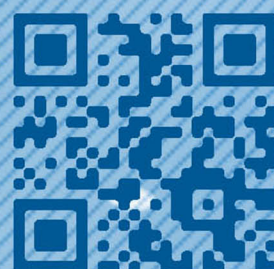




# **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В XXI ВЕКЕ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 27 ФЕВРАЛЯ 2018 Г.**





АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ ЕСТЕСТВЕННЫХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В XXI ВЕКЕ

Сборник научных трудов

по материалам  
Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 27 февраля 2018 г.

Белгород  
2018

УДК 001  
ББК 72  
П76

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:  
[www.issledo.ru](http://www.issledo.ru)

#### Редакционная коллегия

*Духно Н.А.*, д.ю.н., проф. (Москва); *Васильев Ф.П.*, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (Москва); *Винаров А.Ю.*, д.т.н., проф. (Москва); *Датий А.В.*, д.м.н. (Москва); *Кондрашихин А.Б.*, д.э.н., к.т.н., проф. (Севастополь); *Котович Т.В.*, д-р искусствоведения, проф. (Витебск); *Креймер В.Д.*, д.м.н., академик РАН (Москва); *Кумехов К.К.*, д.э.н., проф. (Москва); *Радина О.И.*, д.э.н., проф., Почетный работник ВПО РФ, Заслуженный деятель науки и образования РФ (Шахты); *Тихомирова Е.И.*, д.п.н., проф., академик МААН, академик РАН, Почётный работник ВПО РФ (Самара); *Алиев З.Г.*, к.с.-х.н., с.н.с., доц. (Баку); *Стариков Н.В.*, к.с.н. (Белгород); *Таджибоев Ш.Г.*, к.филол.н., доц. (Худжанд); *Ткачев А.А.*, к.с.н. (Белгород); *Шановал Ж.А.*, к.с.н. (Белгород)

П76 **Приоритетные направления исследований в рамках естественных и технических наук в XXI веке** : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 27 февраля 2018 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018. – 244 с.

ISBN 978-5-6040676-4-2

В настоящий сборник включены статьи и краткие сообщения по материалам докладов международной научно-практической конференции «Приоритетные направления исследований в рамках естественных и технических наук в XXI веке», состоявшейся 27 февраля 2018 года в г. Белгороде. В работе конференции приняли участие научные и педагогические работники нескольких российских и зарубежных вузов, преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, специалисты-практики. Материалы данной части сборника включают доклады, представленные участниками в рамках секций, посвященных вопросам развития физико-математических, химических, биологических, сельскохозяйственных, медицинских наук, наук о земле, технических наук.

Издание предназначено для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, передовыми достижениями науки и технологий.

Статьи и сообщения прошли экспертную оценку членами редакционной коллегии. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

УДК 001  
ББК 72

© ООО АПНИ, 2018  
© Коллектив авторов, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>8</b>
<i>Андреев А.И.</i> СОВМЕЩЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ДЕМОСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ФИЗИКЕ .....	8
<i>Ковалёв М.А., Чернодуб В.А., Ковалёв Д.А.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В МАЛОЙ ГРУППЕ .....	15
<i>Полякова Р.В., Коваленко А.Д., Юдин И.П., Перепелкин Е.Е.</i> МЕТОД РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ПО ТИХОНОВУ И МЕТОД РИЧАРДСОНА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МАГНИТОСТАТИКИ (ЧАСТЬ I) .....	19
<i>Прокопенко В.Г.</i> АВТОНОМНЫЙ РС-ГЕНЕРАТОР ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ С ГЛАДКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ .....	34
<i>Шаповалов В.А.</i> РЕЛЬЕФ ПОТЕНЦИАЛА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ С ИОНАМИ ПЕРЕХОДНЫХ ГРУПП .....	37
<b>СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>39</b>
<i>Мадиханов Н., Абдугафуров И.А., Усманова С.Г.</i> ПОЛУЧЕНИЕ 1-БРОМПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА .....	39
<b>СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>42</b>
<i>Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А.</i> РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕВОЧЕК 13-14 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХОККЕЕМ С МЯЧОМ .....	42
<i>Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А.</i> ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ 16-20 ЛЕТ .....	44
<i>Ибрагимова З.Ш., Мамедова С.А.</i> СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ .....	47
<i>Кривенко А.О., Казаков С.Г., Лыкова Н.И., Чернышев А.А.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ КОПЫТНЫХ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ .....	50
<i>Черных О.А., Важов С.В., Важов В.М., Бахтин Р.Ф.</i> К ВОПРОСУ О ПРИРОДНОЙ ФЛОРЕ СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	55
<b>СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ» .....</b>	<b>59</b>
<i>Абдурахмонов С.О., Абдуллаев И.И.</i> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТРУКТУРУ КОЛОСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ .....	59
<i>Бочков Д.А.</i> ЭФФЕКТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (ЭМ) .....	62
<i>Жумабоев З.М., Мамадалиева С.</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО ПОЛЯ ЗА СЧЕТ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР .....	68



<b>Зацепина И.В.</b> БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ И ФОРМ ГРУШИ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ .....	70
<b>Максимова Х.И., Николаева В.С.</b> ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПРОСО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	72
<b>Мирзаев Р.О., Давлатов Х.Р.</b> КОНСЕРВИРОВАНИЕ ОГУРЦОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ.....	75
<b>Михеевская М.А.</b> СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОИЗВОДСТВА ТРАПОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ.....	77
<b>Мукий Ю.В., Гусарова М.В., Дроздова А.В.</b> ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПОРОКОВ У ЛОШАДЕЙ В ОДНОМ КОННО-СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ.....	80
<b>Ушакова Е.В., Еронова Е.Н., Курносоев Р.С.</b> АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ .....	84
<b>Фролов В.П., Барвенков Н.В., Бочаев С.М., Имамзаде А.И.</b> АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО УРОВНЯ.....	87
<b>СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>91</b>
<b>Ахмерова С.Г., Галимов Р.Р., Нагаев Р.Я.</b> УСЛОВИЯ ЗАРАЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ ГЕМОРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ В ЭНДЕМИЧНОМ РЕГИОНЕ.....	91
<b>Банникова Н.И., Лебедик И.А.</b> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ С ЯБЖ И ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ В СТАДИИ РЕМИССИИ И ОБОСТРЕНИЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПРОСНИКОВ SF-36 И GSRС .....	95
<b>Кытикова О.Ю.</b> АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ В СОЧЕТАНИИ С ОЖИРЕНИЕМ.....	98
<b>Михалкина М.В.</b> МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУБЭПИКАРДИАЛЬНЫХ ВЕН СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА.....	101
<b>Федоров А.И., Романова Е.Л.</b> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ, РАЗВИТИЯ И АДАПТАЦИИ УЧАЩИХСЯ г. КЕМЕРОВО.....	104
<b>Филимонов О.А., Портнова М.О.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ.....	107
<b>Чумаев М.Ш., Пименова А.А., Синькеев С.В.</b> БЮГЕЛЬНЫЕ ЗУБНЫЕ ПРОТЕЗЫ .....	110
<b>Щепетнова Е.Е., Масленникова А.Н., Щепетнов А.А.</b> АДАПТАЦИЯ К ЗУБНЫМ ПРОТЕЗАМ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПАРОДОНТА .....	113

<b>СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»</b> .....	<b>118</b>
<i>Дьячкова Д.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОПУСКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ЧЕРЕЗ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА р. СЫЧЕВКА КУШНАРЕНКОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН .....	118
<i>Пичугина Н.В., Затонский В.А., Неврюев А.М., Музюкина Т.М.</i> ПРИРОДНЫЕ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ КАК ОБЪЕКТЫ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	121
<i>Решняк В.И., Морозова Е.М., Решняк К.В.</i> ПРОБЛЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ: ОСОБЕННОСТИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ .....	125
<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»</b> .....	<b>131</b>
<i>Kokorin V.N., Zhukova Y.V., Podmarev D.R.</i> INFLUENCE INVESTIGATION OF MECHANICAL ACTIVATION OF SHEET METAL ROLLING IN THE CONTOUR LASER CUTTING PROCESSES.....	131
<i>Аипов Р.С., Ахметшин А.Т., Тухватуллин М.И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ БЕРЕЗОВЫХ БРУСКОВ В СВЧ УСТАНОВКЕ .....	134
<i>Акчурин С.В., Наумов С.В.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ.....	138
<i>Аникеев Д.В., Аникеев С.В., Маркин А.В., Пудова А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ И NOSQL СУБД .....	142
<i>Багметов А.А., Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г.</i> ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ КУБАНИ .....	146
<i>Бунакова Ю.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА .....	150
<i>Воскобойников Ю.Е., Крысов Д.А.</i> УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ ОБЪЕКТА С НЕТОЧНЫМИ ВХОДНЫМ И ВЫХОДНЫМ СИГНАЛАМИ ..	154
<i>Гафарова Э.А., Шаяхметов А.М., Арсланов И.Р., Мухаметова М.Ю.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ .....	160
<i>Гуков П.О., Кулешов Д.Ю.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ .....	163
<i>Ефремова Е.А., Хлопов О.И.</i> ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНСТРУМЕНТ НА НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ВЫСАДКЕ ЗАГОТОВКИ ГОЛОВКИ БОЛТА.....	166
<i>Исмаев И.А., Акрамов Б.Н., Иброгимов Х.И., Курбонов Б.Д.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОМКА ХЛОПКА-СЫРЦА ПО ПОВЕРХНОСТИ ЛОПАСТЕЙ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ.....	171



<b>Картавец В.В., Гуков П.О., Кравченко И.С.</b>	
ВЛИЯНИЕ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА НАПРЯЖЕНИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РЕЖИМА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ.....	177
<b>Киосова В.А.</b>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	181
<b>Кулешов А.Н.</b>	
МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.....	184
<b>Кулешов А.Н.</b>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ .....	187
<b>Магомадова З.С., Магомадов С.Р.</b>	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ.....	192
<b>Минатуллаев Ш.М., Нестеренко Д.Х.</b>	
РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ ПАССАЖИРОВ В ПИКОВЫЕ ПЕРИОДЫ ОТДЫХА НАСЕЛЕНИЯ КУРОРТНОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	194
<b>Прошкина С.А.</b>	
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТРУДОЕМКОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-САЙТОВ.....	199
<b>Ромашов В.И.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРА ШЕПЛИ ДЛЯ РАНЖИРОВАНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	203
<b>Роцин М.Н.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СМАЗОК.....	208
<b>Савенко В.С., Зерница Д.А., Галенко Е.Н., Гуненко А.В.</b>	
МИКРОТВЁРДОСТЬ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ КОНТАКТНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ .....	213
<b>Савенко В.С., Зерница Д.А., Галенко Е.Н., Гуненко А.В.</b>	
МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЁТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗЁРЕН.....	216
<b>Соколов М.Н.</b>	
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОШИБОК ПЕРВОГО И ВТОРОГО РОДА .....	219
<b>Тусупова А.Е., Тусупов Д.М.</b>	
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН .....	222
<b>Фирстов Ю.П., Лапина О.А.</b>	
ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ.....	229
<b>Фоменко А.И.</b>	
СВОЙСТВА ФОСФОГИПСА КАК ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ.....	234

*Халайджи А.К.*

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ  
ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА ..... 237

*Цзянг Шуай, Шаталова Е.Е.*

КВАЛИФИКАЦИЯ ВОДИТЕЛЕЙ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ  
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ..... 240



## СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### СОВМЕЩЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ФИЗИКЕ

*Андреев А.И.*

доцент кафедры физики и материаловедения, канд. физ.-мат. наук,  
Марийский государственный университет, Россия, г. Йошкар-Ола

В статье описывается несколько занимательных экспериментов связанных с магнитными явлениями. Статья содержит математические расчеты, позволяющие объяснить результаты проведенных опытов. Выводы о характере процесса передачи импульса подтверждаются экспериментальными данными.

*Ключевые слова:* индукция магнитного поля, магнитный момент, индукционный ток, период колебаний, аппроксимация.

Демонстрационные опыты, проводимые на занятиях в школах и в вузах, весьма разнообразны и многочисленны. На одну и ту же тему можно указать несколько возможных вариантов эксперимента, по-разному решающих поставленную задачу. При преподавании физики очень важными целями таких демонстраций являются проверки известных законов сохранения, законов термодинамики и газовых законов, законов постоянного тока и законов электромагнитной индукции, законов как геометрической, так и волновой оптики. При этом важным является постановка перед обучающимися проблем, которые могут быть скрыты внешними эффектами.

В интернете можно найти большое количество демонстраций занимательных опытов с использованием постоянного магнита, например [4, 5]. Но в данных ресурсах нет должного объяснения всех тонкостей эксперимента.

Для проверки выполнения законов сохранения энергии и импульса был сконструирован прообраз «магнитной пушки». Чтобы изготовить эту установку, было выбрано 7 стальных шариков (от подшипника), магнит и подложка (желоб). На подложке крепим постоянный магнит и подвешиваем на нитях к штативам. Установим слева 6 шариков, вплотную с магнитом, и 1 с правой стороны на большем расстоянии от магнита по сравнению с его размерами (см. рис. 1).



Рис. 1. Фотография экспериментальной установки

Для определения скорости движения шариков слева и справа от магнита располагаются датчики измерения времени (на фотографии не показаны).

Сообщаем свободному шарiku справа небольшую начальную скорость  $v_0$ . Датчик фиксирует время прохождения шарика. По мере приближения к магниту его скорость начинает возрастать, при столкновении с магнитом он передает свой импульс магниту, а тот, в свою очередь, следующему шарiku слева. Происходит передача импульса от шарика к шарiku. Последний шарик слева от магнита отлетает с гораздо большей скоростью.

При проведении экспериментов вычислялись скорости шариков до и после взаимодействия, фиксировалось отклонение подложки в результате импульса отдачи (рис. 2). Датчики времени фиксировали время нахождения шарика внутри датчика. По этим данным можно определить его скорость движения  $v = \frac{d}{t}$ , здесь  $d$  – диаметр шарика.

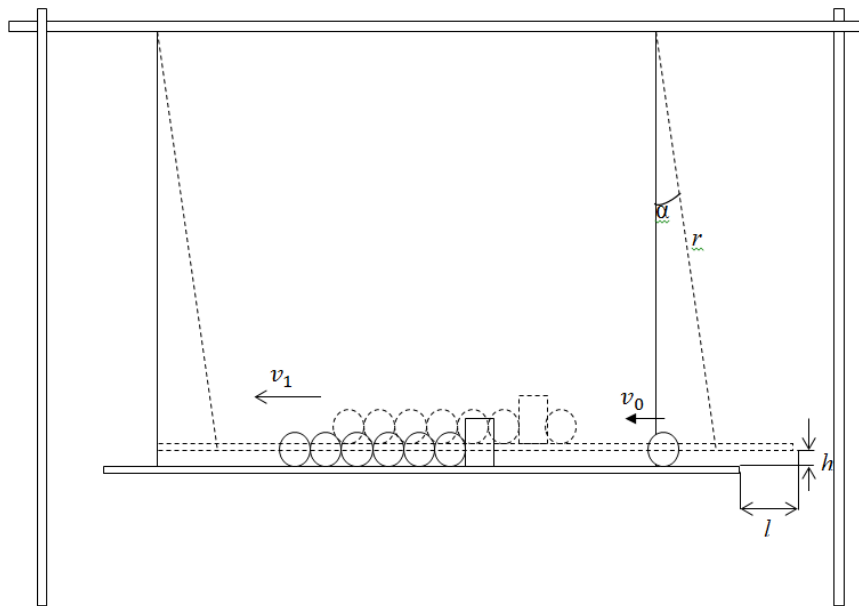


Рис. 2. Схема проведения эксперимента

Для определения энергии конструкции после соударения шарика с магнитом фиксируем максимальное отклонение подложки  $l$ . Из геометрии рисунка 2 находим высоту  $h$ , на которую поднимается подложка (вся конструкция)  $\text{tg } \alpha = \frac{l}{r-h} = \frac{h}{l}$ , тогда  $h^2 - hr + l^2 = 0$ , следовательно  $h = \frac{r}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{r^2 - 4l^2}$ . Ответ  $h = \frac{r}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{r^2 - 4l^2}$  является нефизическим, поэтому  $h = \frac{r}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{r^2 - 4l^2}$ .

Запишем закон сохранения энергии, пренебрегая потерями на трение и выделение тепла при неупругом соударении:  $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + Mgh - \Delta E_M$ . Отсюда потери энергии магнита при взаимодействии магнита с шариками:

$$\Delta E_M = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + Mgh \quad (1)$$

где  $M$  – это масса всей конструкции с 6 шариками, т.к. 7 шарик после соударения отскакивает и падает с конструкции  $M = m_6 + m_k$ . Масса конструкции с учетом массы магнита:  $m_k = 40,47(\text{гр}) = 0,04047(\text{кг})$ . Диаметр шарика:  $d_{\text{ш}} = 1,5(\text{см}) = 0,015(\text{м})$ . Длина нити:  $r = 44(\text{см}) = 0,44(\text{м})$ .

Массы шариков несколько отличались друг от друга в пределах погрешностей прибора (весов), что видно из таблицы 1.



Таблица 1

**Массы шариков**

№ шарика	1	2	3	4	5	6
Масса шариков (гр)	11,83	11,83	11,84	11,84	11,83	11,84

В таблице 2 представлены результаты 10 экспериментов:  $t_0$  – время движения правого шарика внутри датчика,  $t_1$  – время движения отскочившего шарика внутри датчика,  $l$  – отклонение подложки по горизонтали,  $v_0$  – начальная скорость правого шарика,  $v_1$  – скорость отскочившего шарика,  $\Delta E_M$  – потери энергии магнита, вычисленные по формуле (1).

Таблица 2

**Экспериментальные данные**

№ испытания	$t_0$ , с	$t_1$ , с	$l$ , мм	$v_0$ , мм/с	$v_1$ , мм/с	$\Delta E_M$ , мДж
1	0.2389	0.0227	6	62,8	660,8	2,65
2	0.2558	0.0238	4	58,6	630,2	2,37
3	0.2131	0.0205	7	70,4	731,7	3,20
4	0.2413	0.0213	5	62,1	704,2	2,97
5	0.2347	0.0234	6	63,9	641,0	2,40
6	0.2277	0.0175	6	65,8	857,1	4,40
7	0.2027	0.0189	8	74,0	793,6	3,85
8	0.2213	0.0238	7	67,8	630,2	2,45
9	0.2175	0.0194	7	69,0	773,2	3,64
10	0.2385	0.0287	5	62,9	522,6	1,66

Видно из таблицы, что потери энергии магнита разбросаны в диапазоне от 1,66 до 4,40 мДж. На чистоту эксперимента большое влияние оказывал человеческий фактор, т.к. отклонение подложки по горизонтали фиксировалось визуально по миллиметровой линейке.

Главным результатом этого эксперимента является демонстрация обучающимся справедливости выполнения закона сохранения импульса.

В настоящей работе была проведена серия экспериментов по определению параметров постоянного магнита, который использовался в первой серии опытов, описанных выше.

С помощью лабораторной установки «Эффект Холла и его использование для измерения магнитных полей» была найдена зависимость индукции магнитного поля постоянного магнита от расстояния до его центра в отсутствии стальных шариков. В [1-3] при больших расстояниях от магнита (более четырех длин) зависимость индукции от расстояния дается формулой  $B = \frac{\mu_0 p_m}{2\pi x^3}$ , где  $p_m$  – магнитный момент магнита. На большом расстоянии от магнита была проделана аппроксимация экспериментальных данных по модифицированной формуле

$$B = \frac{\mu_0 p_m}{2\pi x^3} + b. \quad (2)$$

Результаты такой аппроксимации изображены на графике рисунка 3.

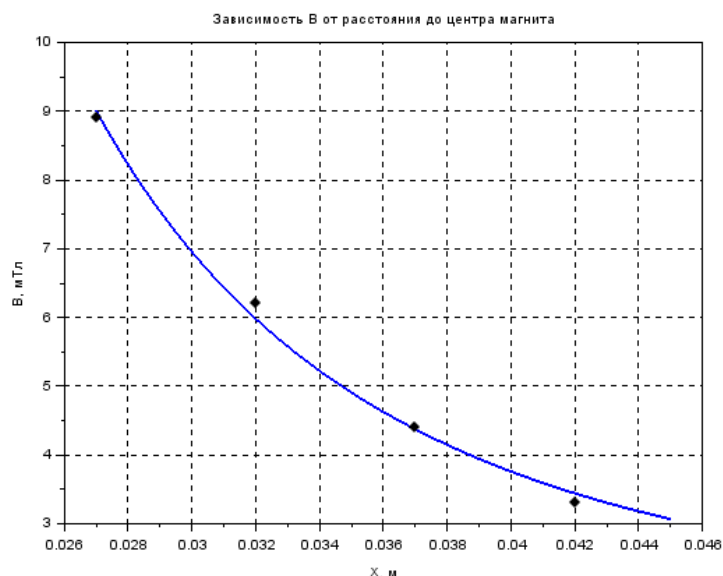


Рис. 3. Зависимость индукции магнитного поля постоянного магнита от расстояния до его центра:  $\blacklozenge$  – экспериментальные данные, сплошная синяя линия – аппроксимация по формуле (2)

Параметры найденной аппроксимационной зависимости по (2):  $p_m=1,49 \text{ Тл}\cdot\text{м}^3$  (Дж/Тл),  $b=1,43\cdot 10^{-3}$  Тл, сумма квадратов отклонений  $0,080 \text{ мТл}^2$ . Таким образом, удалось найти магнитный момент постоянного магнита. Величину  $b$  можно интерпретировать как погрешность измерений.

Работы [1-3] могут быть использованы для еще одного способа определения магнитного момента постоянного магнита. Полосовой магнит, подвешенный на нити, будет совершать крутильные колебания около положения равновесия направления юг–север магнитного поля Земли (см. рис. 4).

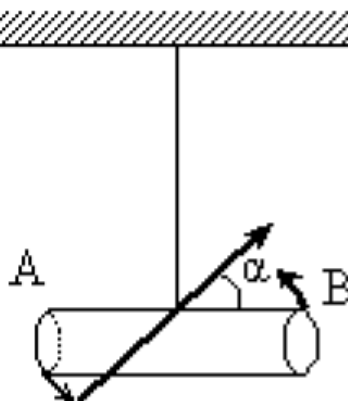


Рис. 4. Магнит, совершающий крутильные колебания в магнитном поле Земли [2]

По данным [1, с. 2 и 2 с. 68] после решения дифференциального уравнения второго порядка магнитный момент постоянного магнита может быть определен по периоду колебаний, моменту инерции магнита и индукции внешнего магнитного поля:

$$p_m = \frac{4\pi^2 I}{B_0 T^2}. \quad (3)$$

В нашем случае момент инерции магнита  $I = \frac{m(a^2+b^2)}{12}$ , где  $m=23,37\cdot 10^{-3}$  кг,  $a=2\cdot 10^{-2}$  м,  $b=1,4\cdot 10^{-2}$  м.  $B_0=1,7\cdot 10^{-5}$  Тл – горизонтальная составляющая магнитного



поля Земли в нашей местности. После экспериментов с крутильными колебаниями (измерялось время 60 колебаний), средний период оказался равным  $T=1,31$  с, был посчитан в соответствии с формулой (3) магнитный момент используемого постоянного магнита, он оказался равным  $p_m=1,50$  Тл·м<sup>3</sup> (Дж/Тл). Это очень хорошее согласие с результатами измерения индукции магнитного поля на большом расстоянии от магнита, с последующей аппроксимацией (1,49 Тл·м<sup>3</sup>).

Используя связь магнитного момента с энергией магнитного поля магнита  $W = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{p_m^2}{V}$ , получаем в системе СИ  $W=0,250$  Дж. Это энергия без учета ферромагнитной среды магнита. В общем случае ее необходимо умножить на магнитную проницаемость  $\mu$ .

