматович, магистр;  
Краснова Юлия Юрьевна, магистр  
Омский государственный технический университет

За последние годы в развитых зарубежных странах появилась тенденция к внедрению, так называемых перспективных технологий в компрессоростроение. Данные технологии основаны на использовании поршневых длинноходовых несмазываемых агрегатов с линейным приводом поршней.

Немецкая фирма J.P. Sauer & Sohn Maschinenbau GmbH [1], в настоящее время занимается разработкой компрессора на базе поршневых безмасляных компрессоров с линейным приводом поршней [2].

Макетный образец компрессора представляет собой трехступенчатую длинноходовую тихоходную машину, представленную на рис. 1.

Основные характеристики компрессора типа LV 3305 представлены в сводной табл. 1.

Каждая ступень компрессора уплотнена в области поршня поршневыми кольцами, а в области штока — сальниковым уплотнением.

В крышке цилиндра установлены уплотненные всасывающий и нагнетательный клапаны. Все уплотнения выполнены из полимерного несмазываемого материала.

Каждый поршень приводится индивидуальным приводом линейного перемещения.

Каждый привод, в свою очередь, управляется индивидуальным контроллером с блока управления.

Команды на блоке управления задаются через сенсорный дисплей, представленный на рис. 2.

Первый блок меню содержит данные, описывающие текущее положение поршня до момента запуска компрессора и скорость поршня для каждой из ступеней.

Первая и третья ступени работают синхронно, а вторая в противофазе. Кроме того, здесь осуществляется регулировка хода поршня, скорости и цикличности его работы.

Второй блок меню показывает изменение текущей координаты положения поршня в процессе работы, а также исправность и готовность к работе каждой ступени в отдельности.

Третий блок меню — блок ручной настройки начального положения поршней перед запуском компрессора. Этот блок используется в случае сбоя в программе.

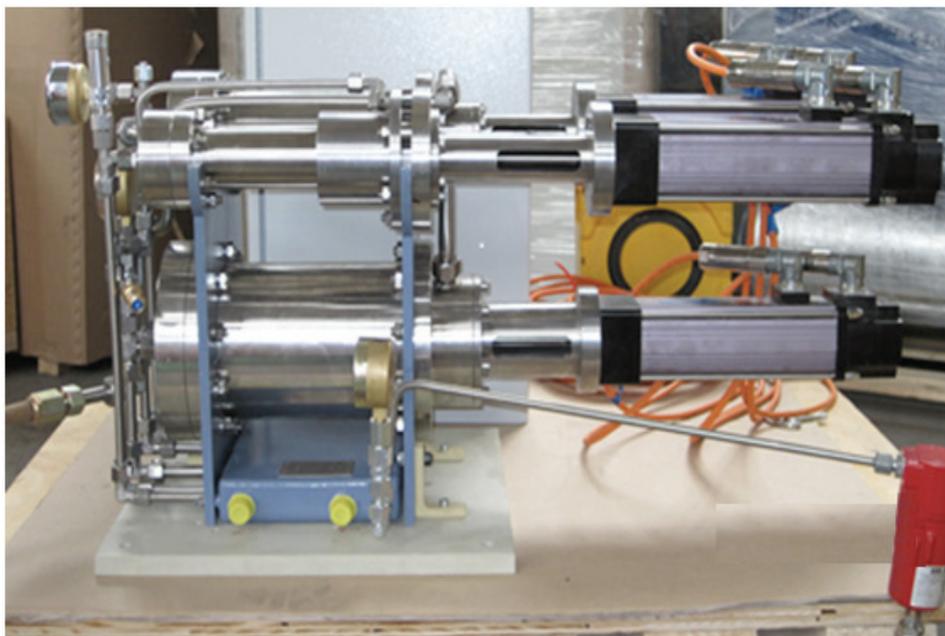


Рис. 1. Макетный образец компрессора LV 3305

Таблица 1. Основные характеристики компрессора LV 3305

Параметр	Значение параметра
Ступени/цилиндры	3/3
Производительность при 40 тактах в минуту, $\text{м}^3/\text{ч}$	4
Максимальное конечное давление, МПа	8
Скорость поршня, м/с	0,13
Энергопотребление при 40 тактах/мин, кВт	1,2
Энергопотребление при 26 тактах/мин, кВт	0,9
Остаточное содержание масла в газе,	Отсутствует
Температура газа на выходе, °С, не более	110
Уровень шума, дБ, не более	45
Масса, кг	100
Габариты: L x B x H, мм	825x400x425