Для более детального рассмотрения процесса передачи импульса от шарика к шарика был осуществлен еще один занимательный эксперимент. Вся система помещалась в катушку провода с числом витков  $N=1200$ . Катушка вначале подключалась к чувствительному гальванометру. Точно так же закатывался шарик со стороны магнита, что приводило к «выстрелу» шарика с противоположной стороны. При этом магнитный момент всей системы изменялся, менялась и индукция магнитного поля совместно с магнитным потоком. Вследствие этого, в катушке провода наводилась электродвижущая сила индукции, появлялся электрический ток, фиксируемый гальванометром, что отражено на фотографии рисунка 5 (запечатлен момент, когда установка уже «выстрелила»).



Рис. 5. Наличие тока индукции в катушке при «выстреле» магнитной пушки

Гальванометр имеет достаточно большую инерционность, поэтому вся система была в дальнейшем подключена к осциллографу. На осциллографе были выставлены следующие параметры: по горизонтали 2 мс/см, по вертикали 0,1 В/см.

Применение осциллографа в данном эксперименте поставило дополнительные проблемы по интерпретации полученных результатов. На фотографии, изображенной на рисунке 6, видны осцилляции индукционного тока в катушке, причем его значения как положительные, так и отрицательны, т.е. индукционный ток меняет свое направление при передаче импульса от шарика к шарика. Раз меняется индукционный ток, то и меняется магнитный момент всей системы, он при передаче импульса то увеличивается, то уменьшается. Причем число осцилляций совпадает с числом шариков в системе, что было подтверждено несколькими экспериментами с числом шариков 4, 5 и 6. На рисунке 6 число шариков 6, число осцилляций тоже 6.

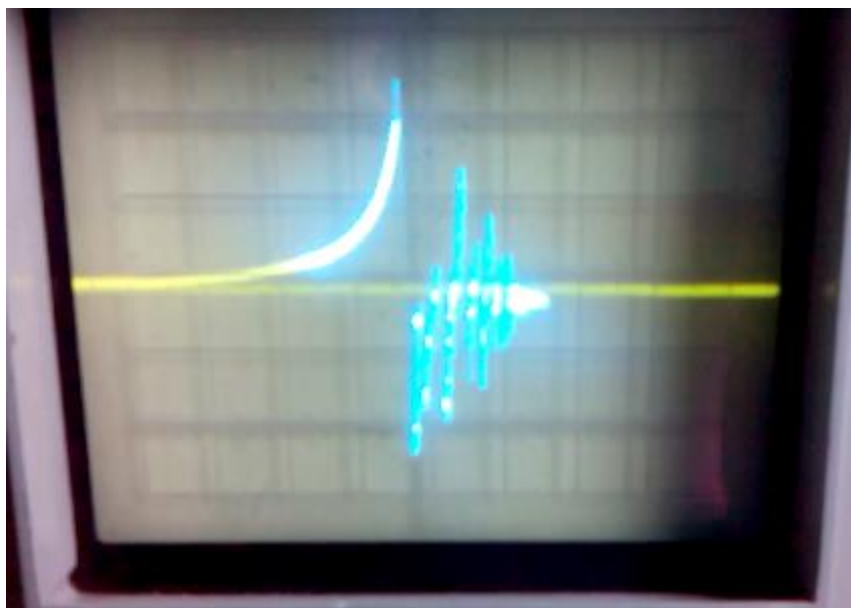


Рис. 6. Осцилляции электрического тока в катушке индуктивности при «выстреле» пушки

Весь процесс передачи импульса от шарика магниту до конечного шарика занимает примерно (по данным осциллографа) 4 мс. Скорость передачи импульса около 26 м/с. Внутри стального шарика импульс передается со скоростью звука от 5000 до 6000 м/с (в зависимости от марки стали). Имеющаяся цепочка шаров вместе с магнитом имеет длину 104 мм, в сплошной среде передача импульса произошла бы примерно за 0,0208 мс. Следовательно, основная задержка передачи импульса происходит на границах между шариками.

Так как индукция магнитного поля в зазорах между шариками уменьшается по мере удаления от магнита, то, следовательно, и уменьшается сила сцепления между шариками. На рисунке 7 представлен предполагаемый процесс распространения импульса по цепочке шариков.

Действительно первый шарик, приближаясь к магниту справа, увеличивает свой импульс за счет взаимодействия с магнитом, чем ближе к магниту, тем больше сила притяжения. Потенциальная энергия взаимодействия превращается в кинетическую энергию стального шарика. Сцепление этого шарика с магнитом приводит к увеличению магнитного момента всей системы и возникновению ЭДС регистрирующей катушки, что видно на экране осциллографа (рис. 6) в виде первого самого большого положительного пика. Приобретенный импульс целиком передается магниту, а от него ближайшему шарика слева от магнита. Этот шарик вследствие удара деформируется (рис. 7), появляется ненулевой микрозазор между первым и вторым шариком слева от магнита, магнитный момент системы уменьшается (отрицательное направление индукционного тока). Дальнейшее действие сил упругости в деформированном шарике приводит к восстановлению его прежних размеров, слипание со вторым шариком, увеличение магнитного момента (вновь положительное направление индукционного тока), передача импульса второму шарика. Далее этот процесс повторяется со следующей парой шариков (рис. 7). Из-за инерционности системы совместно с действием силы трения зазор между шариками не может закрыться быстрее, чем исчезнет деформация шарика. По мере удаления от магнита, из-за ослабления притяжения, этот процесс протекает все менее и менее интенсивно, что видно на экране осциллографа (см. рис. 6).

На рисунке 8 показаны силы магнитного взаимодействия, действующие на шарик, который в данный момент приобрел импульс от соседнего шарика. Слева от него расположен магнит, справа только шарики. Результирующая этих сил отлична от нуля. Следовательно, за время деформации шарика  $\Delta t$  система приобретет дополнительный импульс  $\Delta p = (F_1 - F_2) \cdot \Delta t$ . Т.е. по мере распространения импульса по дискретной цепочке шариков импульс системы возрастает, растет и импульс отдачи за счет энергии магнита.

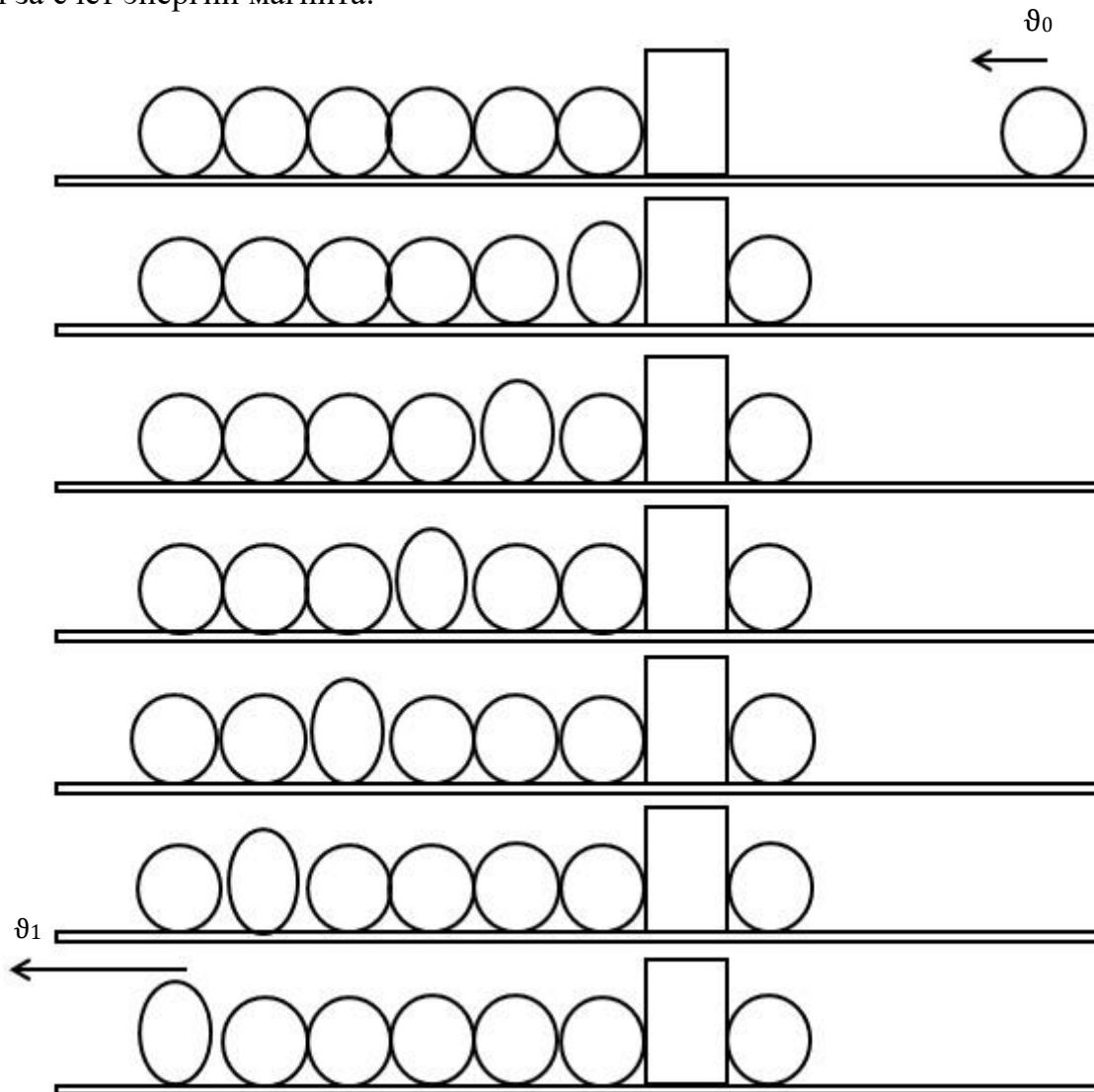


Рис. 7. Процесс распространения импульса по цепочке шариков

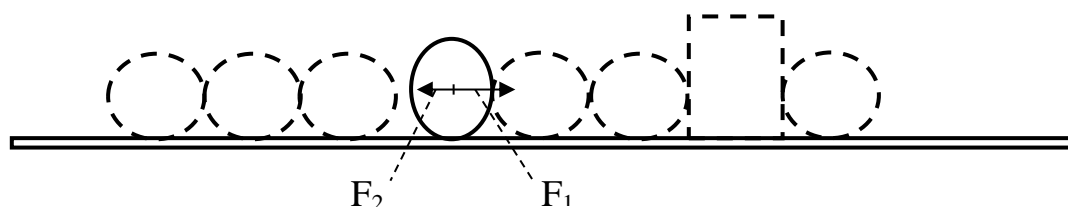


Рис. 8. Магнитные силы, действующие на деформированный шарик

Именно таким образом происходит возрастание импульса «снаряда» магнитной пушки: первый раз при прилипании свободного шарика справа, затем последовательно от шарика к шарiku постепенное увеличение импульса, но с уменьшающейся добавкой.



В заключение нужно сказать, что рассмотренные в данной работе эксперименты можно с успехом показывать и объяснять на занятиях по физике в разделах связанных с изучением электромагнитных явлений.

#### Список литературы

1. Волков А.Ф., Лумпиева Т.П. Физический практикум. Лабораторная работа № 54. Измерение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли и магнитного момента магнита методом Гаусса // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [ea.donntu.org:8080/jspui/bitstream/123456789/29065/26/lab54.pdf](http://ea.donntu.org:8080/jspui/bitstream/123456789/29065/26/lab54.pdf)
2. Лабораторная работа 3-3. Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли по методу Гаусса. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.pd.isu.ru/obsh/method/electr\\_magn/lab33\\_34.pdf](http://www.pd.isu.ru/obsh/method/electr_magn/lab33_34.pdf)
3. Лабораторная работа Э-7. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли методом Гаусса. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://marsu.ru/units/fmf/department\\_of\\_theoretical\\_physics\\_and.../E\\_7.doc](https://marsu.ru/units/fmf/department_of_theoretical_physics_and.../E_7.doc)
4. Магнитная пушка – физические опыты с магнитом // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=hNAI9BsMDUg>.
5. Магнитная пушка. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=JK8zVhqD\\_V0](https://www.youtube.com/watch?v=JK8zVhqD_V0).

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В МАЛОЙ ГРУППЕ

*Ковалёв М.А., Чернодуб В.А., Ковалёв Д.А.*

студенты второго курса кафедры «Информатика», Институт космических и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, Россия, г. Красноярск

На сегодняшний день космическая отрасль стремительно развивается. Создаются новые IT-проекты, выводящие область космонавтики на новую ступень. В статье описываются модели жизненного цикла программных проектов и, по результатам сравнения, выявляются наиболее подходящие решения для организации разработки программных проектов для космической отрасли в малых группах.

*Ключевые слова:* космос, программный продукт, малые группы, разработка, проект, космическая отрасль, модель, жизненный цикл, организация.

В настоящее время применение IT-технологий в космической отрасли набирает обороты. Создаются всё новые и новые версии программного обеспечения (ПО) для оборудования центров управления полетами, аппаратной части космических ракет-носителей, а также для прогнозирования условий, траекторий полетов с использованием сложных алгоритмов [1] и создания симуляторов полёта обучающего назначения на основе различных технологий, в том числе и с использованием технологии виртуальной реальности [2-4]. Помимо глобальных разработок существует немало групп, разрабатывающих вторичное программное обеспечение в отрасли космонавтики, которое распространяется в том числе на основе свободной лицензии [5-6]. Все эти разработки выводят космические программы на новый уровень.

Организация разработки программного проекта в малых группах для космической сферы требует серьезной подготовки. Необходимо определить, какая из моделей жизненного цикла станет наиболее подходящим вариантом для проекта [7].

Существует несколько моделей жизненного цикла проекта. Наиболее распространенными являются каскадная модель («водопад»), спиральная модель, итерационная модель и V-образная модель (разработка через тестирование). Каждая из моделей имеет как положительные стороны, так и недостатки.

Каскадная модель позволяет выполнять все этапы жизненного цикла проекта последовательно, по строго установленному порядку (рис. 1).

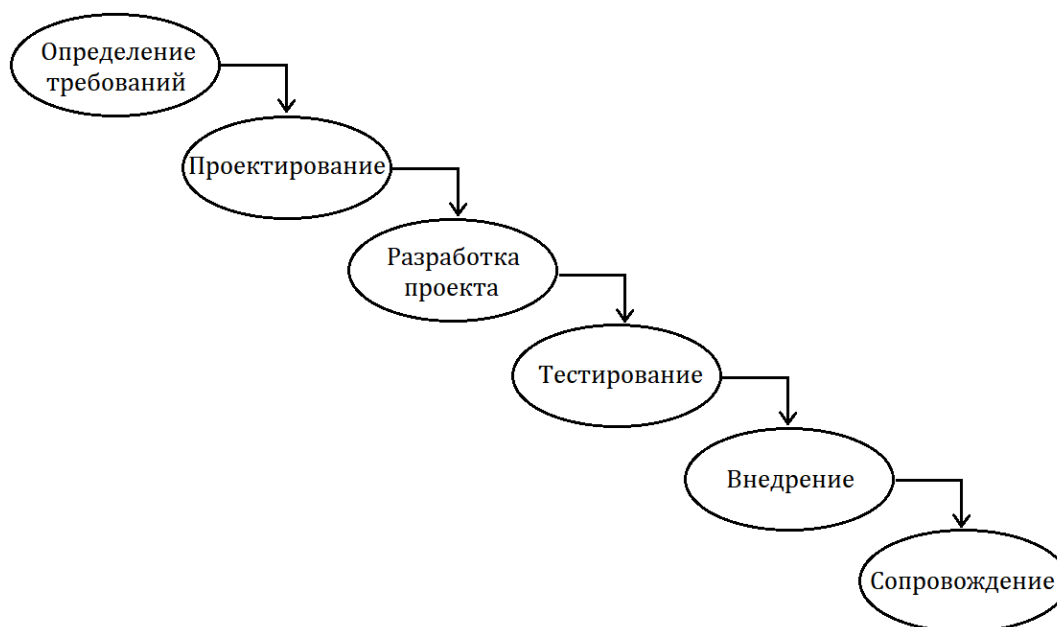


Рис. 1. Каскадная модель жизненного цикла

Преимущество данной модели в том, что этапы выполняются последовательно, и, благодаря этому, появляется возможность оценить качество выполнения каждого этапа. Также бюджет на разработку проекта должен быть известен заранее. Недостаток проявляется в невозможности внесения изменений в требования к проекту непосредственно в процессе разработки. Зачастую, данную модель применяют в небольших проектах космической отрасли, исключая изменение требований после их окончательного формирования.

Спиральная модель реализует всё те же этапы жизненного цикла проекта, но за несколько стадий. Каждая стадия содержит в себе планирование, разработку требований к данной стадии, проектирование, разработку вместе с тестированием и внедрение. Таким образом, за первую стадию можно получить «сырой» программный продукт, который будет дорабатываться на следующих стадиях. Также на каждой из стадий происходит анализ и выделение рисков и способов борьбы с ними. Преимущества данной модели в раннем появлении «сырого» программного продукта, а также в возможности внедрения изменений в концепт проекта. Недостатки заключаются в трудности определения момента перехода на следующую стадию. Данная модель подходит для разработки проектов среднего класса, требующих изготовления рабочей версии прототипа в кратчайшие сроки, пренебрегая качеством его работы.

Итеративная модель предусматривает прохождение всех этапов жизненного цикла проекта многократно, итерациями (рис. 2).

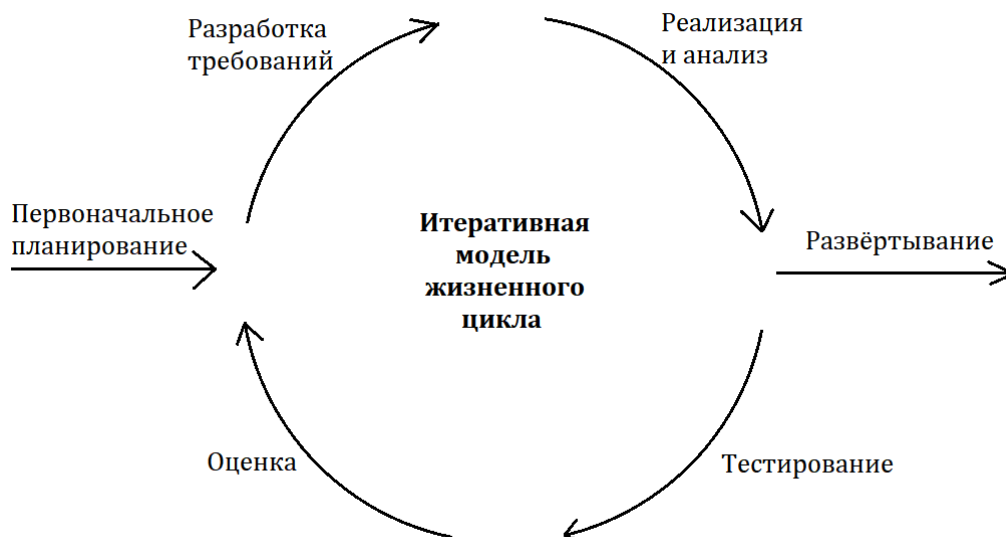


Рис. 2. Итеративная модель жизненного цикла

На каждой итерации реализуется часть функционала конечного продукта, а также совмещается с функционалом предыдущих итераций. Так как анализ происходит каждую итерацию, данный подход существенно снижает риски на ранних стадиях проекта, и, как следствие, уменьшает количество затрат на их устранение. После завершения всех итераций происходит развертывание конечного продукта. Преимущества данного подхода заключаются в эффективном использовании ресурсов проекта (бюджета, трудозатрат [8-9]), а также в минимизации рисков [10] за счет тестирования и анализа наработок на каждой итерации. Недостатком модели является отсутствие модульной разработки проекта. Итеративная модель лежит в основе современных методологий разработки ПО, таких как, например, экстремальное программирование. Для разработки проектов, связанных с космической отраслью, данная модель является наиболее востребованной, за счет уменьшения рисков, постоянного тестирования и анализа, что немало важно при разработке сложных программных продуктов, требующих большого внимания и контроля процесса разработки [11].

V-образная модель (или разработка через тестирование) хранит в основе каскадную модель разработки программного проекта, но с некоторыми изменениями (рис. 3). Перед переходом на следующий этап жизненного цикла происходит тестирование предыдущих, а также проработка плана тестирования следующего этапа. Только после этого осуществляется переход к следующей стадии.

Данная модель имеет ряд преимуществ в сравнении с ее предшественником – каскадной моделью. Основное преимущество заключается в том, что, благодаря постоянному тестированию, существенно повышается качество контроля проекта, и, как следствие, качество конечного продукта [12-13]. Существенный недостаток модели соотносится с невозможностью внедрения изменений в требования к проекту в процессе непосредственной разработки. Тем не менее, V-образная модель широко используется в разработке проектов космической отрасли, благодаря динамическому поэтапному тестированию разрабатываемого продукта.

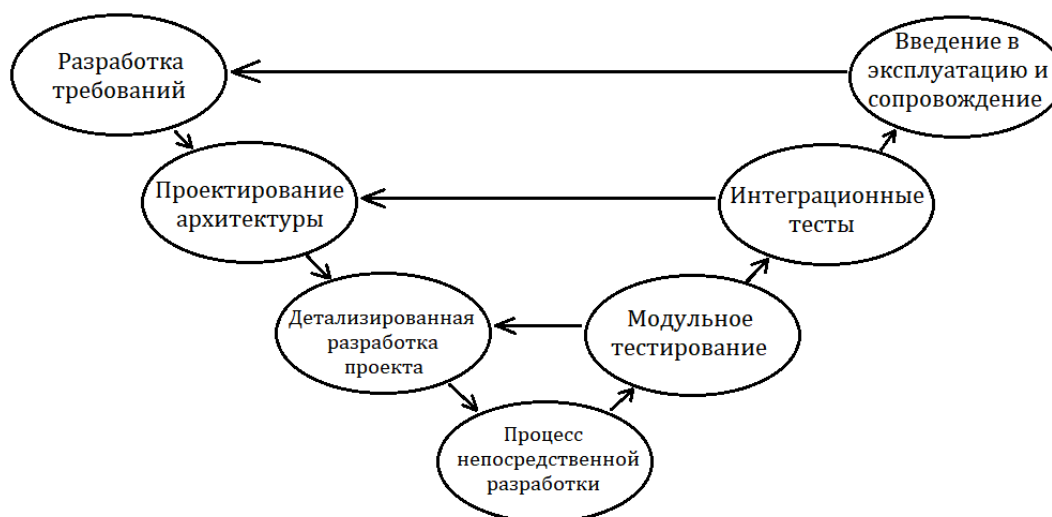


Рис. 3. V-образная модель жизненного цикла

Таким образом, при организации процесса разработки программных проектов в космической отрасли в малых группах наиболее надежным выбором являются V-образная и итеративная модели жизненного цикла. Данный выбор обоснован существенным повышением качества конечного программного продукта, благодаря постоянному, поэтапному тестированию проекта в целом, что весьма критично для разработок в космической сфере.

#### Список литературы

1. Евдокимов И.В., Кулаков Е.Д. Применение метода наискорейшего спуска в одном биоинспирированном алгоритме // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2017. № 8. С. 10-13.
2. Евдокимов И.В., Михалев А.С., Тимофеев Н.А., Батурин Ю.А. Прогнозирование эффективности использования технологий виртуальной реальности в образовательном процессе // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2017. № 3. С. 129-135.
3. Чупина А.В., Вахрушева М.Ю. Основные направления применения скринкастинговых технологий // В сборнике: Актуальные вопросы экономики региона: анализ, диагностика и прогнозирование материалы VI Международной студенческой научно-практической конференции. 2016. С. 505-507.
4. Евдокимов И.В., Баранов В.А., Колбина А.О., Данилова Г.В. Информационные технологии контроля качества образовательного процесса // Качество. Инновации. Образование. 2017. № 5 (144). С. 31-39.
5. Наманюк Р.И. Проблемы введения в гражданское законодательство «Свободной лицензии» как нового типа договора // Крымский Академический вестник. 2017. № 4. С. 137-141.
6. Евдокимов И.В., Михалев А.С., Новиков О.С., Суханова А.В. Применение свободных лицензий для разработки программного обеспечения в России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 6-1. С. 33-36.
7. Евдокимов И.В. Адаптация стандартов программных средств к проектам в области информационных технологий // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2010. Т. 2. С. 97-101.
8. Евдокимов И.В., Яценков К.Г., Телков А.Ю., Татауров В.А. Экспертные методы оценки трудоёмкости разработки программных проектов // Экономика и менеджмент систем управления. 2017. Т. 24. № 2.2. С. 272-276.
9. Евдокимов И.В., Байкалов И.С., Зуденков А.И., Радионов Т.В., Цирюльникова А.М. К вопросу о метриках трудоёмкости разработки мобильных приложений // Фундаментальные исследования. 2017. № 9-1. С. 54-58.
10. Евдокимов И.В., Красиков В.А., Мартынов Н.Е., Дёмин Г.А. Реестр рисков программного проекта // Качество. Инновации. Образование. 2017. № 6 (145). С. 65-71.