Рис. 2. Блок управления компрессором и сенсорный дисплей блока управления

Проведенный анализ конструкции компрессора LV3305 и особенностей его работы позволил сформулировать следующие основные принципы построения перспективных на сегодняшний день технологий в компрессоростроении:

— использование конструкции с раздельным размещением цилиндро-поршневых блоков, каждый из которых снабжен индивидуальным линейным приводом;

— использование длинноходовых и тихоходных ступеней сжатия;

— использование безмасляных полостей сжатия и механизма привода не требующего смазки под давлением;

Применение ступеней с индивидуальным приводом, дает возможность установить для каждой ступени необходимую скорость движения поршня и его ход, что позволяет варьировать размеры ступеней, а, следовательно, упрощает схему уравнивания компрессора.

В связи с тем, что линейный привод обеспечивает низкую тактовую частоту (максимальное значение 40 мин<sup>-1</sup>) движения поршней при сравнительно большом ходе (около 200 мм), создаются предпосылки обеспе-

чения эффективного теплоотвода от газа через стенки цилиндра.

При этом появляется возможность достижения большей степени сжатия в цилиндре по сравнению с существующим цилиндропоршневым блоком с кривошипно-шатунным механизмом перемещения поршней, что возможно позволит сократить число ступеней компрессора.

Конструктивное решение привода позволяет применять безмасляные полости сжатия в компрессоре, что избавляет от необходимости организации сложной системы отделения картера от цилиндров, а также применения маслобаков большой емкости.

Кроме того, отсутствие необходимости организации смазки механизма привода под давлением позволяет отказаться от таких сложных, «шумных» и дефектоносущих узлов, как маслонасос и лубрикатор.

При работе компрессора данного исполнения, отсутствуют следующие вредные факторы с точки зрения вибрации и шумов:

- действие боковых сил на поршень;
- неуравновешенные вращающиеся массы.

**Таблица 2. Результаты проверки работоспособности макетного образца компрессора в нормальных климатических**

$P^{изб}_1, кгс/см^2$		$P^{изб}_2, кгс/см^2$		$P^{изб}_3, кгс/см^2$		$P^{изб}_H, кгс/см^2$	$N_K, Вт$
$P^{изб}_{min1}$	$P^{изб}_{max1}$	$P^{изб}_{min2}$	$P^{изб}_{max2}$	$P^{изб}_{min3}$	$P^{изб}_{max3}$		
0	3,1	8	15	35	38	40	600
0	3,2	8,2	15	36	40		
0	3	7	13	35	40	40	600
0	3	8	12	38	42		
$t_{BC}, ^\circ C$	$t_1, ^\circ C$	$t_2, ^\circ C$	$t_3, ^\circ C$	$t_{II}, ^\circ C$	$\tau, мин$	$Q_K, м^3/ч$	Цикличность поршней
14,5	28,7	59,7	63,9	68,6	20	3,0	40 мин <sup>-1</sup>
14,5	34,1	71,9	73,4	80,4	40	3,0	
14,5	38,3	70,6	64,9	76,5	5	1,7	20 мин <sup>-1</sup>
14,5	38,1	70,3	63,5	76,0	10	1,7	

$t_{OC} = 14,5 ^\circ C$ ;  $P_{OC} = 102,4$  кПа;  $\psi = 77\%$ ;  $\eta_{из} = 0,28$  ( $c = 40$  мин<sup>-1</sup>);  $S_{II}^{MAX} = 137,5$  мм;  $V_{II} = 180$  мм/с ( $c = 40$  мин<sup>-1</sup>);  $\eta_{из} = 0,3$  ( $c = 20$  мин<sup>-1</sup>);  $S_{II}^{MAX} = 137,5$  мм;  $V_{II} = 90$  мм/с ( $c = 20$  мин<sup>-1</sup>).