11. Евдокимов И.В. Методика исследования систем управления предприятий для целей информатизации // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2007. Т. 1. С. 284-288.

12. Евдокимов И.В. Менеджмент качества и управление развитием системы обработки экспертной аналитики // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2015. Т. 1. С. 212-219.

13. Евдокимов И.В. Проблема и показатели качества программного обеспечения // Труды Братского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2009. Т. 1. С. 121-124.

## **МЕТОД РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ПО ТИХОНОВУ И МЕТОД РИЧАРДСОНА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ МАГНИТОСТАТИКИ (ЧАСТЬ I)**

***Полякова Р.В.***

старший научный сотрудник Лаборатории информационных технологий (ЛИТ),  
канд. физ.-мат. наук, Объединенный институт ядерных исследований,  
Россия, г. Дубна

***Коваленко А.Д.***

зам. директора по научной работе Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ),  
д-р физ.-мат. наук, Объединенный институт ядерных исследований,  
Россия, г. Дубна

***Юдин И.П.***

ведущий научный сотрудник Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ),  
канд. физ.-мат. наук, Объединенный институт ядерных исследований,  
Россия, г. Дубна

***Перепелкин Е.Е.***

старший научный сотрудник Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ),  
д-р физ.-мат. наук, Объединенный институт ядерных исследований,  
Россия, г. Дубна

Дана математическая постановка нелинейной обратной задачи магнитостатики в случае, когда требуемое магнитное поле необходимо создать с помощью проводников, координаты которых варьируются при условии, что ток во всех проводниках одинаков. Известно, что такие задачи относятся к классу некорректных задач. Предложен численный алгоритм решения задач данного класса, использующий метод регуляризации по А.Н.Тихонову, позволяющий сравнительно легко преодолеть трудности, связанные с решением плохо обусловленных систем уравнений, к которым обычно сводятся обратные задачи магнитостатики.

Методом зеркальных отражений рассчитаны распределения магнитного поля, создаваемого в рабочей области камеры синхрофазотрона корректирующими проводниками бесконечно малого поперечного сечения, расположенными вблизи поверхности полюсов магнита. Даны соотношения, пользуясь которыми, можно рассчитать распределение градиента магнитного поля в поперечной плоскости при произвольном расположении корректирующих проводников.

В данной работе приводятся результаты численного моделирования сверхпроводящей магнитной фокусирующей системы. При моделировании этой системы проводился дополнительный контроль точности аппроксимации условия с использованием метода Ричардсона.

Следует отметить, что в процессе моделирования конкретной магнитной системы возникают проблемы, связанные с особенностями ее конструкции. Это касается, в частности, выбора оптимальной расчетной сетки для краевой задачи магнитостатики, так как рассматриваемая в дан-

ной работе магнитная система имеет небольшие размеры и содержит очень тонкий зазор. В результате численным путем изучены различные модификации магнитной системы с круглой апертурой и предложены варианты такой системы к реализации.

*Ключевые слова:* магнитные системы, математическое моделирование.

## 1. Введение

В 80-десятые годы прошлого столетия важным направлением исследований, проводимых в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ в области применения сверхпроводимости (СП) в ускорительной технике, являлось создание магнитных элементов с прямоугольной апертурой как безжелезных, так и с железом, в которых магнитное поле формируется СП обмоткой (в первом случае) и обмоткой и близко расположенным железным сердечником (во втором случае). Разрабатываемые в ЛВЭ ОИЯИ СП магнитные системы предназначались для получения опыта создания СП ускорителя, необходимого для подготовки технического проекта НУКЛОТРОНА. При создании безжелезного сверхпроводящего (СП) дипольного магнита, состоящего из прямоугольных токовых обмоток возбуждения, проводилось математическое моделирование, чтобы требуемое магнитное поле создавалось путем подбора положения этих обмоток. При этом токовые обмотки должны были запитываться только от одного источника питания и ток во всех проводниках (витках), образующих указанные обмотки, одинаков. Для этого случая был предложен оригинальный численный алгоритм решения задач магнитостатики данного класса, использующий метод регуляризации по А.Н.Тихонову [1], позволяющий сравнительно легко преодолеть трудности, связанные с решением плохо обусловленных систем уравнений, к которым обычно сводятся обратные задачи магнитостатики, и рассчитать геометрию обмоток возбуждения безжелезного сверхпроводящего дипольного магнита, обеспечивающего однородность магнитного поля вплоть до  $10^{-5}$  внутри прямоугольной апертуры.

Используя предложенный метод регуляризации оптимизировалось распределение магнитного поля, создаваемого в рабочей области камеры синхрофазотрона корректирующими проводниками бесконечно малого поперечного сечения, расположенными вблизи поверхности полюсов магнита. Для случая синхрофазотрона ОИЯИ численно определены и оптимизированы величины токов коррекции показателя спада магнитного поля при величине индукции 0,023 Т.

Опыт использования этого метода может быть полезен и в настоящее время.

При создании сверхпроводящего диполя с железом (для второго случая) обращалось внимание на теоретически предложенную в работе [2] конфигурацию диполя, в которой величина поля в апертуре магнита может достигать 3Т, в то время как магнитная индукция в железном сердечнике не превосходит величины 2,1Т. Магнит такой конфигурации вызывает интерес тем, что наряду с сохранением технологии его изготовления, близкой с технологией обычного "теплого" магнита, здесь возможно получить поля в  $\sqrt{2}$  раза выше. Математическим моделированием была создана магнитная система, отвечающая этим требованиям. При моделировании этой системы проводился дополнительный контроль точности аппроксимации условия  $u(\infty) = 0$  с использованием метода Ричардсона [3].

Таким образом, в данной работе рассмотрено решение трех обратных задач магнитостатики:

1. Математическое моделирование безжелезного сверхпроводящего (СП) дипольного магнита, состоящего из прямоугольных токовых обмоток возбуждения.

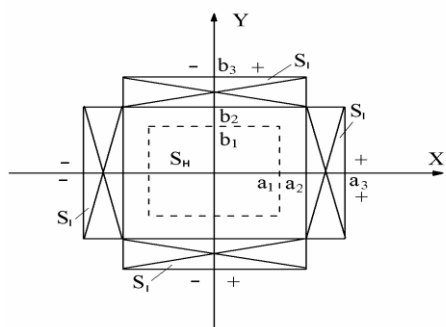


Рис. 1. Геометрия СП-40 с прямоугольной апертурой

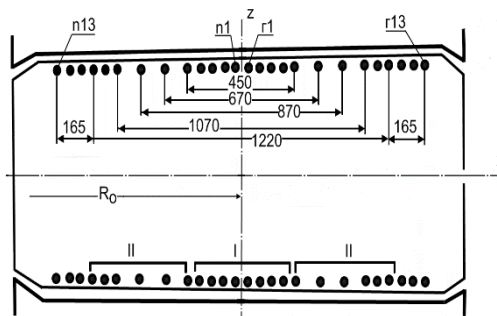


Рис. 2. Расположение корректирующих проводников внутри вакуумной камеры ускорителя

На геометрию магнитной системы (см. рис. 1), величину тока в СП витке, а также на характер и величину магнитного поля налагались конкретные условия, вытекающие из возможностей изготовления и использования магнита.

2. Расчет коррекции градиента магнитного поля в слабофокусирующих кольцевых ускорителях, определяющего величину показателя неоднородности магнитного поля (МП) "n", который в большинстве случаев формируется наклоном полюсов. Так, например, для синхрофазотрона ОИЯИ, коррекция градиента магнитного поля которого рассматривается в данной задаче, наклон поверхности полюса, определяемый выражением:  $2\omega = \arctg(2hn/R_0)$  ( $2h$  – высота зазора на равновесной орбите  $R_0$ ), составлял  $9,3 \cdot 10^{-3}$  рад. Наличие ряда факторов, таких, как динамика роста тока возбуждения в обмотках магнита, наличие градиента остаточного магнитного поля в зазоре магнита, механические неточности при изготовлении полюсов, приводят к отклонению градиента от расчетной величины. Для коррекции "n", как правило, используют проводники с током, расположенные вблизи поверхности полюсов магнита.

На рис. 2 показано поперечное сечение камеры ускорителя с расположенными внутри нее корректирующими проводниками. Проводники условно разделены на три группы: центральную (I), с помощью которой эффективно корректируется величина квадрупольной составляющей МП, и две крайние (II), регулирующие секступольную составляющую МП.

В математическом моделировании задачи 1 и 2 относятся к классу некорректных обратных задач [1] и поэтому решались с использованием метода регуляризации по А.Н.Тихонову.

3. Численное моделирование СП-Диполя с железом. Целью работы являлось:

1) Численное исследование возможности получения технологически приемлемой конфигурации СП диполя, обеспечивающей достаточно высокооднородное поле на уровне 3Т;

2) Получение зависимостей нелинейностей поля  $c_n$  от величины индукции В, т.е.  $c_n = f(B)$ ;

3) Сравнение двух типов СП диполей с прямоугольной апертурой:

а) СП диполя  $D_1$  (рис.3) [4] и

б) новой конфигурации – СП диполей  $D_2$ ,  $D_3$  и  $D_4$  (рис.4,5 и 6 а, б; размеры даны в см);

4) Сравнение двух методов моделирования двумерного магнитного поля в полученной конфигурации СП диполя с прямоугольной апертурой:

- а) конечно-разностного метода (система программ POISSON) и
- б) метода токовых отображений (программа M1C2M).

При моделировании этой системы проводился дополнительный контроль точности аппроксимации условия  $u(\infty) = 0$  с использованием метода Ричардсона [2].

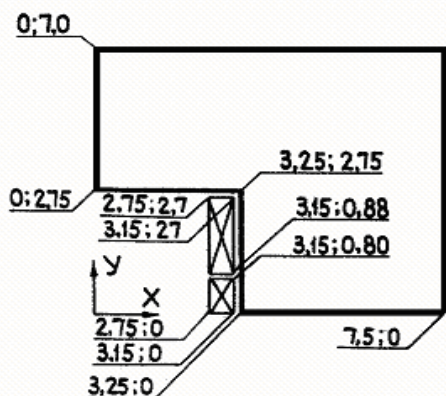


Рис. 3. Поперечное сечение 1/4 СП диполя  $D_1$

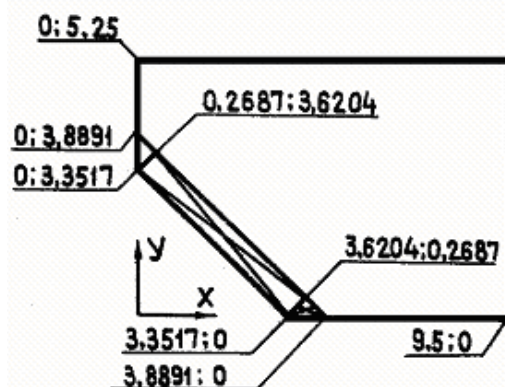


Рис. 4. Поперечное сечение 1/4 СП диполя  $D_2$

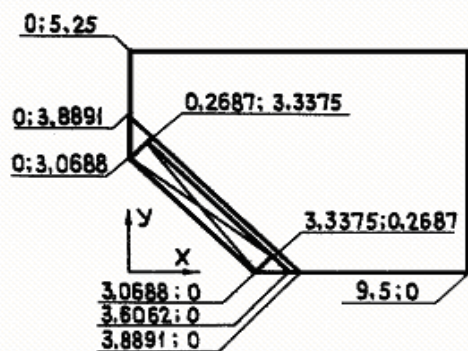


Рис. 5. Поперечное сечение 1/4 СП диполя  $D_3$

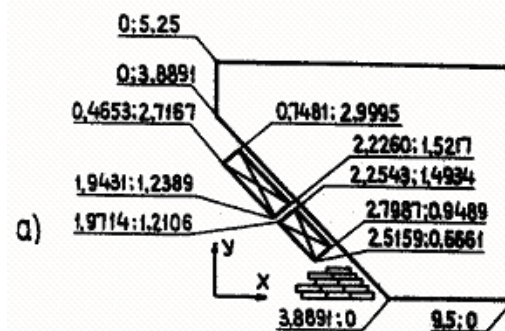


Рис. 6. а) Поперечное сечение 1/4 СП диполя  $D_4$

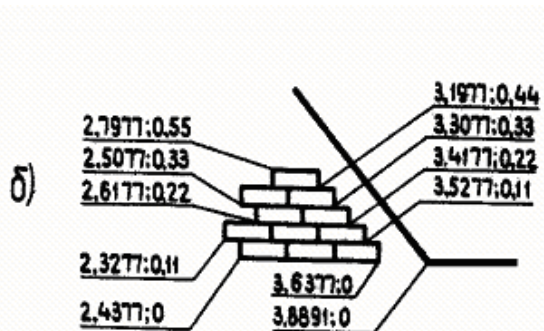


Рис. 6. б) Сечение нижней части СП обмотки диполя  $D_4$

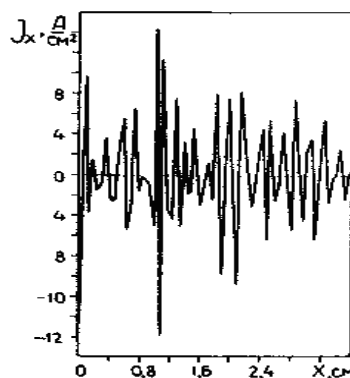


Рис. 7

## 2. Математическая постановка обратной задачи магнитостатики для безжелезных магнитных систем

Пусть в апертуре магнита (см. рис. 1) необходимо создать однородное магнитное поле  $\vec{H}(x, y)$  с единственной отличной от нуля компонентой  $H_y(x, y)$ . Предполагаем, что продольные размеры магнита значительно больше поперечных

и расчеты не зависят от выбора сечения. Запишем известное выражение (закон Био-Савара) для вычисления  $H_y(x, y)$ :

$$\vec{H}_y(x, y) = \iint_{S_I} \frac{J_{\tilde{x}, \tilde{y}} \cdot (x - \tilde{x}) d\tilde{x} \cdot d\tilde{y}}{\left[ (x - \tilde{x})^2 + (y - \tilde{y})^2 \right]^{3/2}} \equiv I_0 \cdot G_{\tilde{s}, x, y}, \quad (1)$$

где  $x, y \in S_H$ ,  $S \equiv \tilde{x}, \tilde{y} \in S_I$ ,  $I_0$  – величина тока в сечении,  $S_I, J_{\tilde{x}, \tilde{y}}$  – плотность тока,  $G_{\tilde{s}, x, y}$  – функция Грина, для прямоугольного витка.

Токовая обмотка (область  $S_I$ ) реально состоит из  $m = N_x + N_y$  витков, где  $N_x$  – число витков обмотки вдоль оси  $x$ ,  $N_y$  – число витков обмотки вдоль оси  $y$ . Поперечные размеры витка  $2a = 0,40$  см по ширине и  $2b = 0,15$  см по высоте. Как указывалось выше, плотность тока в витке постоянна, т.е.  $J_{x, y} = J_0$ . В этом случае для области  $S_I$ , состоящей из  $m$  одинаковых витков с плотностью тока  $J_0$ , уравнение (1) представим в виде

$$J_0 \cdot \sum_{i=1}^m \int_{x_i-a}^{x_i+a} \int_{y_i-b}^{y_i+b} \frac{(x - \tilde{x}) \cdot d\tilde{x} \cdot d\tilde{y}}{\left[ (x - \tilde{x})^2 + (y - \tilde{y})^2 \right]^{3/2}} = H_y(x, y) \equiv H_0, \quad (2)$$

где  $x_i, y_i$  – координаты центра  $i$ -го витка;  $H_0 = \text{const}$  в области  $S_H$ . Таким образом, для решения задачи требуется подобрать  $J_0$  и центры  $x_i, y_i$  такие, чтобы  $H_y(x, y) = H_0$  в области  $S_H$ . Такая задача относится к классу нелинейных обратных задач, которые, как известно, для  $m$  достаточно больших относятся к классу некорректных задач.

### 3. Метод решения обратной задачи магнитостатики

Решение нашей некорректной задачи сводится к решению плохо обусловленной системы  $2m+1$  нелинейных уравнений. Чтобы избежать трудностей, связанных с решением таких систем уравнений, проведем решение задачи (2) в два этапа. На первом этапе считаем, что витки закреплены и распределены по обмотке равномерно, а искомой функцией является плотность тока  $J_{\tilde{x}, \tilde{y}}$ . Тем самым задача (1) становится линейной. Из ее решения (функция  $J_{\tilde{x}, \tilde{y}}$ ) выделяем две части:  $J_{\tilde{x}} \equiv J_{\tilde{x}, \tilde{y}} \equiv \text{const}$ , непрерывную вдоль оси  $x$ , и  $J_{\tilde{y}} \equiv J_{\tilde{x}, \tilde{y}} \equiv \text{const}, \tilde{y}$ , непрерывную вдоль оси  $y$ . На втором этапе полученные непрерывные распределения  $J_{\tilde{x}, \tilde{x}}$  и  $J_{\tilde{y}, \tilde{y}}$  моделировались с помощью кусочно-постоянных функций – «блоков» при условии постоянства тока в одном витке. («Блоки» формируются из витков стандартных размеров: 0,4 см х 0,15 см). Предполагалось, что составленные таким образом "блочные" функции дают решение задачи (2) со всеми поставленными ограничениями.

I этап. Отметим, что уравнение (1) на этом этапе приобрело вид линейного интегрального уравнения Фредгольма I рода. Задача определения распределения  $J_{\tilde{x}, \tilde{y}}$  по известному  $H_y(x, y)$  является неустойчивой и относится к классу некорректно поставленных задач. Это проиллюстрировано на рис. 7, где приведено по-



лученное авторами решение этой задачи одним из обычных методов без введения регуляризации.

В дальнейшем задача решалась методом регуляризации по Тихонову. Решение сводилось к определению функции  $J \tilde{x}, \tilde{y}$ , минимизирующей сглаживающий функционал  $M^\alpha$ :

$$M^\alpha J, H = \Phi \left[ J \tilde{x}, \tilde{y}, H_y(x, y) \right] + \alpha \cdot \Omega \left[ J \tilde{x}, \tilde{y} \right], \quad (3)$$

где

$$\Phi \left[ J \tilde{x}, \tilde{y}, H_y(x, y) \right] = \iint_{S_H} [H_y(x, y) - \iint_{S_I} J \tilde{x}, \tilde{y} \cdot K(x, y, \tilde{x}, \tilde{y}) d\tilde{x}d\tilde{y}]^2 dx dy \quad (4)$$

– квадратичное уклонение оператора  $\iint_{S_I} J \tilde{x}, \tilde{y} \cdot K(x, y, \tilde{x}, \tilde{y}) d\tilde{x}d\tilde{y}$  от заданной функции

$$H_y(x, y) = H_0 \text{ в области } S_H, \quad K(x, y, \tilde{x}, \tilde{y}) = \frac{x - \tilde{x}}{\left[ (x - \tilde{x})^2 + (y - \tilde{y})^2 \right]^{3/2}} \text{ в области } S_I,$$

$\Omega \left[ J \tilde{x}, \tilde{y} \right] = \iint_{S_I} J^2 \tilde{x}, \tilde{y} d\tilde{x}d\tilde{y}$  – стабилизирующий функционал,

$\alpha$  – параметр регуляризации, который выбирается из условия  $\iint_{S_H} [H_y(x, y) - \iint_{S_I} J^\alpha \tilde{x}, \tilde{y} \cdot K(x, y, \tilde{x}, \tilde{y}) d\tilde{x}d\tilde{y}]^2 dx dy \leq \delta$  (5)

где  $J^\alpha$  – элемент, на котором при данном  $\alpha$   $M^\alpha$  достигает минимума для данного  $\delta$ .

Для проведения численных расчетов проведем дискретизацию. Запишем предыдущие выражения в следующем виде:

$$M^\alpha = \sum_{j=1}^n \left[ H_j(x_j, y_j) - \sum_{i=1}^m J_i(x_i, y_i) K_{ij}(x_j, y_j, x_i, y_i) \right]^2 + \alpha \cdot \sum_{i=1}^m J_i^2(x_i, y_i) \Delta x \Delta y \quad (6)$$

где  $(x_i, y_i) \in S_I$ ,  $(x_j, y_j) \in S_H$ ,  $n$  – число точек в области  $S_H$ ,  $m$  – число точек в области  $S_I$ ,

$$K_{ij} = \frac{\int_{x_i-a}^{x_i+a} \int_{y_i-a}^{y_i+a} (x_j - x) dx dy}{\left[ (x_j - x)^2 + (y_i - y)^2 \right]^{2/3}} = \frac{y_i - y_j + b}{2} \ln \frac{(x_i - x_j + a)^2 + (y_i - y_j + b)^2}{(x_i - x_j - a)^2 + (y_i - y_j - b)^2}.$$

Элементы  $J_i$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ , минимизирующие  $M^\alpha$ , находились как решение системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial M^\alpha}{\partial J_1} = 0, \\ \vdots \\ \frac{\partial M^\alpha}{\partial J_m} = 0, \end{cases} \text{ где } \begin{cases} \frac{\partial M^\alpha}{\partial J_l} = -2 \sum_{j=1}^n H_j K_{lj} \Delta x \Delta y + 2 \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m J_i(x_i, y_i) K_{lj} K_{ij} \Delta x \Delta y \\ + 2\alpha \cdot J_l \cdot \Delta x \cdot \Delta y \end{cases} \quad (7)$$

Полагая  $\alpha' \cdot \Delta x \Delta y = \alpha \cdot \Delta x \cdot \Delta y$ , получим  $\sum_{i=1}^m J_i \cdot \sum_{j=1}^n K_{ij} K_{ij} + \alpha' \cdot J_l = \sum_{j=1}^n H_j \cdot H_j$  Пара-

метр  $\alpha'$  выбирается так, чтобы квадратичное уклонение

$F = \sum_{j=1}^n \left[ H_0 - \sum_{i=1}^m J_i^\alpha(x_i, y_i) K_{ij}(x_j, y_j, x_i, y_i) \right]^2 \Delta x \Delta y$  было минимальное, такое, что  $F \leq \delta \leq 10^{-6}$ . Здесь  $J_i^\alpha$  – решение (10) при данном  $\alpha'$ . В (10)  $\Delta x = \Delta y = 0,25$  см,  $\Delta x = \Delta y = 0,055$  см и  $\alpha = \alpha' \cdot 21$ .

В таблице 1 приведена зависимость  $F$  от  $\alpha'$  в интервале  $\alpha' = 10^{-8} \div 10^{-16}$ . В качестве наилучшего выбрано  $\alpha' = 10^{-11}$  ( $\alpha = 21 \cdot 10^{-11}$ ).

Таблица 1

**Зависимость функционала  $F$  – квадрата невязки от параметра регуляризации  $\alpha'$**

$\alpha'$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$
$F$	$271 \cdot 10^{-10}$	$79 \cdot 10^{-10}$	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$0,14 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-10}$
$\alpha'$	$10^{-13}$	$10^{-14}$	$10^{-15}$	$10^{-16}$	
$F$	$55 \cdot 10^{-10}$	$876 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	0,354	

На рис. 8 и рис. 9 изображены зависимости  $J_x$  от  $x$  ( $x = 0 \div 3,6$  см;  $y = 4$  см),  $J_y$  от  $y$  ( $x = 4$  см;  $y = 0 \div 3,6$  см), полученные как решение системы (7) при  $\alpha' = 10^{-11}$ .

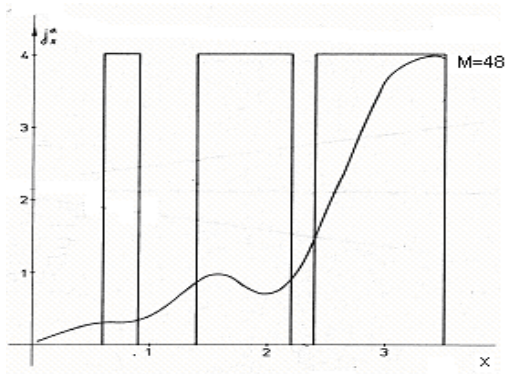


Рис. 8. Зависимость  $J_x$  от  $x$   
( $x = 0 \div 3,6$  см;  $y = 4$  см)

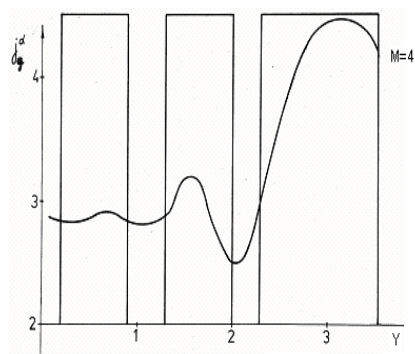


Рис. 9. Зависимость  $J_y$  от  $y$   
( $x = 4$  см;  $y = 0 \div 3,6$  см)

**II этап.** На втором этапе решения задачи непрерывные распределения  $J_x$  и  $J_y$  моделировались кусочно-постоянными функциями – "блоками". При этом требовалось выполнение следующих условий, вытекающих из практических возможностей изготовления исследуемых магнитов:

- 1) плотность тока во всех блоках постоянна и одинакова:  $J_i = J_0$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ ,  $k$  – число блоков;
- 2) каждому блоку должно соответствовать целое число витков, т.е. длина каждого блока кратна высоте одного витка  $2b$  (в нашем случае  $2b = 0,15$  см);
- 3) при переходе от непрерывного распределения  $J_x$  и  $J_y$  к кусочно-постоянному необходимо как можно меньше потерять витков.

#### 4. Результаты моделирования безжелезного СП-диполя

При моделировании СП-диполя после получения на первом этапе непрерывных кривых распределения плотностей токов на втором этапе моделирования блоки размещались так, чтобы зазоры между ними соответствовали минимумам на кривых  $J_x$ ,  $J_y$ . Площади блоков  $S_i$  определялись численным интегрированием

$J_x, J_y$  по методу трапеций от левого минимума полученного непрерывного распределения  $J_x, J_y$  до правого минимума. Плотности тока в  $i$ -м блоке  $J_i$  определялись как  $J_i = s_i / l_i$ , где  $l_i$  – расстояние между соседними минимумами. Затем из условия  $J_0 = \max J_i, i = 1, 2, \dots, k$  выбиралась плотность тока  $J_0$ , одинаковая во всех блоках. В этом случае размеры блоков не выходят за рамки  $l_i$ . Далее, так как в каждом блоке должно быть целое число витков, длины блоков  $l_i$  определялись как  $l_i = 0,15 \times N_i$ , где  $N_i$  – целая часть отношения  $s_i / (0,15 \times J_0)$ . В этом первом приближении размещение блоков между всеми минимумами приводит к большим потерям витков. Наименьшие же потери витков происходят при размещении на каждом из непрерывных распределений  $J_x$  и  $J_y$  трех блоков (см. рис. 8, рис. 9).

После такого предварительного размещения блоков далее задача решалась с использованием программы FUMILI – минимизации квадратичного функционала. В качестве варьируемых параметров брались координаты центров блоков.

Результаты такой минимизации приводятся в таблице 2. На рис. 10 приведена одна из возможных конфигураций реального магнита, в котором однородность поля  $\Delta B / B \leq 1 \cdot 10^{-4}$  в 80% размеров апертуры.

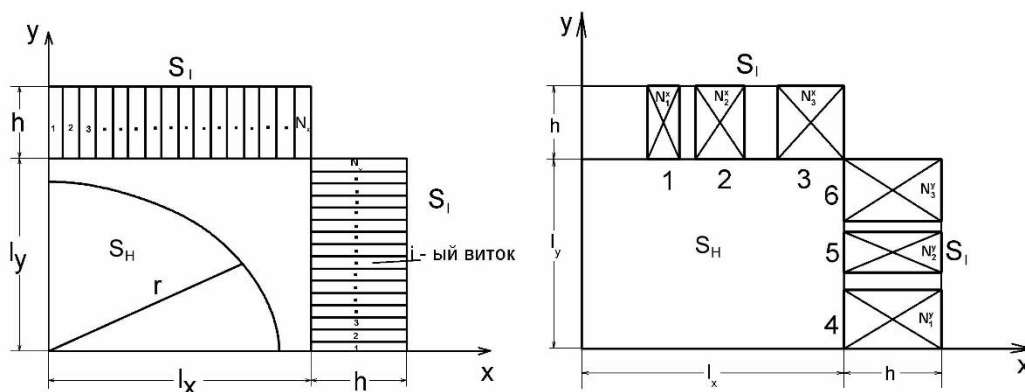


Рис. 10. Одна из возможных конфигураций реального магнита

Таблица 2

**Количество витков в блоках и координаты центров блоков для оптимального варианта магнита**

$N_y$	$N_k$ : $N_2$ $N_1$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$N_x$	$N_k$ : $N_2$ $N_1$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	Средняя относительная точность низших гармоник $c_2, c_4, c_6$
		$x = \text{const} = 3,8$					$y = \text{const} = 3,8$			
20	10	0,50	1,597	2,858	9	6	1,001	2,293	3,140	$0,3 \cdot 10^{-6} \div 0,5 \cdot 10^{-6}$
	5	9	2	8		2	7	7	6	
	5					1				

### 5. Коррекция градиента магнитного поля ускорителя

В решении этой задачи можно выделить следующие этапы:

1. Расчет величины градиента поля от одного проводника и от группы проводников во всей рабочей области камеры ускорителя с учетом реальных координат проводников, составляющих рабочую обмотку.

2. Определение величины тока для центральной группы проводников при их

последовательном подключении к одному источнику питания.

3. Определение оптимальной величины токов в отдельных проводниках, регулирующих секступольную неоднородность магнитного поля (МП).

**На первом этапе.** Выражение для градиента МП одной пары проводников можно представить в следующем виде:

$$G(x,z) = \frac{\partial H_z}{\partial x} = 0, 2i \left\{ \sum_{n=1}^{50} \frac{x^2 - [2(n-1)(z_{II} + d) + (z_{II} - z)]^2}{[x^2 + (2(n-1)(z_{II} + d) + (z_{II} - z))^2]^2} + \sum_{n=1}^{50} \frac{x^2 - [2(n-1)(z_{II} + d) + (z_{II} + z)]^2}{[x^2 + (2(n-1)(z_{II} + d) + (z_{II} + z))^2]^2} + \sum_{n=1}^{50} \frac{x^2 - [z_{II} + z + 2nd + 2z_{II}(n-1)]^2}{[x^2 + (z_{II} + z + 2nd + 2z_{II}(n-1))^2]^2} + \sum_{n=1}^{50} \frac{x^2 - [z_{II} - z + 2nd + 2z_{II}(n-1)]^2}{[x^2 + (z_{II} - z + 2nd + 2z_{II}(n-1))^2]^2} \right\}$$

На рис. 11 показано семейство зависимостей  $G = f(x, z)$ , вычисленных по этой формуле для шести значений  $z$ . На рис. 12 представлена зависимость  $G = f(x, z)$ , рассчитанная для случая, когда обмотка, изменяющая величину градиента МП, состоит из четырех проводников ( $\Gamma 1 \dots \Gamma 4$ ) с током 1А. Видно, что производные "н" в области  $x \leq 15$  см и  $z = \pm 10$  см малы, а действие проводников эквивалентно действию поверхностных токов с постоянной плотностью. При  $|z| > 10$  см в распределении "н" начинает проявляться влияние каждого проводника в отдельности, обусловленное уменьшением области действия по  $x$  и большой величиной производной  $\partial H_z / \partial z$  (рис. 11).

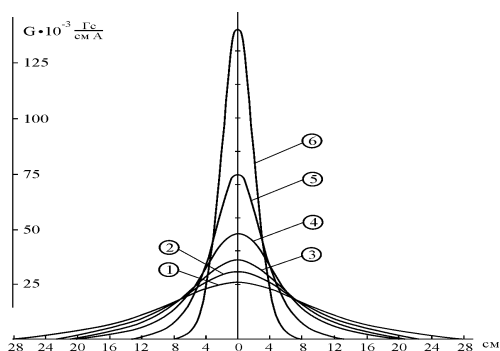


Рис. 11. Семейство кривых  $G(x)$  вычисленных при различных  $z$

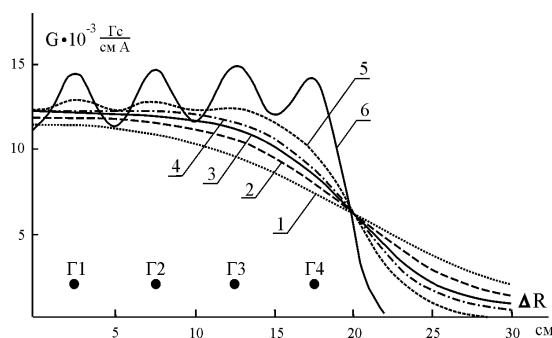


Рис. 12. Зависимость  $G(x)$ , вычисленная для различных  $z$  при последовательном включении проводников  $\Gamma 1 \dots \Gamma 4$

Для регулирования секступольной компоненты МП с помощью 2-й группы проводников необходимо было по заданной линейной зависимости ( $G = ax$ ) определить величины токов в обмотке II.

**На втором этапе.** Определение величины и направления тока в витках по заданному градиенту МП является обратной задачей магнитостатики. Минимизирующий функционал в этом случае будет иметь вид:

$$M^\alpha = \sum_{j=1}^k [x_j - G(x_j, z_j = \text{const})]^2 + \alpha \sum_{j=1}^k i_j^2(x_j),$$

где  $G(x_j, z_j = \text{const})$  – градиент от суммы проводников в текущей точке  $x_j$  на линии

$z_j = \text{const}$ , а именно:  $G(x_j, z_j = \text{const}) = \sum_{m=1}^M i_m G_m(x_j, z_j, x_m, z_m)$ ,  $G_m$  – градиент МП от

$m$ -го проводника,  $k$  – количество точек, в которых вычисляется  $G_m$ ,  $i_m$  – ток в  $m$ -ом проводнике. Величина токов – отражений определялась по рекуррентному

соотношению:  $i_{n+1} = i_n \frac{\mu-1}{\mu+1}$  при этом знаки токов чередуются.

Величина градиента  $G(x, z)$  от  $M$  проводников с учетом угла  $\omega$  определяется по формуле:

$$G(x, z) = 0,4 \sum_{m=1}^M i_m \sum_{n=1}^N \left( \frac{\mu-1}{\mu+1} \right)^{n-1} \cos(2n-1)\omega \left\{ \left( \frac{1}{l_{вп}^2} + \frac{1}{l_{нп}^2} \right) + 2(x - x_{jn}) [(R_p + x) - (R_p + x_m) \cos(2n-1)\omega] \left( \frac{1}{l_{вп}^4} + \frac{1}{l_{нп}^4} \right) \right\}.$$

$$l_{вп}^2 = [(R_p + x) - (R_p + x_m) \cos(2n-1)\omega]^2 + [z - (R_p + x_m) \sin(2n-1)\omega]^2,$$

$$l_{нп}^2 = [(R_p + x) - (R_p + x_m) \cos(2n-1)\omega]^2 + [z + (R_p + x_m) \sin(2n-1)\omega]^2,$$

$R_p = h / \omega$ ,  $x_m$  – координата  $m$ -го проводника

Полученные в результате расчета оптимальные величины токов приведены в таблице 3. Для этих значений токов зависимость  $G = f(x, z)$  оказалась близкой к линейной в области  $z \leq +4$  см (рис. 13, кривая 1). Измеряя величины токов в проводниках при сохранении найденных соотношений между ними, можно в широких пределах регулировать величину секступольной компоненты МП ускорителя.

Таблица 3

Номер проводника	Координата $x$ / см /	Величина Тока / А /
Г5	22,5	0,767
Г6	33,5	0,492
Г7	43,5	0,902
Г8	53,5	1,19
Г10	61,0	3,56

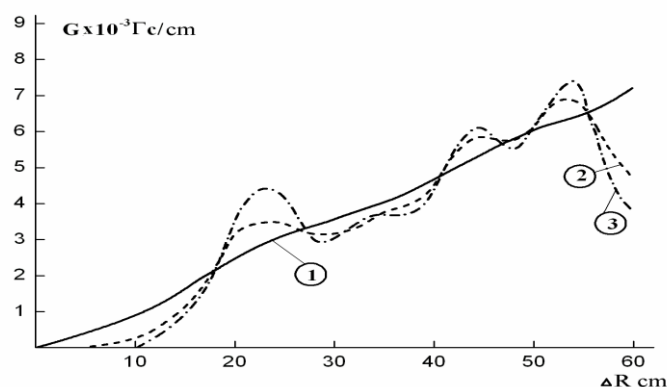


Рис. 13. Зависимость  $G(x)$ , вычисленная для трех значений  $z$  (1:  $z = 0,75 \text{ м}$ ; 2:  $z = 8,75 \text{ м}$ ; 3:  $z = 9,75 \text{ м}$ ) при введении секступольной компоненты МП с помощью проводников II группы

## 6. Результаты математического моделирования 3Т СП диполя с железом

На рисунках 3-6 представлены поперечные сечения некоторых вариантов СП-диполя, предлагаемого для математического моделирования. Диполь  $D_2$  – назовем его "идеальным" диполем – это два наложенных друг на друга диполя  $D_1$  без зазоров между обмоткой и железом. Для исследования роли электрической изоляции между обмоткой и железом на однородность поля рассматривался диполь



$D_3$ . И, наконец, полностью технологи – чески приемлемый вариант-диполь  $D_4$ , в котором нет области с двойной плотностью тока, т.е. в токовых областях плотность тока одна и та же. Отметим, что, если для диполя  $D_1$  количество витков в полуапертуре было 24, то для  $D_4$  эта величина равна 37. Размеры витка  $0,4 * 0,11 \text{ см}^2$ .

В процессе численных расчетов проводился дополнительный контроль точности аппроксимации условия  $u(\infty) = 0$  на основе методики по методу Ричардсона, использующей, аналогично [2], экстраполяцию по параметру  $r^{-1}$ , где  $r = \max(L_x, L_y)$ , а  $L_x$  и  $L_y$  – длины сторон прямоугольника, ограничивающего расчетную область  $\Omega$ . Предполагается, что погрешность аппроксимации краевого условия  $u(\infty) = 0$  разлагается в ряд по степени параметра  $r^{-1}$ . Для рассматриваемой задачи использовался следующий алгоритм. Решаются краевые задачи для последовательности расширяющихся областей  $\Omega_k$ ,  $k = 1, \dots, M$ , имеющих попарно различные значения  $r_k$ . Далее сравниваются значения решений  $u_k(p)$  (при различных  $K$ ) в контрольных точках  $P$  расчетной области  $\Omega$ . Если для данного выбранного  $\varepsilon > 0$  выполняется условие:  $|u_k(p) - u_{k+1}(p)| \leq \varepsilon, p \in \Omega$  полагаем, что  $u(\xi)$ , где  $\xi \in$  границе расчетной области, удовлетворительно аппроксимирует краевое условие  $u(\infty) = 0$ . Если априорно предположить, что существует регулярное разложение погрешности аппроксимации условия на бесконечности по параметру  $r^{-1}$   $u_r(p) = u(p) + \frac{1}{r^\gamma} g(p) + O(r^{-\beta}), \beta > \gamma > 0$ , где  $u(p)$  – точное решение уравнения Пуассона, а функция  $g(p)$  не зависит от  $r$ , то можно исключить второе слагаемое путем экстраполяции. Для этого определим числа  $\gamma_1, \gamma_2$  из системы уравнений:

$$\gamma_1 + \gamma_2 = 1, \gamma_1 r_1^{-\gamma} + \gamma_2 r_2^{-\gamma} = 0, r_1 \neq r_2$$

где  $r_1, r_2$  соответствуют двум различным расчетным областям. Тогда линейная комбинация  $\bar{u}(p) = \gamma_1 u_{r_1}(p) + \gamma_2 u_{r_2}(p)$  удовлетворяет оценке  $|u(p) - \bar{u}(p)| \leq O(r^{-\beta})$ , т.е. приближает условие  $u(\infty) = 0$  с большей точностью, чем каждое из  $u_{r_1}$  и  $u_{r_2}$ . Используя выше описанный численный алгоритм все варианты конфигураций магнитной системы просчитывались для двух радиусов  $r_1$  и  $r_2$ , параметр  $\gamma$  брался равным 2. Предлагаемый алгоритм расчета приводил к уточнению решения в смысле гладкости расчетного магнитного поля рассматриваемой магнитной системы.

На рис.14 представлены логические диаграммы для проведения численного моделирования магнитных полей СП диполей  $D_1, D_2, D_3$  и  $D_4$  конечно-разностным методом (POISSON). Фотографии с дисплея расчетной сетки для диполей  $D_2$  и  $D_4$  представлены на рис.15. Результаты численного моделирования диполя  $D_1$  для интервала тока  $I$  в витке от 500А до 2500А приведены в таблице 4 и на рис. 16-22.

На рис. 16 для диполей  $D_{1,2,3,4}$  показана зависимость индукции  $B$  в центре апертуры от тока  $I$  в СП витке для интервала  $I=(0-2.5\text{kA})$ . Видны преимущества диполей  $D_{2,3,4}$  по сравнению с диполем  $D_1$ : величина индукции на всем интервале тока для  $D_{2,3,4}$  в  $\sqrt{2}$  раза больше, чем для  $D_1$ . На рис.17 показана зависимость относительной амплитуды поля  $c_3$  как функция тока  $I$  в витке СП диполей  $D_{1,2,3,4}$ . Вид-

но, что насыщение железного сердечника начинает сказываться при 11,5 кА. Наиболее наглядно преимущества диполей  $D_{2,3,4}$  по сравнению с диполем  $D_1$  показаны на рис.18: зависимость  $c_3 = f(B_1)$ . Если для  $D_1$  относительная амплитуда третьей гармоники поля  $c_3$  начинает возрастать при 1,5 Т, то для  $D_{2,3,4}$  этот процесс начинается лишь после 2,1Т.

Полная картина зависимостей  $c_n = f(B_1)$  для  $n=3,5$  и  $7$  при сравнении диполя  $D_1$  и "идеального" диполя новой конфигурации  $D_2$ , а также  $D_1$  и  $D_4$  приведена на рис. 19,20. Медленный рост амплитуд для новой конфигурации (диполи  $D_{2,3,4}$ ) объясняется тем, что геометрия этих магнитов позволяет создавать индукцию в железном сердечнике в  $\sqrt{2}$  раза меньшую, чем в апертуре магнита, т.е. на границе с железом проявляется не полный вектор индукции в апертуре, а его компоненты, что наглядно видно из картины силовых линий двумерного магнитного поля этих диполей (рис.21,22).

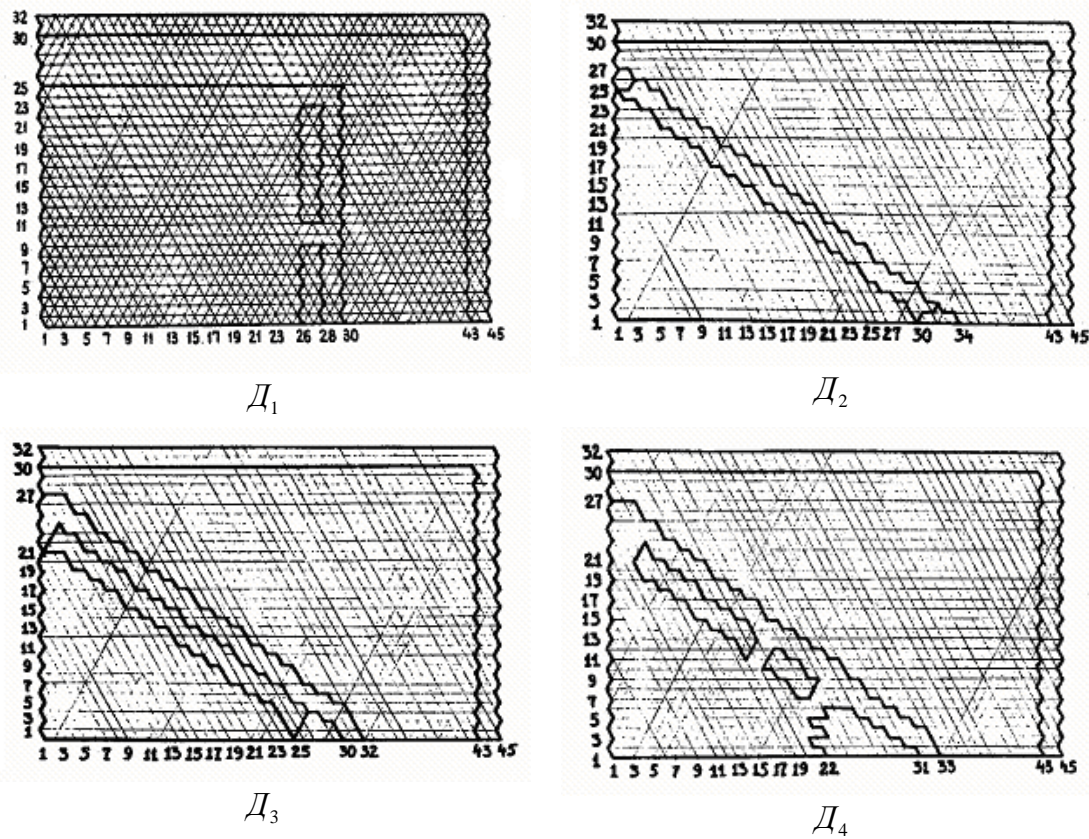
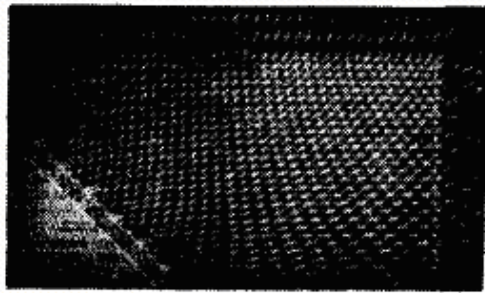
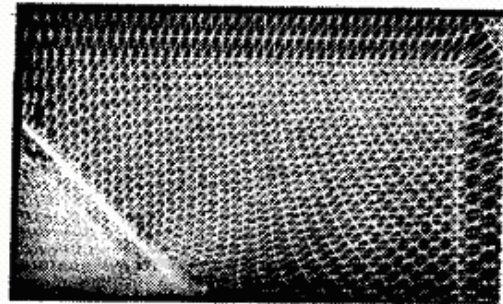


Рис. 14. Логические диаграммы диполей  $D_{1,2,3,4}$



$D_2$



$D_4$

Рис. 15. Расчетные сетки для моделирования магнитного поля СП диполей  $D_2$  и  $D_4$  (фотографии с дисплея)

Изложенные выше результаты получены с помощью программы POISSON. Для сравнения в таблице 4 приведены результаты гармонического анализа магнитного поля СП диполя  $D_4$  по методу токовых отображений (программа M1C2M) для тока в витке СП обмотки  $I=500$  А. Здесь же в таблице 5, для  $I=500$  А приведены результаты расчетов по программе M1C2M для безжелезного варианта СП диполя  $D_4$ , т.е. диполя, лишенного железного сердечника.