где  $P^{изб}_{min1}, P^{изб}_{min2}, P^{изб}_{min3}$  — минимальные избыточные давления на 1-й, 2-й и 3-й ступенях;

$P^{изб}_{max1}, P^{изб}_{max2}, P^{изб}_{max3}$  — максимальные избыточные давления на 1-й, 2-й и 3-й ступенях;

$\eta_{из}$  — изотермический КПД

$P^{изб}_H$  — избыточное давление нагнетания;  
 $N_K$  — мощность, потребляемая компрессором и блоком управления;  
 $t_{BC}$  — температура воздуха на всасывании компрессора;  
 $t_1, t_2, t_3$  — температура крышки цилиндра 1, 2 и 3 ступени соответственно;  
 $t_{II}$  — температура электропривода;  
 $\tau$  — наработка;  
 $Q_K$  — производительность компрессора;  
 $t_{OC}$  — температура окружающей среды;

При оценке результатов испытаний компрессора LV 3305 было принято во внимание, что для исследований был предоставлен макетный образец. Результаты про-

$P_{OC}$  — давление окружающей среды;  
 $\psi$  — относительная влажность воздуха;  
 $S_{II}^{MAX}$  — максимальный ход поршня;  
 $V_{II}$  — скорость поршня;

Несмотря на это, были выявлены предпосылки к улучшению тактико-технических характеристик компрессоров данного исполнения и доведения их до современных требований. В РФ разработки компрессоров на базе поршневых длинноходовых несмазываемых агрегатов с линейным приводом поршней не проводились, вследствие чего есть перспективы внедрения данных технологий в компрессоростроение отечественных предприятий.

верки работоспособности макетного образца компрессора в нормальных климатических условиях представлены в табл. 2.

Литература:

1. <http://www.coloradotr.ru/sauer.html>
2. <http://www.rt-spb.ru/catgood74.html>

## Полезные свойства рыбы для питания

Шебела Кристина Юрьевна, студент;  
 Сарбатова Наталья Юрьевна, кандидат технических наук, доцент  
 Кубанский государственный аграрный университет (г. Краснодар)

Диетическое (лечебное) питание является одним из важнейших профилактических и лечебных средств, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения.

Незаменимость и особая ценность рыбы и морепродуктов в детском, лечебном и диетическом питании определяется их хорошо сбалансированным химическим составом. Это, прежде всего, источники полноценного белка, отличающегося по свойствам от белков теплокровных животных. Главное отличие в их лучшей перевариваемости ферментами желудочно-кишечного тракта человека и высокой степени усвояемости (95–98%). Мясо рыб и морепродуктов содержит мало грубой соединительной ткани. В нем преобладают полноценные белки мышечной ткани, которые, воздействуя на пищеварительные железы, способствуют выделению большого количества сока. Вследствие чего мясо рыбы и морепродуктов переваривается за 2,5–3 часа. Вот почему рыба и морепродукты рекомендуются как обязательная составная часть рациона питания детей, пожилых людей, людей, страдающих различными заболеваниями, да и здоровых тоже.

Использование в питании рыбы и морепродуктов как источника белка способствует нормальному росту и умственному развитию детей, предотвращению нарушения кровотока, обмена жиров и витаминов, а также повышению

сопротивляемости организма к инфекциям, простудам и некоторым другим заболеваниям. Белки рыб обладают очень важной способностью связывать некоторые ядовитые вещества в трудно растворимые комплексы, которые затем выводятся из организма. Условно все сорта рыбы можно разделить на жирные, среднежирные и маложирные.

Рыба жирных сортов содержит от 8% и более жира. К этой группе относятся скумбрия, угорь, палтус, жирная сельдь, рыба семейства осетровых. Если смотреть на калорийность такой рыбы, то жирная сельдь содержит 210–250 килокалорий на 100 грамм, жирная скумбрия — 180–220 килокалорий. Поэтому вряд ли целесообразно будет при снижении веса заменять такой рыбой, скажем, говядину или даже постную свинину, калорийность которых составляет около 120 килокалорий.

Среднежирная рыба содержит от 4 до 8% жира. Рыбой средней жирности являются такие виды как ставрида, судак, горбуша, форель, тунец, морской окунь, карп, зубатка и нежирная сельдь. В такой рыбе содержится от 90 до 140 килокалорий — примерно столько же, сколько в мясе. При похудении иногда можно включать в рацион среднежирную рыбу в качестве альтернативы мясу.