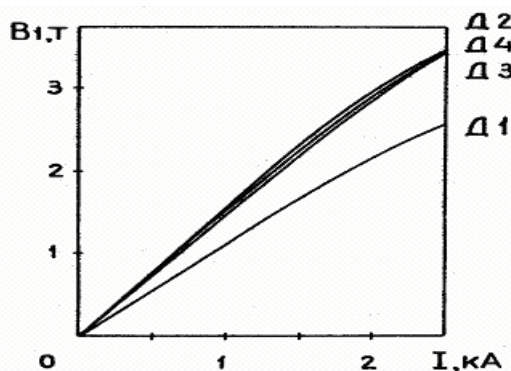


Рис. 16. Зависимость величины магнитной индукции  $B_1$  от тока в витке СП обмотки для диполей  $D_{1,2,3,4}$

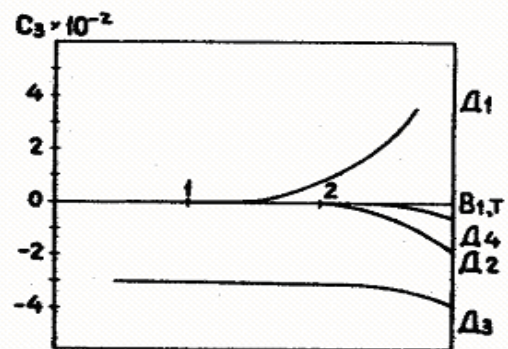


Рис. 17. Величина  $c_3$  на радиусе 90% размеров апертуры ( $r=2,5$  см для  $D_1$  и  $r=2,0$  см для  $D_{2,3,4}$ ) в зависимости от тока  $I$  в витке СП обмотки для диполей  $D_{1,2,3,4}$

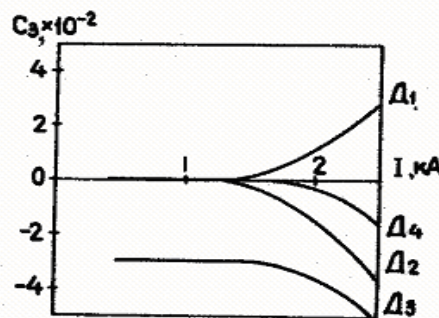


Рис. 18. Величина  $c_3$  на радиусе 90% размеров апертуры в зависимости от индукции  $B_1$  для диполей  $D_{1,2,3,4}$



Сравнение величин  $B_l$  и  $c_n$  (%) на радиусе  $r = 2,0$  см  
для тока  $I = 500$  А в витке СП  $D_4$

	MIC2M без железа	MIC2M	POISSON
$B_l, T$	0,40474	0,7334	0,7335
$c_3$	-13,7446	-0,0041	0,0268
$c_5$	2,3785	-0,0026	-0,0680
$c_7$	3,2190	2,1506	2,1077
$c_9$	1,0829	0,5145	0,4004
$c_{11}$	0,9736	0,5629	0,3811
$c_{13}$	0,3759	0,2092	-1,0997

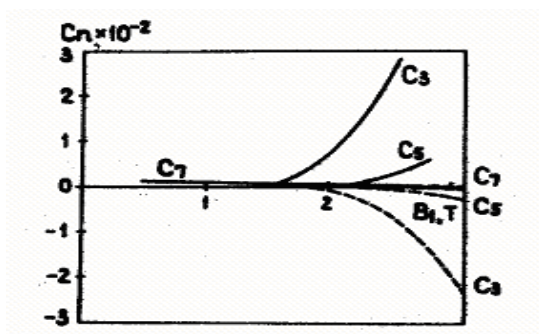


Рис. 19. Зависимость величин  $c_n$  ( $n=3,5,7$ ) на радиусе 90% размеров апертуры от индукции для  $B_l$  для диполей  $D_1$  и  $D_2$

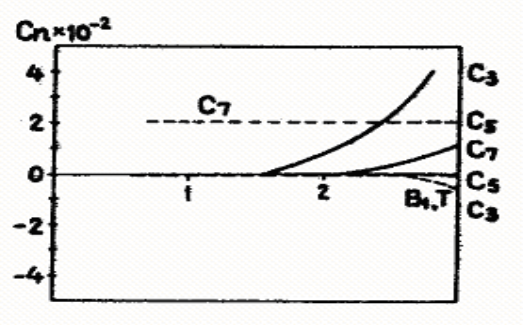


Рис. 20. Зависимость величин  $c_n$  ( $n=3,5,7$ ) на радиусе 90% размеров апертуры от индукции  $B_l$  для диполей  $D_1$  и  $D_4$

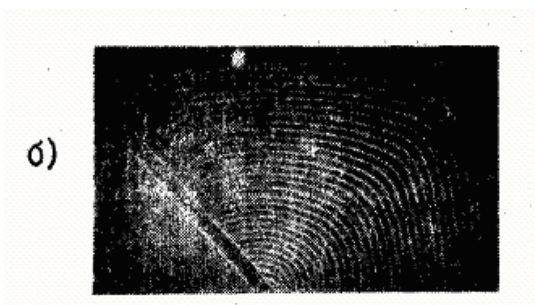


Рис. 21. Эквипотенциали для СП диполя  $D_2$ : а)  $I = 500$  А, б)  $I = 2500$  А.

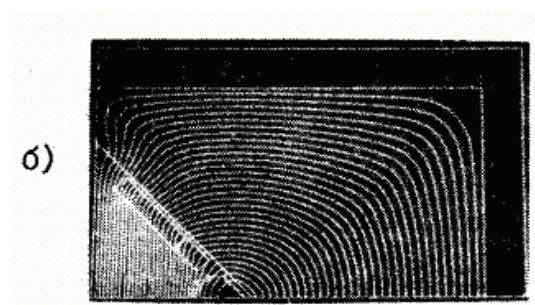
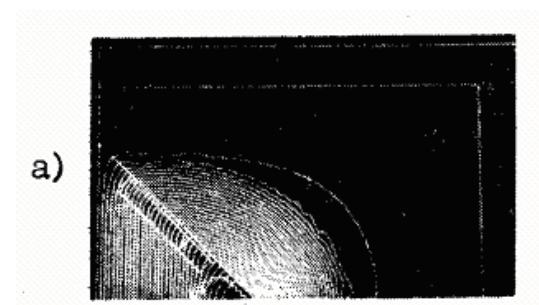


Рис. 22. Эквипотенциали для СП диполя  $D_4$ : а)  $I = 500$  А, б)  $I = 2500$  А.

Величины  $B_1(T)$  и  $c_n$  % на радиусе  $r=2,0$  см в зависимости от тока  
в витке СП обмотки диполей  $D_2, D_3, D_4$

		I=500 A	I000 A	I500 A	2000 A	2500 A
D <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> , T	0,7714	1,5427	2,3002	2,9595	3,4924
	C <sub>3</sub>	0,029	0,023	-0,243	-1,719	-3,592
	C <sub>5</sub>	0,025	0,023	-0,029	-0,213	-0,305
	C <sub>7</sub>	-0,003	-0,003	-0,016	-0,070	-0,118
	C <sub>9</sub>	0,005	0,005	0,001	-0,003	-0,007
	C <sub>11</sub>	-0,008	-0,008	-0,003	-0,005	-0,007
	C <sub>13</sub>	0,006	0,008	0,053	0,240	0,406
D <sub>3</sub>	B <sub>1</sub> , T	0,7238	1,4476	2,1692	2,8538	3,4291
	C <sub>3</sub>	-3,035	-3,039	-3,080	-3,595	-5,104
	C <sub>5</sub>	-0,539	-0,540	-0,539	-0,557	-0,538
	C <sub>7</sub>	-0,234	-0,234	-0,236	-0,257	-0,291
	C <sub>9</sub>	-0,025	-0,025	-0,024	-0,033	-0,011
	C <sub>11</sub>	-0,012	-0,012	-0,013	0,018	-0,030
	C <sub>13</sub>	0,854	0,855	0,863	0,986	1,060
D <sub>4</sub>	B <sub>1</sub> , T	0,7335	1,4669	2,1970	2,8805	3,4493
	C <sub>3</sub>	0,0268	0,0233	0,0085	-0,3474	-1,6478
	C <sub>5</sub>	-0,0680	-0,0682	-0,0556	0,0663	0,1536
	C <sub>7</sub>	2,1077	2,1074	2,0994	2,0522	2,0885
	C <sub>9</sub>	0,4004	0,4005	0,4055	0,4229	0,4725
	C <sub>11</sub>	0,3811	0,3810	0,3784	0,3777	0,3756
	C <sub>13</sub>	-1,0997	-1,0995	-1,0943	-1,0624	-1,0777

Таким образом, результаты проведенных численных экспериментов для 3Т СП-диполя позволяют сделать следующие выводы:

1) Для технологически осуществимого СП диполя с прямоугольной апертурой возможно создание высокооднородного магнитного поля в 90% размеров апертуры для индукций  $B=0-3$  Т. Нелинейные эффекты при  $B=3$  Т достигают 3%; относительные амплитуды третьей и пятой гармоник составляют соответственно 0,8% и 0,13% от основной первой гармоники поля.

2) Расчеты, полученные с помощью метода конечных разностей и метода токовых отображений, совпадают с точностью  $10^{-4}$  для первых семи гармоник.

3) Расчеты магнитного поля с помощью программы POISSON проведены с точностью  $10^{-4}$ .

4) Проведенное численное моделирование магнитного поля СП диполя D 4 послужило основой для создания модели такого магнита.

Использование предложенных методов математического моделирования рассматриваемых магнитных систем оказалось очень эффективным.

*Статья посвящается доктору физико-математических наук Игорю Александровичу Шелаеву.*

#### Список литературы

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Наука, М., 1974.
2. Jacob U., Umstatter H.H. CERN Report MPS/Int., RF 64-14, 1964.



3. Жидков Е.П., Хоромский Б.Н. Препринт ОВМ АН СССР, N137, М., 1987.

4. Жидков Е.П., Полякова Р.В. и др. Численные эксперименты по моделированию двумерного магнитного поля в сверхпроводящем диполе, Препринт Р9-81-12, 1981.

## АВТОНОМНЫЙ RC-ГЕНЕРАТОР ХАОТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ С ГЛАДКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

**Прокопенко В.Г.**

кандидат технических наук, Южный федеральный университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Показано влияние на аттрактор автономного RC-генератора хаотических колебаний замены кусочно-линейного уравнения нелинейной функции аппроксимирующим гладким выражением.

*Ключевые слова:* динамический хаос, хаотические колебания, генератор хаоса, RC-генератор, нелинейная функция, автостохастическая система.

Активным элементом предложенного в [1] автономного RC-генератора хаотических колебаний (рис. 1) является устройство с отрицательной проводимостью имеющее кусочно-линейную передаточную характеристику (рис.2, сплошная линия). Рассмотрим эволюцию хаотического аттрактора этого генератора при замене в уравнениях движения этого генератора:

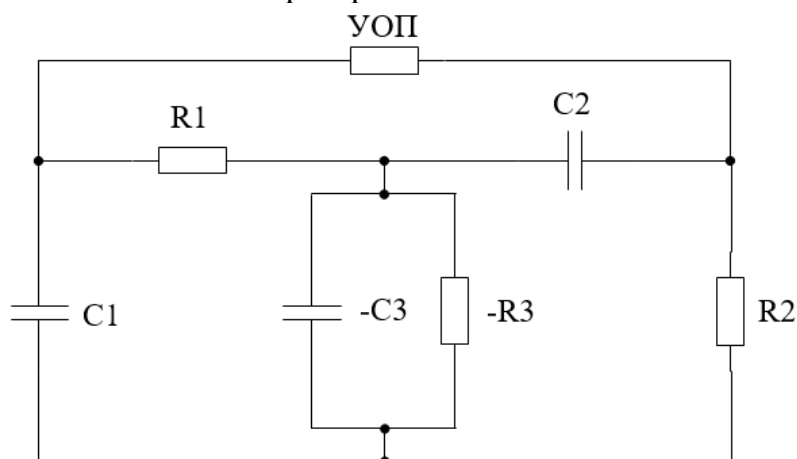


Рис. 1. Эквивалентная электрическая схема автономного RC-генератора хаотических колебаний

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = -f(x + y - z) - x + z; \\ \frac{dy}{d\tau} = A[-f(x + y - z) + C(z - y)]; \\ \frac{dz}{d\tau} = B[-f(x + y - z) - x - Cy + (1 + C - D)z], \end{cases} \quad (1)$$

$$A = \frac{C1}{C2}, \quad B = \frac{C1}{C3}, \quad C = \frac{R1}{R2}, \quad D = \frac{R1}{R3}, \quad \tau = \frac{t}{R1C1},$$

кусочно-линейной функции

$$f(u) = bu + \frac{a-b}{2} (|u+1| - |u-1|), \quad u=x+y-z, \quad (2)$$

следующим аппроксимирующим гладким выражением [2] (рис. 2, штриховая линия):

$$fs(u) = bu + (a-b) \frac{2}{n} a \tanh \left[ M \tanh \left( \frac{nu}{2M} \right) \right], \quad M = \tanh \left( \frac{n}{2} \right). \quad (3)$$

При  $n \rightarrow \infty$  зависимость (3) неограниченно приближается к функции (2). По мере уменьшения  $n$  она сглаживает функцию (2) в область стыковки линейных сегментов.

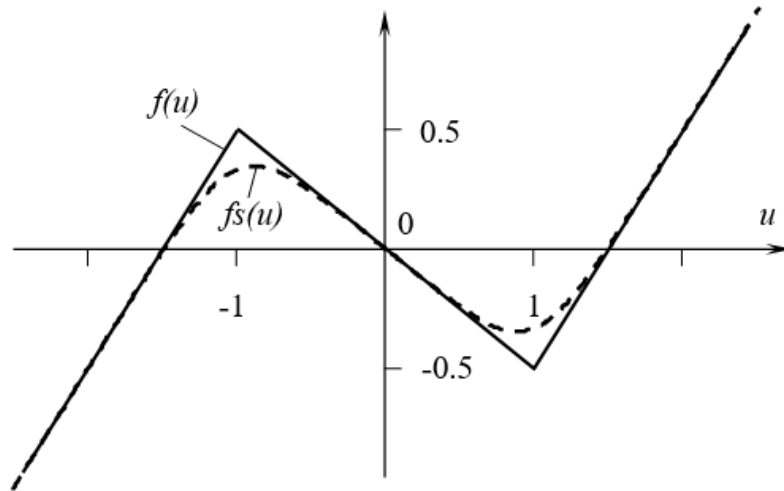


Рис. 2. Кусочно-линейная функция (2) и сглаживающая её функция (3)

Изменение аттрактора в зависимости от параметра  $n$ , задающего степень близости кусочно-линейной и гладкой аппроксимирующей функций показано на рис. 3-5.

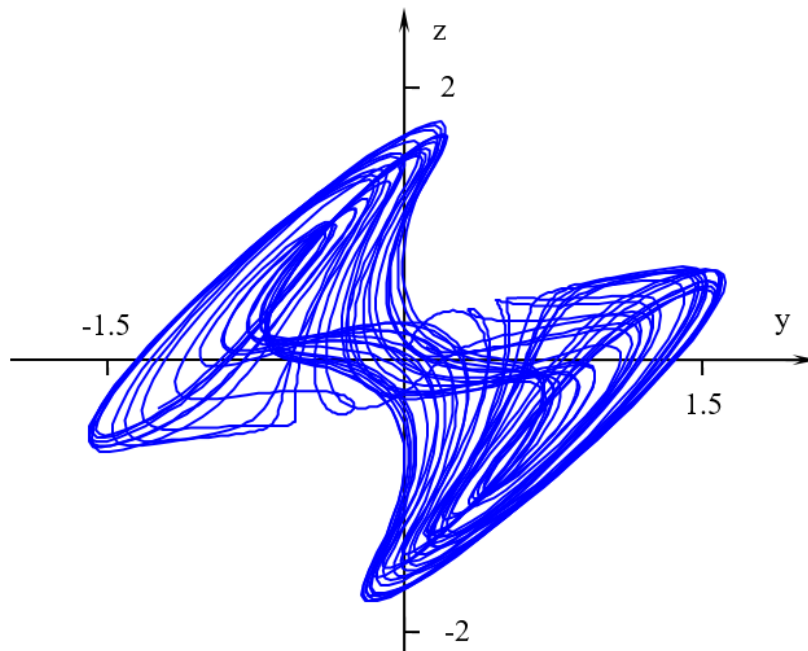


Рис. 3. Аттрактор системы (1) в случае кусочно-линейной функции (2) при  $a=-0.5$ ,  $b=1$

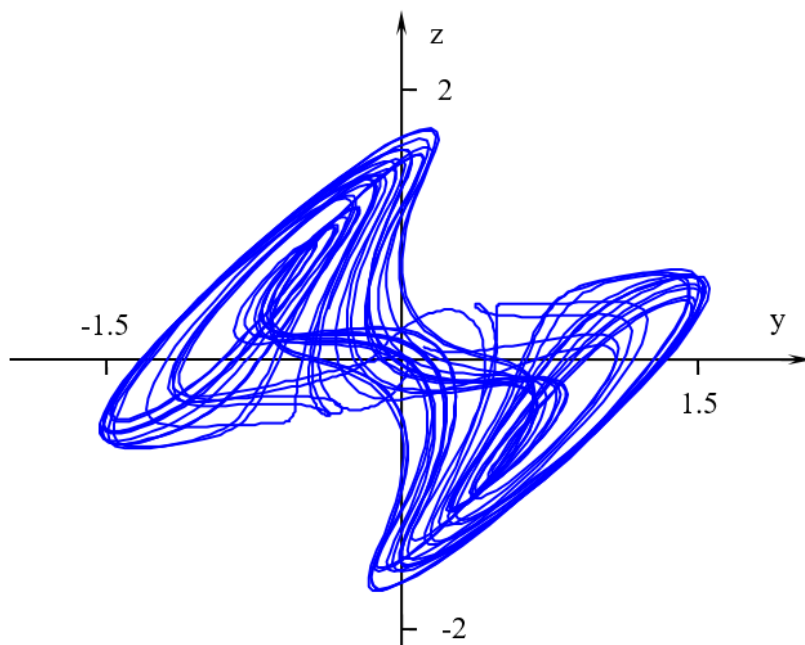


Рис. 4. Аттрактор системы (1) в случае кусочно-линейной функции (3) при  $a=-0.5$ ,  $b=1$ ,  $n=10$

Видно, что при значениях параметра  $n$  больше 10 различия незначительны, что указывает на отсутствие принципиальной разницы между представлением нелинейной функции кусочно-линейной зависимостью, имеющей разрывы первой и старших производных и гладкой всюду дифференцируемой зависимостью.

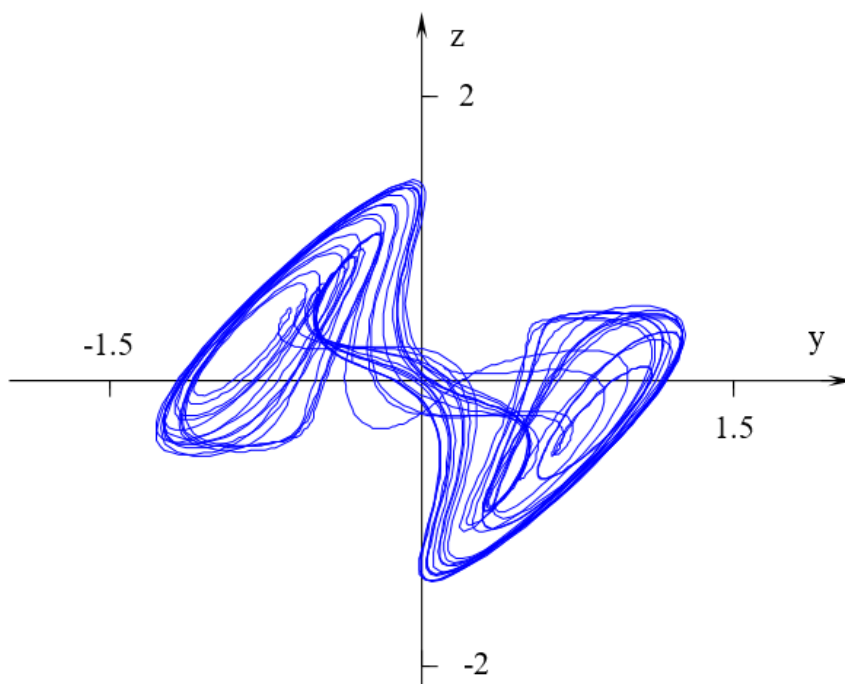


Рис. 5. Аттрактор системы (1) в случае кусочно-линейной функции (3) при  $a=-0.5$ ,  $b=1$ ,  $n=4$

Заметное изменение размеров и конфигурации аттрактора при значениях коэффициента  $n$  меньше 10 объясняется уменьшением средней величины наклонов центрального и боковых участков нелинейной функции.

### Список литературы

1. Прокопенко В.Г. Генератор хаотических колебаний // Пат. РФ № 2246790, Опубл. 20.02.2005, Бюл.5.
2. Прокопенко В.Г. Хаотические автоколебания в автостохастических системах с гладкой многосегментной нелинейностью // Вестник МВТУ им. Н.Э.Баумана. сер. Естественные науки. 2012. №1. С. 93-105.

## РЕЛЬЕФ ПОТЕНЦИАЛА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ С ИОНАМИ ПЕРЕХОДНЫХ ГРУПП

*Шановалов В.А.*

старший научный сотрудник, д-р физ.-мат. наук, ст. н. сотрудник,  
Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина,  
Донецкая Народная Республика, г. Донецк

Выполнено исследование спектров ЭПР ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в монокристаллах обращенной шпинели  $\text{LiGa}_5\text{O}_8$  и вольфрамата цинка  $\text{ZnWO}_4$ . Обнаружено, что адиабатический потенциал иона  $\text{Cu}^{2+}$  в  $\text{LiGa}_5\text{O}_8$  проявляет многомимумность, тогда как адиабатический потенциал иона  $\text{Cu}^{2+}$  в  $\text{ZnWO}_4$  одноминимумный. Ионы двухвалентной меди занимают октаэдрические позиции в окружении ионов кислорода.

*Ключевые слова:* электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), монокристалл.

Электронная конфигурация двух валентной меди  $\text{Cu}^{2+} - 3d^9$ . Основное спектроскопическое состояние по Гунду –  ${}^2D_{5/2}$ , так как  $L = 2$ ,  $S = 1/2$ . Спектр Электронного Парамагнитного Резонанса – ЭПР представляет собой тонкую структуру спектра ЭПР из одной линии согласно электронного спина  $S = 1/2$ . Эта линия имеет сверхтонкую структуру спектра ЭПР из четырех линий (рисунок) согласно ядерному спину  $I = 3/2$ .

Изучение спектров Электронного Парамагнитного Резонанса магнитных ионов  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Rh}^{2+}$  показало одноминимумность потенциала кристаллического поля в месте нахождения введенного иона двухвалентной меди в моноклинных вольфраматах. Кристалл вольфрамата цинка  $\text{ZnWO}_4$  имеет моноклинную симметрию. Исследуемый ион находится в низкосимметричном кристаллическом поле. Во всех случаях спектры описываются спиновыми гамильтонианами ромбической симметрии. Рельеф потенциала кристаллического поля в месте нахождения магнитного иона соответствует одноминимумному потенциалу кристаллического поля. Спектр ЭПР  $\text{ZnWO}_4 + \text{Cu}^{2+}$  ( $\text{Cu}^{63}$  и  $\text{Cu}^{65}$ ) представляет собой тонкую структуру из одной линии, которая имеет сверхтонкую структуру из четырех линий (1-4) согласно ядерному спину  $I = 3/2$  для каждого изотопа меди. Изотопическая сверхтонкая структура спектра ЭПР ( $I = 3/2$ ,  $\text{Cu}^{63} - 69,09\%$  и  $\text{Cu}^{65} - 30,91\%$ ) состоит из 8 линий (нижний рисунок).

В случае кубического монокристалла литий – галлиевой шпинели  $\text{LiGa}_5\text{O}_8 + \text{Cu}^{2+}$  рельеф потенциала кристаллического поля в месте нахождения магнитного иона соответствует трем неэквивалентным положениям иона и потенциал кристаллического поля является многоминимумным. Спектр Электронного Парамагнитного Резонанса – ЭПР представляет собой тонкую структуру спектра ЭПР из трех линий, каждая из которых имеет сверхтонкую структуру спектра ЭПР из четырех линий (рисунок). Высокополевой пик поглощения представляет собой суперпозицию спектра от двух центров, в которых деформация перпендикулярна

магнитному полю (перпендикулярный спектр). Сверхтонкая структура перпендикулярного спектра не разрешена.

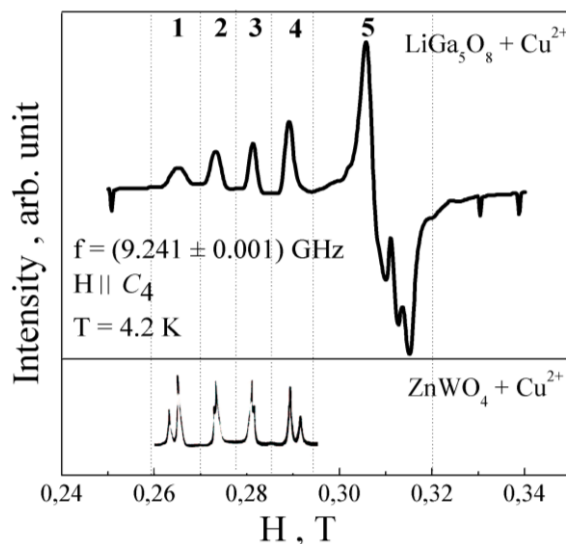
Аксиальный спектр иона  $\text{Cu}^{2+}$  описывается спиновым гамильтонианом с эффективным спином  $S = 1/2$  и ядерным спином  $I = 3/2$  [1]:

$$H = g_{\parallel} \beta \cdot (H_z S_z) + g_{\perp} \beta \cdot (H_x S_x + H_y S_y) + A \cdot I_z S_z + B \cdot (I_x S_x + I_y S_y)$$

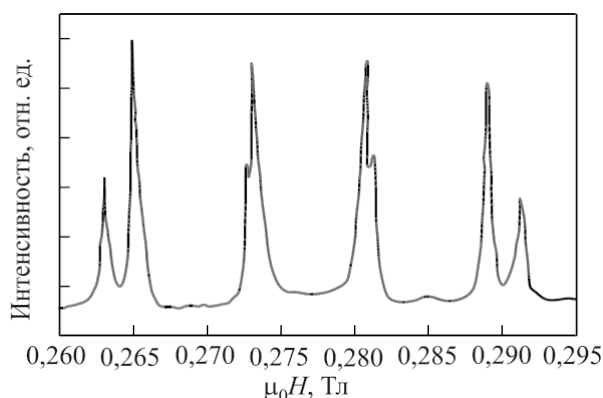
где  $g_{\parallel}$  – g-фактор спектроскопического расщепления в параллельной ориентации,  $\beta$  – магнетон Бора, А и В – константы сверхтонкой структуры экспериментального спектра ЭПР.

Параллельная ориентация совпадает с осью четвертого порядка октаэдра лигандов. Параметры спинового гамильтониана для спектра ЭПР иона  $\text{Cu}^{2+}$  в кристалле  $\text{LiGa}_5\text{O}_8$  при температуре  $T = 4.2$  К и на частоте СВЧ поля  $\nu = 9.2407$  ГГц равны:  $g_{\parallel} = 2.379 \pm 0.005$ ;  $g_{\perp} = 2.074 \pm 0.005$ ;  $A = 90 \pm 2$  Э;  $B = 26 \pm 2$  Э.

На рисунке проиллюстрированы спектры ЭПР иона двухвалентной меди для случаев много- и одноминимумного потенциалов кристаллического поля.



Спектр ЭПР  $\text{LiGa}_5\text{O}_8 + \text{Cu}^{2+}$  (верхний рисунок)



Спектр ЭПР  $\text{ZnWO}_4 + \text{Cu}^{2+}$  ( $\text{Cu}^{63}$  и  $\text{Cu}^{65}$ ) в поле  $H \parallel C_4$  при  $T = 4.2$  К (нижний рисунок)

#### Список литературы

1. Shapovalov, V.A., Zhitluchina E.S., Lamonova K.V. Multimimum potential of a crystal field in the monocystal normal spinel  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$ , doped by  $\text{Cu}^{2+}$  ions. Journal of Physics : Cond. Matter. – 2010. – V. 22. – P. 245504-245510.

## СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ПОЛУЧЕНИЕ 1-БРОМПРОПАРГИЛОВЫХ ЭФИРОВ ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ И ИХ НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

*Мадиханов Н.*

профессор кафедры физики и химии,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

*Абдугафуров И.А.*

профессор кафедры химической технологии нефти и газа,  
Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан, г. Ташкент

*Усманова С.Г.*

старший преподаватель кафедры физики и химии,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

Гипобромидным методом синтезирован 1-бромпропаргиловых эфир хлорфенолов из пропаргилового эфира хлорфенолов. Изучены некоторые химические свойства синтезированных соединений. Строение продуктов реакции установлены ИК- и ПМР-спектроскопией.

*Ключевые слова:* гипобромид, 1-бромпропаргиловый эфир хлорфенолов, ИК- и ПМР-спектры.

Одним из методов для синтеза ассиметричных диацетиленовых диэфиров в качестве исходных соединений является 1-бромпропаргиловых эфир замещенных фенолов [1, 2]

Существуют различные методы получения галоидацетиленов [3, 4].

Осуществлены синтез 1-бромпропаргиловых эфиров, замещенных хлорфенолов с гипобромидом натрия или калия в щелочной среде по известной методике [5].

Исследование показало, что температура плавления 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов ниже чем исходные пропаргиловые эфиры хлорфенолов.

Структура 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов доказаны физико-химическими методами (ИК-, ПМР-спектроскопией).

ИК- спектры 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов почти сходны имеются полосы поглощения характерные для связи  $\equiv\text{C}-\text{Br}$ ,  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  и другие.

В отличие от исходных пропаргиловых эфиров хлорфенолов исчезают полосы поглощения в области  $3320-3285\text{ см}^{-1}$  характерные для  $\equiv\text{C}-\text{H}$  связи, и появляются в области  $2231-2221\text{ см}^{-1}$  соответствующие валентным колебаниям  $\equiv\text{C}-\text{Br}$ .

Сопоставление ИК-спектров 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов показывают, что в спектрах не наблюдается резкого различия, но имеются некоторые смещения. Например, от монозамещенных к тризамещенным хлорфенолам в 1-бромпропаргиловых эфирах имеется смещение валентных колебаний, в бензольном кольце оно составляет  $10\text{ (}2231-2221\text{) см}^{-1}$ . Это, по-видимому объясняется тем, что интенсивность полосы  $\equiv\text{C}-\text{Br}$  зависит от дипольного момента молекулы.

Надо отметить, что сопоставления ИК-спектров 1-бромпропаргиловых эфиров хлорпроизводных, с ИК-спектрами исходных соединений пропаргиловых эфиров хлорфенолов, валентные колебания ацетиленовой связи  $-\text{C}\equiv\text{C}-$  при введении вместо подвижного водорода более электроотрицательного атома брома проявля-



ются в области 2231-2221 см<sup>-1</sup>, в месте характерные для связи ≡C-H в области 3300 см<sup>-1</sup>.

При сравнении ПМР-спектров 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов, в отличие от ПМР-спектров пропаргиловых эфиров хлорфенолов отсутствует сигнал при 2,30-2,40 м.д., который в пропаргиловых эфирах хлорфенолов характерен для ацетиленового протона. Например, в ПМР-спектре 1-бромпропаргилового эфира 4-хлорфенола острый сигнал при 4,18 м.д. соответствует –ОСН<sub>2</sub>группе. Сигналы протонов 4-замещенного бензольного кольца проявляются в виде двух дублетов в области 6,4-6,8 м.д.

Данные ИК- и ПМР-спектров подтверждают структуру 1-бромпропаргиловых эфиров хлорфенолов.

Изучено влияние различных факторов на выход 1-бромпропаргилового эфира хлорфенолов. При реакции замещения ацетиленового водорода на бром в пропаргиловых эфирах хлорфенолов немаловажную роль играет растворитель.

В качестве растворителей использованы диоксан, ацетон, диметилформамид и этиловый спирт. Наиболее подходящим из них оказался диоксан, с использованием которого замещении брома у ацетиленового водорода протекает гладко, выход конечного продукта увеличивается и продукт замещения выделяется в более чистом виде.

На примере реакции замещения 1-положения пропаргилового эфира 2,4,6-трихлорфенола видно, что при применении в качестве растворителя диоксана выход целевого продукта составляет-98,8%, при применении ацетона-87%, диметилформамида-80,6% и, наконец этанола-72,6%.

Высокий выход целевого продукта в первом случае объясняется тем, что диоксан являясь нуклеофильным растворителем, по-видимому, образует связь с ацетиленовым протоном пропаргилового эфира за счет не поделенной пары электронов кислорода, вследствие чего ослабляется связь ≡C-H, тем самым замещение брома на водород облегчается.

Изучены некоторые химические превращения 1-бромпропаргилового эфира хлорфенолов.

### Экспериментальная часть

#### Получение 1-бромпропаргилового эфира о-хлорфенола

В трехгорлой колбе, снабженной автомешалкой растворено 28 г едкого натрия и 72 мл воды. В щелочной раствор добавлено 200г измельченного льда и 14,8 мл жидкого брома. В течение 5 минут смесь перемешивалась автомешалкой до полного растворения брома, затем влило 6,66г (0,04 моля) пропаргилового эфира 2-хлорфенола, растворенного в 70мл диоксана при температуре 0-1°С. Затем температура реакционной смеси доведено до 20-22°С и при интенсивном перемешивании выдержана в течение 7 часов. Реакционная смесь обработана 200мл насыщенного раствора хлористого аммония и экстрагирована серным эфиром, экстракт сушили над поташом.

После отгонки растворителя продукт реакции перекристаллизован петролейным эфиром (40-60°С). Полученное вещество представляет собой желтые кристаллы с температурой плавления 18-20°С. Выход 8,71г (89,1%) от теоретического.

Найдено % С 43,84; Н 2,39; галлоид 47,16.

Найдено% С 43,76; Н 2,41; галоид 47,21.

Вычислено для C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>ClBr, % С 43,99; Н 2,44; галоид 47,04.

В аналогичных условиях были синтезированы и установлены их структура (ИК- и ПМР-спектроскопией), остальные 1-бромпропаргиловые эфиры хлорфенолов.

Таким образом, гипогалоидным методом синтезированы 1-бромпропаргиловые эфиры хлорфенолов, изучено влияние растворителей на реакцию замещения ацетиленового водорода на бром и изучено некоторые химические свойства синтезированных соединений.

#### Список литературы

1. Мадиханов Н., Махсумов А.Г., Абдугафуров И.А. Синтез 1-бромпропаргиловых эфиров бром и йодзамещенных фенолов // Научный вестник АндГУ-2013, – №1. С27-29.
2. Мадиханов Н., Махсумов А.Г., Абдугафуров И.А. Получение производных галоидацетиленов // Научный вестник НамГУ. – 2004. – №2. С.51-53.
3. Сладков А.М., Ухин Л.Ю. Получение ацетиленовых нитрилов // Изв. АН СССР. Сер. Хим. – 1964. – №2. С. 392.
4. Эглинтон Г., Макрае В. Реакционноспособные ацетиленовые промежуточные соединения; синтез 1-бромацетиленов и ацетиленидов ртути // I. Org.Chem. Soc. // 1963. V. 4. P. 2295-2299.
5. Straus F.Kollek L und Heun W. Liber den Ersate positive wasserstoffa durch Hologen// Ber. 1930. T.1. S.147-152.

## СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ДЕВОЧЕК 13-14 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХОККЕЕМ С МЯЧОМ

**Ванюшин Ю.С.**

заведующий кафедрой «Физическое воспитание», д-р биол. наук, профессор,  
Казанский государственный аграрный университет, Россия, г. Казань

**Федоров Н.А.**

доцент кафедры «Физическое воспитание», канд. биолог. наук,  
Казанский государственный аграрный университет, Россия, г. Казань

В результате исследований в группе девочек 13-14 лет, занимающихся хоккеем с мячом, проявились нормотонический и гипотонический типы реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, что свидетельствует о благоприятной реакции и может расцениваться как фактор правильного построения учебно-тренировочного процесса юных спортсменов.

*Ключевые слова:* сердечно-сосудистая система, физическая нагрузка, частота сердечных сокращений.

Одним из факторов, который лимитирует функциональные возможности организма спортсменов, является состояние сердечно-сосудистой системы. В связи с этим ее изучение приобретает важное научно-практическое значение при разработке путей и методов совершенствования спортивного мастерства. Особый интерес представляют адаптивные возможности сердца в подростковом возрасте, т.к. в этом возрасте повышаются функциональные возможности организма и значительно возрастают тренировочные нагрузки для достижения спортсменами высоких спортивных результатов, и это может привести к перенапряжению сердечной мышцы.

Целью данной работы явилось изучение функциональных возможностей сердца в группе девочек 13-14 лет, занимающихся хоккеем с мячом, на разных этапах исследования.

Обследовались девочки в возрасте 13-14 лет, занимающиеся хоккеем с мячом. Исследования проводились в два этапа: первый этап в июне месяце 2017 г.; второй этап в декабре месяце 2017 г. Состояние здоровья у всех испытуемых, определяемое на основании комплексного врачебного обследования, было хорошим, хронических заболеваний у них не отмечалось.

Физическое развитие испытуемых оценивалось при помощи антропометрических показателей: длина и масса тела, окружность грудной клетки во время вдоха, выдоха и во время паузы, жизненная емкость легких, динамометрия правой кисти. Все измерения проводились стандартным инструментарием с соблюдением унифицированной методики. Измерения проводились во второй половине дня через 2-3 часа после приема пищи.

В качестве стандартной физической нагрузки применялись 20 приседаний за 30 с.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась общепринятыми методами вариационной статистики [4, с. 300]. Для оценки достоверности различий использовались значения критерия *t* Стьюдента.

Динамика физического развития отражает влияние ряда факторов на процессы роста и развития детского организма. Изучение показателей физического развития имеет большое значение в практике физического воспитания и спорта, так как позволяет решать вопросы, связанные со спортивной ориентацией и отбором, регламентировать характер, объем и интенсивность применяемых физических нагрузок. Определение соматометрических признаков в динамике многолетних занятий спортом позволяет выявить влияние физических упражнений на процессы роста как всего организма, так и отдельных его частей. Занятия хоккеем с мячом в группе девочек 13-14 лет положительно сказались на показателях физического развития, которые на втором этапе исследования по сравнению с первым увеличились. Однако достоверные различия по изучаемым показателям наблюдались только во время измерения силы правой кисти. По-видимому, та нагрузка, которую получают девочки данного возраста при занятиях хоккеем с мячом, держа клюшку в правой руке, сказывается на развитии мышц правой кисти.

При выполнении стандартной физической нагрузки наблюдалась различная реакция со стороны сердечно-сосудистой системы в группе девочек 13-14 лет, занимающихся хоккеем с мячом. Такая реакция зависела от этапов исследования. На первом этапе отмечалась хронотропная реакция со стороны сердечно-сосудистой системы, а на втором этапе к хронотропной реакции добавилась и сосудистая реакция.

У людей, занимающихся спортом, деятельность сердца отличается рядом характерных особенностей, которые возникают в процессе длительной адаптации аппарата кровообращения к систематическим мышечным напряжениям.

Одним из важнейших показателей, характеризующих функциональное состояние сердца, является частота сердечбиений, которая изменяется с возрастом, а также в результате занятий спортом [1, с. 250; 5, с. 80]. В наших исследованиях ЧСС в группе девочек 13-14 лет, занимающихся хоккеем, в результате шестимесячных тренировок осталась без изменений. Известно, что ЧСС в большей степени изменяется при занятиях видами спорта на выносливость, а хоккей с мячом ациклический вид спорта, в результате занятий которым наблюдаются изменения в деятельности опорно-двигательного аппарата, ЦНС и сенсорных систем [2, с. 180].

Показателем сердечно-сосудистой системы является артериальное давление, которое изменяется в ответ на стандартную физическую нагрузку. По характеру изменений артериального давления выделяют 5 типов реакций сердечно-сосудистой системы: нормотоническую, гипотоническую (астеническую), гипертоническую, дистоническую и ступенчатую [3, с. 400].

Нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы характеризуется учащением пульса, повышением систолического и понижением диастолического давления. Пульсовое давление увеличивается. Такая реакция считается физиологичной. Этот тип реакции типичен для тренированных спортсменов. В наших исследованиях он проявлялся в 6 случаях. По-видимому, эти занимающиеся были наиболее тренированы.

Гипотонический (астенический) тип реакции сердечно-сосудистой системы характеризуется тахикардией и в меньшей степени увеличением ударного объема крови, небольшим подъемом систолического и неизменным или небольшим повышением диастолического давления. Пульсовое давление понижается. Усиление кровообращения достигается за счет ЧСС. В наших исследованиях такой тип реакции проявлялся у одного испытуемого.

Гипертонический тип реакции на физическую нагрузку характеризуется резким повышением систолического давления до 180-190 мм рт. ст. с одновременным подъемом диастолического давления до 90 мм рт.ст. и выше и значительным учащением пульса. Этот тип реакции оценивается как неудовлетворительный. Такое высокое систолическое давление в наших исследованиях не наблюдалось.

Дистонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку характеризуется значительным повышением систолического давления выше 180 мм рт.ст. и снижением диастолического, которое после нагрузки может снижаться до 0 – феномен бесконечного тона. Частота сердечных сокращений значительно возрастает. Такая реакция на физическую нагрузку расценивается как неблагоприятная. Феномен бесконечного тона у нас не отмечался.

Ступенчатый тип реакции характеризуется ступенчатым подъемом систолического давления на 2-й и 3-й минутах восстановительного периода, когда систолическое давление выше, чем на 1-й минуте. В наших исследованиях он не отмечался.

Таким образом, по результатам исследований можно констатировать, что в группе девочек 13-14 лет, занимающихся хоккеем с мячом, проявились следующие типы реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку: нормотонический и гипотонический, что свидетельствует о благоприятной реакции и может быть расценено как фактор правильного построения учебно-тренировочного процесса.

#### Список литературы

1. Абзалов, Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим / Р.А. Абзалов. – Казань: ТГГПУ, 2005. – 276 с.
2. Ванюшин Ю.С. Физиология спортивных упражнений: учеб. пособие для студентов факультетов физической культуры педагогических / Ю.С. Ванюшин. – Казань: Изд-во ТГГПУ, 2007. – 180 с.
3. Дубровский В.И. Спортивная медицина: учебник для студентов ВУЗов. – М.: В.И. Дубровский Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 1998. – 480 с.: ил.
4. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальных вузов / Г.Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 300 с.
5. Хайруллин, Р.Р. Вегетативное обеспечение двигательной деятельности спортсменов / Р.Р.Хайруллин, Д.Е.Елистратов. – Казань, 2014. – 162 с.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ 16-20 ЛЕТ

*Ванюшин Ю.С.*

заведующий кафедрой «Физическое воспитание», д-р биол. наук, профессор,  
Казанский государственный аграрный университет, Россия, г. Казань

*Федоров Н.А.*

доцент кафедры «Физическое воспитание», канд. биол. наук,  
Казанский государственный аграрный университет, Россия, г. Казань

Изучена электрическая активность сердца лыжников гонщиков в возрасте 16-20 лет. Выявлено, что функциональное состояние их организма зависит от физических нагрузок, которые оказывают влияние как на физиологические, так и на патологические функции сердца.

*Ключевые слова:* сердце, частота сердечных сокращений, функциональное состояние, спортсмены.

Изучение состояния организма спортсмена и, в частности сердца, вызывает повышенный интерес у исследователей [1, с. 250; 3, с. 100]. В настоящее время это крайне необходимо, т.к. спортсмены испытывают высокие тренировочные и соревновательные нагрузки, имеющие значения для правильного построения учебно-тренировочного процесса. Изучение влияний физических упражнений на сердце проводится с конца 19 столетия. Однако много вопросов остается еще не решенными. На сегодняшний день необходима тщательная диагностика различных морфофункциональных изменений в деятельности сердца [6, с. 50; 7, с. 100]. Это целесообразно проводить при отборе к занятиям спортом и дозировании физических нагрузок, изучать положительные сдвиги, возникающие в сердечно-сосудистой системе при адаптации к возрастающим физическим нагрузкам и заключающиеся в определенных морфологических и функциональных изменениях [2, с. 500; 4, с. 80; 5, с. 500].

**Целью исследования** явилось изучить электрическую активность сердца по электрокардиограмме у лыжников-гонщиков в возрасте 16-20 лет.

Было обследовано 20 спортсменов (мужчин) в возрасте 16-20 лет, I разряда, занимающиеся лыжными гонками. Обследование проводилось на одноканальном электрокардиографе ЭК1Т-03Н2 с перьевой записью на теплочувствительной диаграммной ленте в 12 общепринятых отведениях по Л.А.Бутченко в покое, сразу же после окончания дозированной физической нагрузки и на третьей минуте восстановления. В качестве физической нагрузки испытуемому предлагалось выполнить 20 приседаний за 30 с.

Обследуемых спортсменов мы разделили на две группы: первая группа – с физиологическими изменениями функции сердца как следствие адаптации к физическим нагрузкам; вторая группа – с патологическими изменениями функции сердца, вызванных чрезмерной физической нагрузкой и наличием очагов хронической инфекции. Первая группа составляла 65 % (13 человек), вторая – 35 % (7 человек).

У спортсменов первой группы частота сердечных сокращений (ЧСС) составила  $65 \pm 2$  уд/мин. У 10 % (2 чел.) обследуемых была выявлена брадикардия (ЧСС менее 60 уд/мин), как результат преобладания парасимпатического тонуса вследствие тренировки направленной на развитие выносливости. У остальных 55 % (11 чел.) был выявлен синусовый (правильный) ритм сердца.

Поворот оси сердца (положение сердца) выявлен у 30 % (6 чел.) – вправо, у 10 % (2 чел.) – верхушкой кзади и у 15 % (3 чел.) – тип нормы, – это проявление нормального физиологического положения сердца. У 10 % (2 чел.) обследуемых выявили выраженный поворот оси сердца влево, что позволяет говорить нам о преобладании гипертрофии левого желудочка. Интервалы PQ, QRS, QT, RR у всех 65 % спортсменов находились в пределах нормы. После физической нагрузки ЧСС у спортсменов I группы составила  $105 \pm 9$  уд/мин. (тахикардия с сохранением правильного ритма сердца). Длительность интервалов PQ, QT и RR зависит от ритма сердца: чем ритм чаще, тем длительность этих интервалов короче. У всех 65 % (13 чел.) I группы длительность интервалов PQ, QT и RR была в пределах нормы. Все остальные показатели электрокардиограммы остались без изменения.

После 3 минут восстановления у 10 % (2 чел.) спортсменов I группы была выявлена брадикардия (ЧСС менее 60 уд/мин.), у остальных 55 % (11 чел.) выявлен синусовый ритм. Все остальные показатели ЭКГ вернулись к исходному уровню.

Реакция на физическую нагрузку у всех спортсменов I группы с физиологическим спортивным сердцем адекватная.



Спортсмены, второй группы жаловались на непосредственные боли в области сердца, сжимающего и колющего характера, на ощущение перебоев в работе сердца. Из беседы выяснилось, что у них имелись очаги хронической инфекции (хронический бронхит, тонзиллит, кариозные зубы). У всех 35 % (7 чел.) спортсменов электрокардиографическое исследование выявило патологические изменения функции сердца, вызванные влиянием чрезмерных физических нагрузок на фоне очагов хронической инфекции.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) составила у 25 % (5 чел.) спортсменов  $74 \pm 12$  уд/мин., у 10 % (2 чел.) наблюдаются неправильный ритм сердца 57-83 и 45-79 уд/мин. Это явление синусовой аритмии, характеризующейся постепенным учащением и урежением ЧСС.

Поворот оси сердца (положение сердца) – у 5 % (1 чел.) – тип нормы – это физиологическое положение сердца, у 5 % (1 чел.) – влево, что позволяет говорить нам о преобладании гипертрофии левого желудочка; и у 25 % (5 чел.) – поворот оси сердца вправо – это позволяет нам говорить о преобладании гипертрофии правого желудочка, что является патологическим явлением.

Интервалы PQ, QRS у всех спортсменов II группы находились в пределах нормы.