К рыбе малой жирности относятся сорта с содержанием жира не более 4%. Если вы задались целью похудеть, то вам

на крючок должна попадаться рыба из этой группы, то есть самая нежирная. Желаящие сбросить лишний вес могут без зазрения совести есть треску, навагу, хека, минтая, леща, речного окуня, щуку, камбалу, путассу, пикшу

В диетическом и лечебном питании преимущественно используется тощая и среднежирная рыба — минтай, треска, путассу, хек, судак, щука, карп, лещ, окунь морской, ставрида, сом и др. Поскольку жиры рыб легкоплавкие, то перевариваются и усваиваются организмом человека лучше, чем жиры говядины и свинины. Особую значимость рыбьих жиров в питании определяют находящиеся в их составе биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты (витамин F), жирорастворимые витамины A, D, E, жироподобные вещества (фосфатиды, стеринны и стероиды).

Полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая) входят в состав мембран клеток и других структурных элементов тканей и выполняют в организме ряд таких важных функций, как обеспечение нормального роста, обмена веществ, эластичности сосудов и т.д. Линолевая и арахидоновая кислоты предотвращают отложение холестерина на стенках кровеносных сосудов. Вот почему жиры рыб особенно эффективны для людей, страдающих атеросклерозом. [1, 29с.]

Жирорастворимые витамины A и D необходимы, в первую очередь, детям. Поскольку запасы витамина A в печени детей, где он обычно накапливается невелики, он обязательно должен поступать в организм с пищей. Витамин A входит в состав зрительных пигментов глаза. Недостаток его может вызвать такие заболевания как «куриная слепота» (ослабление сумеречного зрения) и конъюнктивит. Витамин D играет огромную роль в формировании у детей костного скелета.

Введение в рацион питания рыбы и рыбных жиров предотвращает такое тяжелое заболевание, как рахит. Витамин E (токоферол) содержат в значительных количествах беспозвоночные. Он выполняет роль антиокислителей жиров и способствует лучшему усвоению жиров и белков, влияет на функцию половых и некоторых других желез. Фосфолипиды (лецитин и холин) жиров рыбы препятствуют ожирению печени и служат одним из средств профилактики ее заболеваний и лечения. Они так же способствуют лучшему усвоению жиров организмом человека.

Благодаря богатейшему составу минеральных веществ мясо рыбы и морепродуктов можно отнести к числу тех продуктов, которые наилучшим образом обеспечивают нормальный обмен веществ в организме и предотвращают целый ряд заболеваний. В состав их мяса входят такие физиологически необходимые макро- и микроэлементы, как калий, натрий, магний, кальций, фосфор, медь, сера, железо, кобальт, хлор, йод, фтор и др. Содержание минеральных веществ в мясе морских рыб больше, чем в мясе пресноводных.

Особо выделяются по минеральному составу беспозвоночные, и в первую очередь, мидии, устрицы, морской гребешок и трепанги. Минеральные элементы мяса рыб

и морепродуктов участвуют в различных обменных процессах организма и формировании некоторых тканей и органов. Медь, магний и марганец входят в состав некоторых ферментов. Кальций и магний необходимы большим сердечно-сосудистыми заболеваниями, так как нормализуют деятельность сердечной мышцы. Железо, кобальт, медь необходимы в процессах образования крови. Соли кальция, магния и фосфора участвуют в формировании костных тканей, зубов, нормализуют свертывание крови, улучшают деятельность сердца и нервной системы. Хлор необходим для образования желудочного сока, формирования плазмы крови и активизации ферментов. Йод участвует в образовании гормона, предотвращающего развитие болезней щитовидной железы. К недостатку йода в пище особо чувствительны дети школьного возраста, поэтому включение в их рацион питания рыбы и морепродуктов обязательно. Фтор, которым богаты только рыба и морепродукты, предотвращает кариес.

Особой диетической ценностью и лечебными свойствами отличается морская капуста, содержащая в своем составе до 11% белка. Большой интерес представляют углеводы морской капусты, в составе которой выделены специфические полисахариды — альгиновая кислота, маннит, ламинар и другие. Они обладают исключительным свойством связывать и выводить из организма радиоактивные элементы, тяжелые металлы и другие вредные вещества, что очень важно при профилактике и лечении многих профессиональных заболеваний. За счет большого количества йода, йодосодержащих азотистых соединений и неактивных гормональных веществ морская капуста незаменима при профилактике базедовой болезни, атеросклероза, нарушений функции щитовидной железы. Обволакивающее действие альгиновой кислоты способствует задержке в кишечнике воды и стабилизирует функцию желудочно-кишечного тракта при запорах. Такова общая характеристика рыбы и морепродуктов с точки зрения их высокой пищевой ценности и незаменимости в детском, лечебном и диетическом питании. Рациональное использование в питании рыбы и морепродуктов не только сохранит Ваше здоровье, но и поможет излечиться от многих болезней, выстоять перед натиском экологического воздействия. [1, 14 с.]

В диетическом питании рыбу используют только в варенном, припущенном, тушеном виде, запеченном, а также применяют варку на пару. Очень редко разрешается есть жареную рыбу.

Толстолобик относится к наиболее популярному у населения рыбному сырью, обладающему повышенной пищевой и биологической ценностью. Эта крупная стайная пелагическая рыба из семейства Карповых. Обитает толстолобик в пресных водах, живет стаями. Вид широко акклиматизирован в европейской части России, в Средней Азии и на Украине. Рыбу так же разводят искусственно. Достигает длины около 1м и массы 20—25 кг.

Толстолобики представлены тремя видами:

— белый (или обыкновенный) толстолобик (лат. *Hypophthalmichthys molitrix*);

— пёстрый толстолобик — жерех (лат. *Aristichthys nobilis*);

— гибридный толстолобик

Белый толстолобик — стайная пресноводная рыба средних размеров, вес головы которого составляет 15–20%. Пёстрый толстолобик отличается от белого более тёмной окраской (вес головы 45–55%), более разнообразным питанием и более быстрым ростом. Гибридный толстолобик сохранил визуальные признаки белого (небольшая голова, светлый окрас) и темпы роста пестрого, а также более устойчив к низким температурам.

По вкусовым качествам мясо толстолобиков жирное, нежное и вкусное, и является ценным объектом диетического питания. Можно употреблять свежего и замороженного толстолобика при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при диетическом питании (при щадящей диете). Издавна ценится толстолобик, как источник полноценного белка и витаминов в питании ребенка. Толстолобик единственная пресноводная рыба, которая содержит такой же жир, как и у морских рыб — уменьшает количество холестерина в крови. Существует как интенсивная диета толстолобиком (употреблять около 1 кг в день), так и щадящая диета (в течение 2 недель), при которых происходит понижение кровяного давления и уменьшение уровня холестерина в крови. Мясо пестрого толстолобика лучше, чем белого. Мясо его по вкусовым качествам несколько хуже, чем у белого амура. Содержит от 4,5 до 23,5% жира, среднее количество — 8,3–13,1%. Жирность увеличивается по мере увеличения размеров рыбы. Мясо толстолобика хорошо подходит для приготовления котлет. Толстолобик хорош так же в жаренном и тушеном виде. Для жарения используют рыбу с сочным, нежным, легко деформирующимся мясом. Мясо толстолобика — именно такое.

Особенно вкусным считается балык из толстолобика. [1, 57 с.]

В 100 граммах этой рыбы содержится 86 ккал. Причем во время тепловой обработки (тушения, варки) калорийность понижается, в приготовленной рыбе количество калорий составляет 77,4, состав рыбы праведен в таблице 1.

Мясо толстолобика является источником *легкоусвояемого белка* со сбалансированным *аминокислотным составом* и *полиненасыщенными омега-3 и омега-6* жирными кислотами, которые при регулярном поступлении в человеческий организм оказывают профилактическое действие не только в отношении сердечно-сосудистых, но и онкологических заболеваний, а также улучшают состояние при атеросклерозе, нормализуют работу центральной и периферической нервной системы. Полезен толстолобик и при гипертонической болезни, подагре, сахарном диабете и ревматизме. Оно рекомендуется даже для диетического и лечебного питания, разрешено при заболеваниях желудочно-кишечного тракта.

Блюда из толстолобика снижают уровень холестерина в крови, содержат *витамины группы В, А, Е и С*. Минеральные вещества продукта, в частности *сера, фосфор, железо и цинк*, способствуют активному синтезу гемоглобина, улучшают углеводный обмен, оказывают выраженное антиоксидантное действие и активизируют рост волос и ногтей, и обновление клеток кожи. [2, 27–30с.]

Блюда из толстолобика считаются диетическими. Мясо его легко переваривается, легко усваивается организмом. Поэтому, рыбу можно использовать для лечебного питания при некоторых заболеваниях желудочно-кишечного тракта, например при хронических гастритах, с пониженной кислотностью. Рекомендуется как продукт диетического питания в особенности лиц, относящихся к группе риска по сердечнососудистым заболеваниям. Рекомендован, прежде

Таблица 1. Состав мяса толстолобика (на 100 г.)