У 15 % (3 чел.) проба с физической нагрузкой не проводилась т.к. у них в покое были выявлены нарушения процессов реполяризации и замедление внутрижелудочковой проводимости, признаки нагрузки на левый желудочек. Проба с физической нагрузкой при этих явлениях противопоказана.

У остальных 20% (4 чел.) после дозированной физической нагрузки частота сердечных сокращений составила  $110 \pm 7$  уд/мин.

Длительность интервалов PQ, QT и RR зависит от ритма сердца: чем ритм чаще, тем длительность этих интервалов короче.

После физической нагрузки у спортсменов выявлено ухудшение метаболических процессов и процессов реполяризации в миокарде.

После 3 минут восстановления ЧСС у 10 % спортсменов составила  $68 \pm 5$  уд/мин. Причем у 5 % (1 чел.) наблюдалась синусовая аритмия (50-80 уд/мин.), у 5 % (1 чел.) восстановление не произошло – наблюдалась тахикардия (111 уд/мин.).

У обследованных спортсменов обнаружены нарушения метаболических процессов в миокарде, синусовая аритмия 50-80 уд/мин., реакция на физическую нагрузку неадекватная.

На основании проведенного нами электрокардиографического исследования, мы пришли к заключению, что физиологическому сердцу спортсмена свойственны высокие функциональные возможности и способность переносить интенсивные физические нагрузки. Для предупреждения заболеваний сердца занятия спортом и физическими упражнениями должны проводиться при тщательном врачебном наблюдении.

#### Список литературы

1. Абзалов Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим / Р.А. Абзалов. – Казань: ТГГПУ, 2005. – 276 с.
2. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. Сердечная деятельность и функциональная подготовленность у спортсменов (норма и атипичные изменения в нормальных измененных условиях адаптации к физическим нагрузкам) / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина. – М.: Сов. спорт, 2012. – 548 с. ил.

3. Ванюшин Ю.С. Физиология спортивных упражнений: Учеб. пособие для студентов факультетов физической культуры педагогических ВУЗов / Ю.С. Ванюшин. – Казань: Изд-во ТГГПУ, 2007. – 180 с.
4. Меркулова Р.А. Производительность сердца при мышечной работе у спортсменов разного возраста / Р.А. Меркулова, В. Н. Хельбин. – М. Сов. спорт, 2011. – 103 с. : ил.
5. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная Возрастная [тест]: учебник. – Изд. 5-е, испр. и доп. – М.: Спорт, 2015. – 620 с.: ил.
6. Федоров, Н.А. Комплексная оценка функционального состояния студентов / Н.А.Федоров, Д.Е.Елистратов, Ю.С.Ванюшин. – Казань, 2014. – 86 с.
7. Хайруллин, Р.Р. Вегетативное обеспечение двигательной деятельности спортсменов / Р.Р.Хайруллин, Д.Е.Елистратов. – Казань, 2014. – 162 с.

## **СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ**

***Ибрагимова З.Ш.***

ведущий научный сотрудник отдела физиологии растений, канд. биол. наук,  
Институт генетических ресурсов НАНА, Азербайджан, г. Баку

***Мамедова С.А.***

заведующая лабораторией гермоплазмы, канд. биол. наук, доцент,  
Институт генетических ресурсов НАНА, Азербайджан, г. Баку

Сравнительная оценка устойчивости семян изученных сортов люцерны к старению и ответной реакции растений на воздействие засухи и засоления позволила сделать выводы, что по показателям всхожести семян после ускоренного старения и по содержанию пролина в листьях сорт люцерны Lucia проявил большую устойчивость по сравнению с остальными изученными сортами. В ряду исследованных образцов наименее устойчивыми оказались сорта Anand, Sinskaya и Nadejda.

*Ключевые слова:* сорт, люцерна, стресс, семена, листья, всхожесть, пролин.

Значение генофонда сельскохозяйственно важных культур для сохранения агробиоразнообразия возрастает с каждым годом. Поиск устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды сортов растений относится к числу приоритетных направлений в плане экологической защиты окружающей среды, поскольку использование устойчивых и продуктивных сортов сводит к минимуму применение химикатов в борьбе с распространенными патогенами, что, в конечном счете, защищает здоровье человека.

Поскольку значительная часть почв Азербайджана характеризуется высоким уровнем засоленности, а климатические условия длительной летней засухой, представляло интерес изучение степени устойчивости различных сортов люцерны к таким стресс факторам, как засоление, засуха и старение. Приводятся сведения о связи старения с нарушением физиологических и биохимических процессов [1, с. 14; 2, с. 46], с ультраструктурной организации клеточных органоидов и мембран, с деструкцией и денатурацией внутриклеточных белков, липидов, нуклеиновых кислот [3, с. 103]. По современным представлениям некоторые аминокислоты, в том числе пролин, в условиях солевого и водного стресса инициируют активацию адаптивных механизмов [4, с. 329]. В литературе показано увеличение количества пролина при регулировании осмотического давления у кукурузы в условиях засухи. Сообщается о высоком уровне накопления пролина в клетке во время водного стресса [7, с. 1226]. Чем не стабильнее растение к неблагоприятным условиям, тем быстрее

в его тканях накапливается и содержится большее содержание пролина, по сравнению с устойчивыми растениями. А у устойчивых растений, для существенного увеличения содержания пролина по сравнению с контролем, требуются более сильные стрессовые условия [5, с. 199]. Эти данные подтверждаются другими исследованиями, согласно которым содержание пролина у чувствительных к стрессу растений было значительно выше, по сравнению с растениями устойчивыми к засолению [6, с. 54]. Несмотря на многочисленные факты о полифункциональности пролина у растений в стрессовых условиях, нет однозначного мнения о том, имеется ли связь между содержанием пролина и устойчивостью растений к влиянию абиотических стресс-факторов.

Цель данной работы заключалась в сравнительной оценке устойчивости сортов люцерны к различным стресс факторам по показателям жизнеспособности семян и по содержанию гетероциклической аминокислоты пролин (пирролидин- $\alpha$ -карбоновая кислота) в листьях растений люцерны.

Объектами исследования служили семена сортов люцерны – Lubona, Lucia, Anand, Shirvan, Sinskaya, Nadejda и образцов QAAF-279 и Polifleum-22. Стресс факторами являлись ускоренное старение семян, засуха и засоление. Для имитации продолжительности хранения семян применялся метод их искусственного состаривания. Этот метод предполагает 3-дневную инкубацию семян при повышенной относительной влажности и температуре воздуха [1, с. 20], что позволяет моделировать воздействие неблагоприятных факторов и прогнозировать их влияние на устойчивость семян различных сортов и образцов растений. Оценка жизнеспособности проводилась по тесту лабораторной всхожести семян, выражаемой в процентах от общего числа (n):  $G = \frac{A \times 100\%}{n}$ , где A – число взошедших семян.

При засухе (10 атм сахарозы/24 часа) и солевом стрессе (10,5 атм NaCl/24 часа) анализировали динамику изменения содержания пролина в листьях растений по методу Bates [8, с. 206].

Для оценки функциональных нарушений жизнеспособности семян при ускоренном старении нами использовался такой интегральный показатель, как их всхожесть (рисунок). При оптимальных условиях прорастания всхожесть семян 5 образцов люцерны варьировала в пределах 83,0 – 90,0%. У семян сортов Shirvan и Sinskaya всхожесть семян колебалась в пределах 59,0 – 67,0%, у сорта Anand вошло всего 39,0% семян. Анализ всхожести подвергнутых ускоренному старению семян люцерны показал, что 3-дневное состаривание подавляло прорастание семян различных образцов в разной степени. Так, при наблюдаемом резком падении (на 17,0 – 35,0%) всхожести семян у сортов Anand, Sinskaya, Nadejda и у образца QAAF-279, для сортов Lubona, Shirvan и образца Polifleum -22 отмечено падение всхожести всего на 4,0 -7,0%, что свидетельствует об их большей устойчивости к ускоренному старению. На семена сорта Lucia ускоренное старение оказало стимулирующее действие, всхожесть семян увеличилась на 5,0%. Наибольший процент потери всхожести семян (35,0%) был характерен для сорта Sinskaya.

Анализ содержания пролина в листьях этих же сортов и образцов люцерны при солевом и водном стрессе также показал значительные различия между образцами. У сортов Lucia и Shirvan, образцов QAAF 279 и Polifleum-22 содержание пролина в листьях относительно контроля увеличивалось в 1,5-3 раза. Причем, во время засухи пролина накапливалось намного больше, чем при засолении.

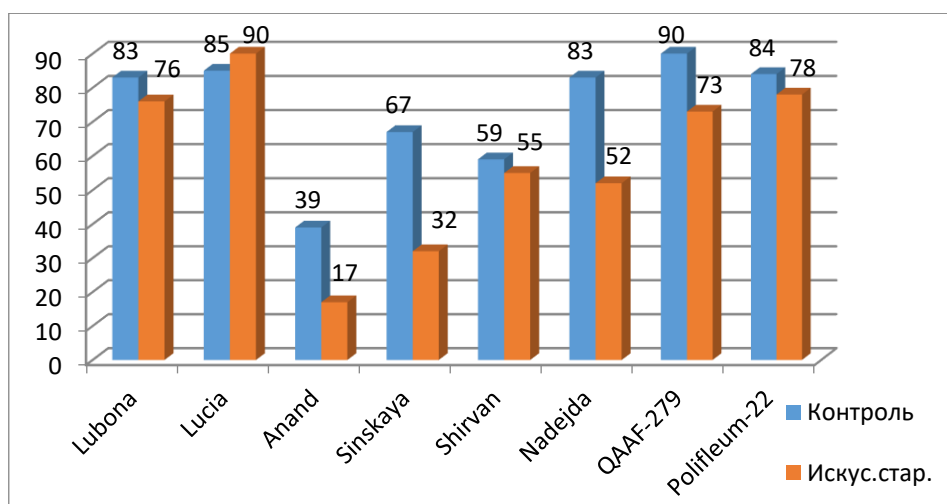


Рис. Всхожесть искусственно состаренных семян различных сортов люцерны

В условиях засоления у сортов Lubona и Nadejda наблюдалось понижение содержания пролина относительно контрольного варианта. Интересно, что увеличение содержания пролина в условиях засухи и засоления относительно контроля происходило у тех форм, где в контрольных вариантах содержание этой аминокислоты достаточно низкое. Примером может служить сорт Lucia, который и при ускоренном старении проявил себя как наиболее устойчивый. Очевидно, для того, чтобы противостоять воздействию стресса, требуется более сильная работа защитной системы.

Таблица

**Содержание пролина в листьях люцерны в условиях засухи и засоления**

Образцы	Контроль	Содержание пролина при засухе		Содержание пролина при засолении	
		μМ/г	Относительно контроля, %	μМ/г	Относительно контроля, %
Lubona	1,71	2,15	125,7	1,58	92,0
Lucia	0,531	1,68	316,0	0,77	145,0
Anand	3,36	3,1	92,3	3,5	104,0
Sinskaya	3,17	3,35	105,6	3,34	105,3
Shirvan	1,82	3,55	195,0	3,06	168,0
Nadejda	3,12	3,7	118,5	2,75	88,0
QAAF 279	1,05	3,51	334,0	2,93	279,0
Polifleum-22	1,12	3,1	276,7	2,01	179,4

Анализ содержания пролина в листьях различных образцов люцерны, показал, что под влиянием того или иного стрессового фактора активность работы адаптивных механизмов устойчивости различна. В наших исследованиях содержание пролина было намного выше при засухе, чем при засолении, что свидетельствует об их большей чувствительности к засухе и большей устойчивости к засолению.

Таким образом, сравнительная оценка устойчивости семян изученных сортов люцерны к старению и ответной реакции растений на воздействие засухи и засоления позволила сделать выводы, что по показателям всхожести семян после ускоренного старения и по содержанию пролина в листьях, сорт люцерны Lucia проявил большую устойчивость по сравнению с остальными изученными сортами. В ряду исследованных образцов наименее устойчивым оказались сорта Anand, Sinskaya и Nadejda.

### Список литературы

1. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки // Право и экономика. 2005. 48 с.
2. Верхотуров В.В. Особенности протекания эколого-биохимических механизмов при хранении зерновых культур // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Пищевые технологии». Казань: Изд-во КГТУ, 2007. С. 45-48.
3. Илли И.Э. Жизнеспособность семян // Кн.: Физиология семян. М.: Наука, 1982. С. 102-117.
4. Кузнецов В. В., Шевякова Н.И. Проллин при стрессе. Биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений. 1999, Т.46. С. 321-336.
5. Кириллов А.Ф. и др. Оценка содержания пролина в растениях сои при воздействии засухи и засоления // Доклады по экологическому почвоведению. 2013, №1, вып 18. С. 194-201.
6. Лымарь О.А., Еремченко О.З. Накопление низкомолекулярных соединений растениями в условиях техногенного засоления // Фундаментальные исследования. 2006, №2. С. 53-54.
7. Barnett N.M., Naylor A.W. Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress // Plant Physiol. 1966, v. 41. P. 1222-1230.
8. Bates L.S., Walden R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973, v. 39. P. 205-207.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ МЕСТООБИТАНИЙ КОПЫТНЫХ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

***Кривенко А.О.***

студентка направления подготовки «Биология»,  
Курский государственный университет, Россия, г. Курск

***Казаков С.Г.***

доцент кафедры экономической и социальной географии, к.г.н.,  
Курский государственный университет, Россия, г. Курск

***Лыкова Н.И.***

доцент кафедры общей биологии и экологии, к.б.н.,  
Курский государственный университет, Россия, г. Курск

***Чернышев А.А.***

доцент кафедры общей биологии и экологии, к.г.н.,  
Курский государственный университет, Россия, г. Курск

Нерациональное использование земель сельскохозяйственных угодий привело ко многим проблемам национального масштаба: масштабная эрозия почв, деградация экологической емкости экосистем типичной лесостепи и, как следствие, резкое падение численности копытных млекопитающих. Возможность увеличения численности представителей данной группы животных кроется в правильном проведении биотехнических мероприятий, совмещенных с противоэрозионными.

*Ключевые слова:* копытные млекопитающие, типичная лесостепь, экологическая емкость, искусственное облесение, противоэрозионные мероприятия, бонитет угодий.

Териофауна копытных всегда представляла значительный интерес для человека, в котором сочетались природоохранные и природопользовательские компоненты. Кроме этого, у ряда видов копытных отмечено очень тесное взаимоотношение с лесными и сельскохозяйственными растениями, являющимися их кормовой базой, что вызывало в свое время длительную дискуссию на тему «лес и лось».

Сегодня практически все популяции копытных в той или иной мере регулируются человеком – от плотности численности населения на единицу площади до полового соотношения в популяциях и их генотипа. Это происходит благодаря современным научным методам, которые дали возможность в большинстве европейских стран довести численность копытных до оптимальной. При этом наблюдается уникальная возможность изъятия лося (*Alces alces*), кабана (*Sus scrofa*), оленя (*Cervus elaphus*), косули (*Capreolus capreolus*) без ущерба для популяций [5, с. 42-43].

Данное введение хозяйства, сочетающее в себе охотничье-рекреационное и сельское, основано на повышении экологической емкости угодий, которая обеспечивается сочетанием двух важных составляющих – наличия необходимых угодий для укрытия животных (лесных массивов) и угодий, выполняющих трофическую функцию [2, с. 1].

В европейской лесостепи, где под влиянием антропогенных факторов изменились ландшафтные составляющие, особенно растительный покров, также произошла отрицательная динамика численности копытных.

Но, эти изменения в значительной степени выровнялись в период 50-70-х годов двадцатого века, когда при одновременном введении биотехнических, лесомелиоративных, охранных и ряда сельскохозяйственных мероприятий, резко выросла численность копытных в ранее малопригодных местообитаниях.

Однако конец двадцатого века был ознаменован резким падением численности зверей, в ряде регионов доходящим до 4-5 раз. Наряду с возросшим браконьерством и прессом хищника налицо оказалась еще одна проблема, касающаяся ухудшения бонитета угодий. Этот браконьерский пресс достаточно быстро перешел в несколько иную форму. На значительной территории стали формироваться частные охотничьи хозяйства, чья деятельность зачастую давала непредсказуемый результат [1, с. 1-4].

Целью нашей работы явилось проектирование биотехнических мероприятий с целью повышения экологической емкости копытных, решающей одновременно противоэрозионные вопросы.

В качестве модельного участка взята территория Тимско-Олымского физико-географического района (ландшафта), который по своим параметрам имеет одновременно значительную распаханность и эрозионность при незначительной облесенности.

Общая площадь территории Тимско-Олымского ландшафта в пределах Курской области около 8000 км<sup>2</sup> (7700 км<sup>2</sup>). Из них 7330 км<sup>2</sup> относятся к потенциальным местам обитания копытных и территориально закреплены за различными собственниками охотничьих хозяйств (или в государственном резервном фонде). На этой территории площадь реальных местообитаний копытных (лесных массивов) доходит до 350 км<sup>2</sup> (344,8 км<sup>2</sup>), т.е. 4,5% от всей площади, и 4,7% от площади, относимой к охотугодьям.

Потенциально площадь в 350 км<sup>2</sup> может вмещать в себя до 1400-2100 особей косули и 175-280 особей лося, в соответствии с типами лесных угодий и их бонитировки (табл. 1, фрагмент).

Таблица 1

**Продуктивность угодий (по Я.С. Русанову)**

Вид животного	Класс бонитета				
	I	II	III	IV	V
Лось	13/30*	8/25	5/15	3/4	1/-
Косуля	100/40	60/30	40/20	20/5	5/-

\*В числителе дроби – плотность населения животных на 1000 га, в знаменателе – процент прироста.



Но, по имеющимся данным экспертной комиссии государственной экологической экспертизы, утвержденной приказом департамента экологической безопасности и природопользования Курской области на данных территориях (в границах административных районов) отмечено всего 40-45 лосей и 770-780 косуль. Это намного ниже предельно допустимой нормы.

Если предоставить сравнительную характеристику потенциальной емкости угодий и реальную существующую численность копытных, то данные будут еще более низкие (табл. 2).

Таблица 2

**Соотношение численности основных видов копытных  
в Тимско-Олымском ландшафте**

Вид	Общая площадь ландшафта, км <sup>2</sup>	Общая площадь угодий, км <sup>2</sup>	Площадь лесов, км <sup>2</sup>	Плотность численности вида (особи/10 км <sup>2</sup> )	Класс бонитета угодий	Реальная плотность численности вида(особи/10 км <sup>2</sup> )	Реальный класс бонитета угодий
Косуля	7698	7330	344,8	40-60	III- II	0,106	>V
Лось	7698	7330	344,8	5-8	III – II	0,06	>V

Поэтому данные угодья надо относить к пятому (самому низкому) классу бонитета (в реальности даже ниже чем пятый) несмотря на то, что основные лесные массивы представлены нагорно-байрачными лиственными лесами.

Потенциально нагорно-байрачные леса должны иметь максимальную экологическую емкость. Они представлены преимущественно дубравами с подлеском лещины, имеют мозаичную структуру и выполняют защитную и трофическую функции для копытных в летний и зимний период. В реальности их экологическая емкость не соответствует расчетной, так как при общем проценте лесистости района (4-6%), леса представляют собой минимальные по площади массивы, разрозненные и разбросанные по всей территории. Средняя их площадь не превышает одного квадратного километра, что является абсолютно недостаточным для успешного проживания копытных.

При этом расширение трофической базы за счет сельскохозяйственных угодий не решает проблему. С одной стороны, последние годы на полях преобладают пропашные культуры, причем уборка сахарной свеклы, кукурузы и подсолнечника часто затягивается до конца января. Копытные с большим успехом питаются на таких полях. Проблема состоит в крайней нестабильности состояния данных посевов. Так, поле кукурузы, используемое концентрирующимися с больших площадей косулями, может быть скошено в самый тяжелый для них период, как это было в сезон 2016-2017 годов. При этом к середине января снежный покров доходил до 30-35 (предельный для косули), при температурах до – 20С°. Скашивание остатков полей кукурузы и подсолнечника в данный период лишили косуль пищевой базы, причем именно в то время, когда звери не имели возможность мигрировать.

Проводимая подкормка чаще дает отрицательный результат, так как используются в основном сенажные корма или фуражное зерно [3, с. 8]. Поэтому крайне необходимо повышать экологическую емкость угодий за счет увеличения площади лесных массивов, соединяя разрозненные овражно-балочные леса путем искусственного облесения.

Классическая форма борьбы с овражной эрозией с помощью лесных насаждений основана на их способности поглощать поверхностный сток воды и частично

скреплять почву корнями деревьев при правильной их посадке.

Как правило, леса, выполняющие одновременно водоохранные и защитные функции, принято называть водоохранно-защитными. Основной их функцией является распределение поступления воды в источники и увеличение поступление ее в периоды минимума запасов воды, а также предохранения водных объектов, защиты почв от различных видов эрозии.

Эти мероприятия предусмотрены Глава II, ст.12-13 Земельного кодекса РФ [6], но они требуют значительных капиталовложений, в связи с чем очень редко в реальности проводятся собственниками земель, имеющих с/х назначение.

Но, при ведении подобных мероприятий не учитывается важнейший аспект повышения экологической емкости лесных местообитаний для промысловых животных.

Между тем, при искусственном облесении необходимо решение сразу нескольких проблем – борьба с овражной эрозией, охрана водных объектов путем создания водоохранно-защитных лесов, увеличение площади лесных насаждений, и как следствие, увеличение численности копытных (косуль, лосей и кабанов).

Это решение затруднено узковедомственными подходами каждой отдельной отрасли и сложностью в процессе проведения бонитировки и распределения земель по фондам, часто требующих смены типа землепользования, особенно при переводе эродированных земель (оврагов, балок) в лесной фонд для их необходимого облесения.

В качестве положительного примера решения подобной проблемы можно назвать организацию школьных лесничеств.

В Щигровском районе Курской области для реализации данного направления деятельности было организовано школьное лесничество еще в 1969 году. Основным видом деятельности является облесение эрозионных форм рельефа, притом наиболее ценными лесообразующими породами: дубом черешчатым, дубом красным, сосной обыкновенной, берёзой обыкновенной.

При этом кроме облесения, проводится ряд работ, направленных на обогащение экологической мозаики лесов за счет чересполосной вырубki позднеспелых деревьев и формирования на вырубках молодого дубового подроста.

Данные формы лесовосстановления в значительной степени увеличивают экологическую емкость и класс бонитета лесов с V до II, но только при условии увеличения общей площади лесных массивов от 10 км<sup>2</sup> (1000 га).

Например, на участке долины р. Вязовая Плата площадью более 10 км. (рисунок), расположено шесть лесных массивов площадью 0,2-0,5 км<sup>2</sup>. каждый. Между ними находятся остепненные склоны балок, частично выжигаемые, частично распахиваемые. Низкая пойма имеет минимальную лесистость, и затоплена в нижнем течении небольшим водохранилищем.



Рис. Карта расположения лесных массивов в долине реки Вязовая Плата

В данном местообитании по результатам ЗМУ изредка отмечаются мигрирующие косули, так как лесные массивы не отвечают защитным и трофическим требованиям.

При искусственном облесении долины и обязательном соединении посадок с имеющимися лесами, мы получаем лес площадью 7,4 км<sup>2</sup> с хорошо развитой экологической мозаикой. Мелколиственные породы, растущие в пойме, будут сочетаться с широколиственными, высаженными по склонам, а также с примыкающими остепненными участками склонов балок.

Данный лесной массив уже может потенциально вмещать до 10-15 косуль и 1-3 лосей. Одновременно будут решены лесомелиоративные и противоэрозионные задачи.

Ведя биотехническую работу соответствующим образом, появляется реальная возможность увеличения численности копытных млекопитающих в районах лесостепи, где интенсивная сельскохозяйственная деятельность привела к резкой деградации экологической емкости естественных местообитаний.