Наименование	Количество
Белки	19,5 г
Жиры	0,9 г
Углеводы	0,2 г
Лизин	9,0 г
Метионин	3,5 г
Триптофан	1,1 г
Витамин А (мкг, RE)	34
Витамин В1 (мг)	0,04
Витамин В2 (мг)	0,11
Никотиновая кислота (мг)	2,8
Витамин Е (мг)	2,65
Кальций	29,0
Натрий	78,0
Сера	210,0
Фосфор	213,0
Калорийность	86 ккал

всего, из-за наиболее высокого содержания в жире толстолобика (до 20%) жизненно незаменимых кислот группы омега-3. Основным природным производителем этих необходимо полезных веществ являются планктонные организмы, обитающие как в морской, так и в пресной воде. Немецкими учеными в клинических условиях подтвержден лечебно-профилактический эффект употребления мяса толстолобика в профилактике и терапии сердечнососудистых болезней. При включении в ежедневный лечебный рацион гипертоникам мяса толстолобика после двухнедельного употребления было достигнуто снижение кровяного давления у пациентов со 150/95 до 135/85 мм.

Люди, страдающие выраженной непереносимостью к рыбе, а также аллергией на рыбные продукты, должны отказаться от употребления толстолобика.

Очень осторожно нужно относиться к копченой рыбе (особенно горячим способом), поскольку в процессе приготовления образуются вредные канцерогенные соединения. Толстолобик горячего копчения допустим к употреблению эпизодически.

Значение рыбы в питании человека действительно огромно. Мясо рыбы богато полноценным белком мышечной ткани, который значительно лучше переваривается ферментами пищеварительного тракта и отлично усваивается.

#### Литература:

1. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность. учеб. — справ. Пособие/ В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик. — Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2005. — 311 с.
2. Касьянов, Г.И. Технология переработки рыбы и морепродуктов / Г.И. Касьянов, Е.Е. Иванова, А.Б. Одинцов и др. — Ростов н/Д: «МарТ» 2001. — 415
3. Рыба в диетическом питании [Электронный ресурс] 4. <http://ribnij.narod.ru/stat3.html>
4. Диетическое питание (Dietetic nourishment) [Электронный ресурс] [http://elite-life.narod.ru/dietetic\\_nourishment.htm](http://elite-life.narod.ru/dietetic_nourishment.htm)
5. О пользе питания рыбой и морепродуктами [Электронный ресурс] [http://diabet-inet.narod.ru/cache/diet/more\\_t\\_r.html](http://diabet-inet.narod.ru/cache/diet/more_t_r.html)
6. Рыба при диете [Электронный ресурс] <http://selderey.net/pravilnoe-pitanie/ryba-pri-diete.html>

# Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 17 (76) / 2014

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Главный редактор:**

Ахметова Г. Д.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М. Н.  
Иванова Ю. В.  
Лактионов К. С.  
Сараева Н. М.  
Авдеюк О. А.  
Алиева Т. И.  
Ахметова В. В.  
Брезгин В. С.  
Данилов О. Е.  
Дёмин А. В.  
Дядюн К. В.  
Желнова К. В.  
Жуйкова Т. П.  
Игнатова М. А.  
Каленский А. В.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
Прончев Г. Б.  
Семахин А. М.  
Сенюшкин Н. С.  
Ткаченко И. Г.  
Яхина А. С.

**Ответственные редакторы:**

Кайнова Г. А., Осянина Е. И.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З. Г. (Армения)  
Арошидзе П. Л. (Грузия)  
Атаев З. В. (Россия)  
Борисов В. В. (Украина)  
Велковска Г. Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А. М. (Россия)  
Досманбетова З. Р. (Казахстан)  
Ешнев А. М. (Кыргызстан)  
Игисинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л. В. (Украина)  
Нагервадзе М. А. (Грузия)  
Прокопьев Н. Я. (Россия)  
Прокофьева М. А. (Казахстан)  
Ребезов М. Б. (Россия)  
Сорока Ю. Г. (Украина)  
Узаков Г. Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А. К. (Казахстан)

**Художник:** Шишков Е. А.

**Верстка:** Голубцов М. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

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

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru)

<http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Арбузова, д. 4