#### Список литературы

1. Данилкин А.А. Сохраним ли биоразнообразие в кризис // Охота и охотничье хозяйство. 2015. № 6. С. 1-4.
2. Данилкин А.А. Дикие копытные: охотничья добыча и неохотничьи потери // Охота и охотничье хозяйство. 2007. №4. С. 1-3.
3. Данилкин А.А. Как сохранить диких копытных в зимний период // Охота и охотничье хозяйство. 2007. №8. С. 8-15.
4. Дежкин В.В. Вернуть биотехнию в заповедники // Охота и охотничье хозяйство. 2006. № 12.
5. Дежкин В.В. Охотничье хозяйство Северной Америки и российские реалии: обоснованность сопоставлений // Охота и охотничье хозяйство. 2004. № 10. С. 42-45.
6. Земельный кодекс РФ [Электронный ресурс] / Кодексы и законы Российской Федерации 2011-2018. URL: <http://kzrf.ru/zemkrf.html>
7. Казаков С.Г., Казакова Т.Л. Эколого-экономические факторы устойчивого развития Центрального Черноземья. – Курск, Изд-во КГУ, 2008. – 140 с.

8. Лебедев В.К. Охотничье-промысловые звери Курской области. – Курск.: КГПУ, 2007 – 188 с.

9. Чернышев А.А. Казаков С.Г. Влияние земледелия на параметры рек Курской области // Эколого-географические исследования в речных бассейнах. Воронеж, 2014. С. 147-150.

## **К ВОПРОСУ О ПРИРОДНОЙ ФЛОРЕ СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Черных О.А.**

учитель биологии, канд. биол. наук,  
МКОУ «Зональная средняя общеобразовательная школа»,  
Россия, Алтайский край, с. Зональное

**Важов С.В.**

доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, канд. биол. наук, доцент,  
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

**Важов В.М.**

профессор кафедры естественнонаучных дисциплин, д-р с.-х. наук, профессор,  
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

**Бахтин Р.Ф.**

доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, канд. биол. наук,  
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический  
университет им. В.М. Шукшина, Россия, г. Бийск

Территория г. Бийска и его окрестности (Алтайский край) содержит 702 вида, принадлежащих к 360 родам и 101 семейству, из которых аборигенных – 567 видов (81%), относящихся к 290 родам и 92 семействам. Основа аборигенной фракции покрытосеменные – 545 видов, среди них 306 видов относятся к 10 ведущим семействам. Нерациональное природопользование представляет угрозу для красивоцветущих и декоративных растений.

*Ключевые слова:* флора, растительность, местообитание, экологические группы.

Растения выполняют многие хозяйственные функции в условиях преобразованного ландшафта, что диктуется социально-экономической необходимостью. В населенных пунктах значительное внимание уделяется пейзажно-эстетическим функциям. Однако возрастающее антропогенное воздействие на растительность способствует снижению численности красивоцветущих и декоративных видов. Среди них популяции орхидных неизменно проявляют тенденцию к деградации и даже полному исчезновению [1]. В последние годы одна из красивейших и наиболее заметных из-за своих крупных цветков орхидея – Венерин башмачок крупноцветковый (*Cypripedium macranthon* Sw.) практически уже не встречаются в окрестностях Бийска.

Сформированные в условиях интенсивного промышленного, сельскохозяйственного и рекреационного воздействия природные ландшафты и флора г. Бийска, начиная с XVIII-го века, испытывают сильную антропогенную нагрузку. За прошедшие, более чем 300 лет, исходная флора городской территории приобрела яр-

кие черты антропогенно трансформированной, включающей синантропные фракции [4].

Современная территория г. Бийска и его окрестности, где располагается о. Иконников, с. Малоугренево, п. Боровой и др. содержит 702 вида, принадлежащих к 360 родам и 101 семейству, из которых аборигенных – 567 видов (81%), относящихся к 290 родам и 92 семействам. Основа аборигенной фракции покрытосеменные – 545 видов, из них 306 видов относятся к 10 ведущим семействам, родовое соотношение и порядок следования которых подтверждает зональное положение г. Бийска, соответствует характеру умеренных флор Голарктики [4].

Естественный растительный покров фрагментарно сохранился лишь внутри городских кварталов и окрестных поселений, по обочинам транспортных магистралей, пустырям, городским окраинам, на участках пойменных и суходольных лугов, островах, заболоченных участках согр, по берегам водотоков и водоемов.

Безлесные пространства бийской территории, большей частью распаханые, расположены на пятой верхней террасе р. Бии, заняты разнотравно-злаковыми луговыми степями, остепненными долинными лугами, основными представителями которых являются [4,5]: *Poa angustifolia*, *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Stipa capillata*, *S. pennata*. Разнотравье представлено *Achillea millefolium*, *A. asiatica*, *Leucanthemum vulgare*, *Potentilla canescens*, *P. argentea*, *Gypsophila paniculata*, *Vicia cracca*, *V. amoena*, *Lathyrus pratensis*, *L. tuberosus* и др.

В условиях аридных местообитаний на склонах надпойменных террас южных экспозиций развиваются участки мелкодерновинной лугово-степной растительности, включающей *Koeleria cristata*, *Hierochloë odorata*, *Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Tragopogon dubius*, *Artemisia laciniata*, *A. frigida*, *Achillea asiatica*, *Carex duriuscula*, *Astragalus buchtormensis*, *A. testiculatus*, *Goniolimon speciosum* и др.

Около 5% площади бийской лесостепи покрыты древесной растительностью, которая представлена в основном березовыми и березово-осиновыми колками [4, 5]. Под пологом лесной растительности и в приколочных участках преобладают травостой из мезофильных луговых трав с господством злаков (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*), хорошо представлены бобовые (*Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Amoria repens*, *Lupinaster pentaphyllus* и др.), почти всегда присутствуют *Pimpinella saxifraga*, *Sanguisorba officinalis*, *Achillea asiatica* и др.

Изначально, на второй и третьей террасах г. Бийска, произрастали сосняки, возраст которых превышал 80 лет [2]. В настоящее время сосновые боры размещены на песчаных террасах в границе города по берегам Бии. Протяженность городских лесов в направлении с юго-запада на северо-восток достигает 35 км [3]. При этом основная их часть – 3603 га, находится на правобережье Бии и Оби. Общая площадь городских лесов превышает 4290 га. Преобладают хвойные – чистые сосновые насаждения в составе *Pinus sylvestris* – 88,6% от покрытых лесом земель. Лиственные леса занимают около 11% и представлены в основном *Betula pubescens*, *B. pendula*.

В подрост сосновых боров, совместно с представителями аборигенных видов флоры, небольшими участками из искусственных посадок внедряются европейские виды – *Tilia cordata*, *Quercus robur* [4].

В подлеске кустарниковый ярус сформирован на основе *Malus baccata*, *Sorbus sibirica*, *Crataegus sanguinea*, *Rubus idaeus*, *Rosa majalis* и др., а также дичающей *Cerasus vulgaris*.

Травяно-кустарничковый ярус лесов состоит из многочисленных видов высших споровых и цветковых растений, таких как: *Equisetum hyemale*, *E. sylvaticum*, *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris filix-mas*, *Aconitum volubile*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Chimaphila umbellata*, *Orthilia secunda*, *Viola hirta*, *V. dissecta*, *Fragaria vesca*, *Potentilla canescens*, *P. argentea* и др.

Растительность озер представлена озерно-болотными видами (*Cicuta virosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Typha angustifolia*, *Scirpus sylvaticus*, *Sagittaria sagittifolia*). Среди погруженных и свободно плавающих на водной поверхности гидрофитов отмечаются представители родов *Lemna* L., *Spirodela* Schleid., *Hydrocharis* L., *Nuphar* Smith., *Ceratophyllum* L., *Potamogeton* L. и др.

В пределах непосредственно городской территории растительный покров сформирован искусственными декоративными насаждениями скверов, улиц и приусадебных участков. Типичные представители, озеленяющие территорию города и создающие пейзажное разнообразие [4, 5]: *Picea obovata*, *Malus baccata*, *Ulmus glabra*, *U. pumila*, *U. laevis*, *Sorbus sibirica*, *Crataegus sanguinea*, *Rosa acicularis*, *Syringa vulgaris*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Juglans mandshurica*, *Cerasus vulgaris*, *Caragana arborescens*, *Betula pendula*, *Padus avium*, *Populus balsamifera*, *P. nigra*, *Ribes aureum*, *R. nigrum*, *R. rubrum*, *Amigdalus nana* и др. Растения жилой зоны города – это в основном рудеральные и сорные виды, однако по окраинам города встречаются представители луговой и лесной растительности, а по берегам рек, озер, согр – водной растительности.

О.А. Черных [4] выделены следующие экологические группы аборигенной фракции флоры по отношению к увлажнению (табл. 1).

Таблица 1

**Экологические группы аборигенной фракции флоры г. Бийска по отношению к увлажнению субстрата**

Экологическая группа	Число видов	% от числа видов
Ксерофиты	80	14,0
Мезофиты	370	65,3
Гигрофиты	94	16,6
Гидрофиты	23	4,1
Всего	567	100

Экологическое соотношение аборигенной фракции флоры по отношению к субстрату представлено в таблице 2 [4].

Таблица 2

**Экологические группы флоры г. Бийска по отношению к субстрату**

Экологические группы	Число видов	% от общего числа
Псаммофиты	13	2,3
Непсаммофиты	552	97,7
Галофиты	11	1,9
Гликофиты	554	98,1

Таким образом, в настоящее время в г. Бийске растительный покров достаточно разнообразен. Вопросы изучения растений, подверженных возрастающему негативному воздействию и снижающих свою численность на селитебных территориях, становятся все более актуальными.



*Данные, приведенные в статье, получены при выполнении темы НИР: «Реализация краеведческого подхода в географическом образовании через научно-исследовательскую деятельность», номер госрегистрации № АААА-А17-117011000005-0.*

#### **Список литературы**

1. Важов С.В., Русанов Г.Г., Важов В.М., Бахтин Р.Ф. Новые данные о распространении *Surgipedium macranthum* Sw. на территории Алтайского края // *Acta Biologica Sibirica*. 2017. Т. 3. № 4. С. 123-126.
2. Крылов Г.В. Леса Западной Сибири, история изучения, типы лесов, районирование, пути их использования. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 240 с.
3. Трунов М.И. Сосновые экосистемы в условиях техногенного загрязнения. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. С. 45-55.
4. Черных О.А. Флора города Бийска и его окрестностей: дисс... канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 288 с.
5. Черных О.А., Важова Т.И., Сулименкина О.Ю. Новые виды флоры в окрестностях города Бийска Алтайского края (остров Иконников) // *Успехи современного естествознания*. 2014. № 1. С. 82.

## СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТРУКТУРУ КОЛОСА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

*Абдурахмонов С.О.*

докторант, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

*Абдуллаев И.И.*

ассистент кафедры плодоовощеводства и  
технологии переработки продукции сельского хозяйства,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

В данной статье приведены материалы по изучению влияния применения под пахоту бентонитовых глин нормами 1500-3000-450 кг/га на фоне внесения минеральных удобрений нормами NPK: 200-140-100 и 150-105-75 кг/га при режиме орошения 60-70-60 и 70-80-70% от ППВ на структуру колоса и урожай зерна озимой пшеницы в условиях типичных серозёмных почв Ташкентской области.

*Ключевые слова:* типичные серозёмные почвы, озимая пшеница, бентонитовая глина, минеральные удобрения, влажность почвы, ППВ, структура, колос, урожай, зерно.

#### **Введение**

При интенсивном развитии зерноводческой сферы в настоящее время в мире усиливаются требования по получению высокого и качественного урожая, что служит удовлетворению потребности населения зерновыми продуктами. При этом большое внимание уделяется мировым научным исследованиям направленные на повышение плодородия почвы при интенсивном использовании земель, а также внедрению ресурсосберегающих технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Нетрадиционные агроруды – бентонитовые глины, палигорскиты, талькомагнезиты, диатомиты, глауконитовые песчаники, кальциты, торфовиваниты, карбонатные и фосфоритные породы, внесение их в почву при разных нормах и способах исходя из дешевизны сырья, являются экономически эффективным. Применение нетрадиционных агроруд на фоне минеральных удобрений позволит повысить урожайность зерновых культур до 25% и сэкономить оросительную воду до 15-20%.

Таким образом, изучение влияния применения норм бентонитовых глин на фоне минеральных удобрений на биометрические показатели урожая озимой пшеницы является одной из актуальных задач сегодняшнего дня.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводились 2008-2011 гг. в условиях типичных серозёмных почв на опытных полях Научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка размещенном в Кибрайском районе Ташкентской области.

Схема опыта

№	Предполивная влажность почвы, % от ППВ	Годовая норма удобрений, кг/га			
		Бентонитовая глина	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	60-70-60	-	200	140	100
2		-	150	105	75
3		1500	200	140	100
4		1500	150	105	75
5		3000	200	140	100
6		3000	150	105	75
7		4500	200	140	100
8		4500	150	105	75
9	70-80-70	-	200	140	100
10		-	150	105	75
11		1500	200	140	100
12		1500	150	105	75
13		3000	200	140	100
14		3000	150	105	75
15		4500	200	140	100
16		4500	150	105	75

**Примечание:** указанные нормы бентонитовых глин вносили в первый год под пахоту и изучали их последствие в течение двух последующих лет.

Опыт состоял из 16 вариантов, в трехкратной повторности размещенный в одном ярусе. Ширина междурядий составила 60 см, длиной 100 м. Площадь каждой делянки 480 м<sup>2</sup>, учетная площадь 240 м<sup>2</sup>. Общая площадь опытного участка 2,5 гектара.

**Результаты исследований.** Основными показателями для получения полноценного урожая озимой пшеницы являются длина колоса, количество зерён в колосе, вес зерён в одном колосе, масса 1000 штук зерён.

На опытах, проведенных в период 2008-2011 годы, наблюдается специфическое влияние норм бентонитовых глин и минеральных удобрений, а также режима орошения на биометрические показатели структуры урожая озимой пшеницы.

Если основываться на результатах опытов при возделывания озимой пшеницы в течение 2009-2010 годов на первом варианте, где проводили полив при режиме орошения 60-70-60% от ППВ и внесли минеральные удобрения нормой NPK: 200-140-100 кг/га, средняя длина колоса составила 8,6 см, количество зерен в одном колосе 38,1 штук, вес зерен в одном колосе 1,4 г. и масса 1000 штук зерен 37,6 гр, а на 3-5-7 вариантах при применении бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га на фоне минеральных удобрений длина колоса соответственно составила 8,7-8,9-8,9 см, количество зерен в одном колосе 38,2-38,3-39,1 штук, вес зерен в одном колосе 1,5-1,4-1,4 г. и масса 1000 штук зерен 38,6-38,7-39,1 г., что по сравнению контрольным вариантом длина колоса больше на 0,1-0,3-0,3 см, количество зерен в одном колосе на 0,1-0,2-1,0 штук, масса 1000 штук зерен больше на 1,0-1,1-1,5 г.

На варианте с проведением полива при том же режиме орошения на фоне минеральных удобрений нормой NPK: 150-105-75 кг/га, длина колоса в среднем составила 8,3 см, количество зерен в одном колосе 38,0 штук, вес зерна в одном колосе 1,4 г. и масса 1000 штук зерен 36,5 г., а на 4-6-8-м вариантах с этой же нормой

минеральных удобрений, но с добавлением бентонитовой глины в количестве 1500-3000-4500 кг/га длина колоса в среднем составила 8,5-8,7-8,8 см, количество зерен в одном колосе 38,1-38,2-38,8 штук, вес зерна в одном колосе в среднем 1,4 г., масса 1000 штук зерен 37,6-37,9-38,2 г., где относительно контрольного варианта длина колоса была больше на 0,2-0,4-0,5 см, количество зерен в одном колосе на 0,1-0,2-0,8 штук, масса 1000 штук зерен больше на 1,1-1,4-1,7 г. (рисунок).



Рис. Биометрические показатели колоса озимой пшеницы, 2010 год

При втором режиме орошения 70-80-70% от ППВ и с внесением минеральных удобрений нормой NPK: 200-140-100 кг/га на 9-м варианте (контроль без внесения бентонитовых глин) в конце вегетации длина колоса в среднем составила 8,8 см, количество зерен в одном колосе 38,5 штук, вес зерен в одном колосе 1,5 г., масса 1000 штук зерен 38,7 г., а на 11-13-15 вариантах с внесением бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га на фоне минеральных удобрений длина колоса в среднем составила 9,0-9,3-9,5 см, количество зерен в одном колосе 38,7-38,7-39,5 штук, вес зерен в одном колосе 1,5-1,5-1,6 г., масса 1000 штук зерен 38,9-38,2-39,6 г., где относительно контрольного варианта длина колоса больше на 0,2-0,5-0,7 см, количество зерен в одном колосе на 0,2-0,2-1,0 штук, масса 1000 штук зерен больше на 0,2-0,5-0,9 г.

Проведение полива при втором режиме орошения и с внесением минеральных удобрений NPK: 150-105-75 кг/га на 10-м варианте (контроль без внесения бентонитовых глин) длина колоса в среднем составила 8,5 см, количество зерен в одном колосе 38,1 штук, вес зерен в одном колосе 1,4 г., масса 1000 штук зерен 37,0 г., а на 12-14-16 вариантах с внесением бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га на фоне минеральных удобрений длина колоса в среднем составила 8,9-9,2-9,2 см, количество зерен в одном колосе 38,5-38,5-39,3 штук, вес зерен в одном колосе в среднем 1,5 г., масса 1000 штук зерен 38,1-39,0-39,2 г., что по сравнению с контрольным вариантом длина колоса больше на 0,4-0,7-0,7 см, количество зерен на одном колосе 0,4-0,4-1,2 штук, масса 1000 штук зерен больше на 1,1-2,0-2,2 г.

Анализ полученных данных в разрезе вариантов показывают, что при двух режимах орошения с внесением бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га

на фоне минеральных удобрений существенно влияют на длину колоса, количеству зерен в одном колосе, массу 1000 штук зерен.

**Вывод.** В условиях типичных серозёмных почв Ташкентской области внесение бентонитовой глины нормами 1500-3000-4500 кг/га под пахоту перед севом озимой пшеницы на фоне применения минеральных удобрений нормой НРК: 200-140-100 кг/га в период вегетации и проведение полива при режиме орошения 60-70-60% от ППВ длина колоса была больше на 0,1-0,3-0,3 см, количество зерен в одном колосе на 0,1-0,2-1,0 штук, масса 1000 штук зерен на 1,0-1,1-1,5 г. больше по сравнению с контрольным вариантом, а при внесении минеральных удобрений нормой НРК: 150-105-75 кг/га длина колоса была больше на 0,2-0,4-0,5 см, количество зерен в одном колосе на 0,1-0,2-0,8 штук, масса 1000 штук зерен на 1,1-1,4-1,7 г. выше по сравнению с контролем.

При возделывании озимой пшеницы проведение полива при режиме орошения 70-80-70% от ППВ, внесении бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га на фоне внесения минеральных удобрений нормой НРК: 200-140-100 кг/га, относительно контрольного варианта, увеличила длину колоса на 0,2-0,5-0,7 см, количество зерен на одном колосе на 0,2-0,2-1,0 штук, масса 1000 штук зерен на 0,2-0,5-0,9 г., а при внесении бентонитовых глин нормами 1500-3000-4500 кг/га на фоне внесения минеральных удобрений нормой НРК: 150-105-75 кг/га длина колоса была больше на 0,4-0,7-0,7 см, количество зерен на одном колосе на 0,4-0,4-1,2 штук, масса 1000 штук зерен на 1,1-2,0-2,2 г. выше контрольного варианта.

#### Список литературы

1. Методика проведения полевых опытов. Ташкент, 2007 г.
2. Мусаев Б. С., Хужалова М., Хакимова М. Азот билан илдишдан ташқари озиклантиришнинг кузги бугдой дон сифатига таъсири // Научные основы развития хлопководства и зерноводства фермерских хозяйств: сборник трудов международной научно-практической конференции. УзНИИХ. Ташкент, 2006. С. 383-384.
3. Тунгушова Д.А., Белоусов Е.М., Абдурахмонов С.О., Болтаев С. “Эффективность применения нетрадиционных агрономических руд в хлопковом комплексе”. Узбекский научно-исследовательский институт хлопководства: сборник трудов международной научно-практической конференции “Научные и практические основы повышения плодородия почвы”. Ташкент, 2007. С. 112-115.

## ЭФФЕКТИВНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (ЭМ)

**Бочков Д.А.**

ассистент кафедры декоративного растениеводства и физиологии растений,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

Главная задача при выращивании растений, как пищевых, так и декоративных – получить как можно больший урожай, используя при этом оправданные дозы минеральных и органических удобрений, пестицидов. Популярное сегодня экологическое земледелие базируется на использовании приемов, позволяющих свести к минимуму использование химических веществ. Одно из направлений экологического земледелия – использование эффективных микроорганизмов, способных самостоятельно вырабатывать необходимые для растений полезные вещества для нормального роста и развития. ЭМ-препараты состоят из таких полезных микроорганизмов как фотосинтезирующие и молочнокислые бактерии, дрожжи, актиномицеты и др. При внесении препарата в почву, а также при использовании раствора методом полива или опрыскивания значительно повышается урожайность растений, содержание в них полезных веществ. Однако, в декоративном растениеводстве, эффективные микроорганизмы применяются пока крайне редко. На кафедре де-

коративного растениеводства и физиологии растений МФ МГТУ им. Н.Э.Баумана проводятся опыты по использованию ЭМ-препаратов при выгонке тюльпана гибридного на гидропонике, а также при выращивании многолетних цветочных растений, таких как пион молочноцветковый, хоста гибридная, флокс метельчатый, медуница сахарная и др. в открытом грунте. Предварительные результаты показали значительную эффективность ЭМ-препарата при внесении рабочего раствора в почву методом опрыскивания и полива, а также методом опрыскивания и полива растений в зоне корневой системы.

*Ключевые слова:* эффективные микроорганизмы, ЭМ-препараты, молочнокислые бактерии, повышение плодородия почвы.

Цель данной работы – обобщить разрозненные данные по использованию ЭМ-препаратов на сельскохозяйственных культурах и оценить перспективы их применения на декоративных видах растений.

В настоящее время большое внимание уделяется использованию экологически чистых технологий при выращивании не только пищевых, но и декоративных растений. Наблюдается тенденция к снижению использования минеральных удобрений (с заменой их на органические компоненты) и пестицидов. В связи с этим большое значение приобретают так называемые ЭМ-технологии.

Использование ЭМ-технологии позволяет создать оптимальные условия для развития полезной микрофлоры, что приводит к оздоровлению почвы, а также повысить плодородие почвы и урожайность культур.

В естественных условиях микроорганизмы существуют крупными сообществами, и образуют длинные пищевые и защитные симбиотические цепочки. Гибель одних участников сообщества приводит к гибели ближайших, связанных с ними.

Вместе с полезными (регенеративными) микроорганизмами в любой биологической среде неизбежно существуют и патогенные (дегенеративные) микроорганизмы, вызывающие отравления и болезни. Точно так же, как регенеративные микроорганизмы способствуют развитию полезной растительной фауны, дегенеративные являются источником жизнедеятельности организмов, являющихся для растений вредителями. Одна из задач ЭМ-технологии заключается в том, чтобы обеспечить баланс между полезными и патогенными микроорганизмами. Достаточно примерно 2/3 полезных микроорганизмов, чтобы обеспечить здоровье почвы и, как следствие, ее богатство и сбалансированность по составу микро и макроэлементов, органических соединений. Примерно 1/3 патогенных микроорганизмов нужна для поддержания иммунной системы растений в тонусе.

Таким образом, перед учеными стоит задача создания устойчивого симбиоза микроорганизмов, способствующего как обеспечению питанием растений, так и ограничению патогенной активности. Первым ее удалось решить в 1988 г. японскому ученому Тэруо Хига, хотя впервые подобные исследования были начаты советскими учеными еще в 30-х годах XX века.

В процессе работы было исследовано около 3000 видов основных почвенных микроорганизмов, и изучена неизвестная ранее суть их регенеративно-дегенеративной количественной взаимосвязи. Оказалось, что в среде патогенных микроорганизмов около 5% видов являются ведущими. Остальные, могут в значительной степени поменять свою исходную ориентацию, но только в ту сторону, где больше лидеров. Получается, что если в почве больше микроорганизмов, являющихся регенеративными лидерами, то таковой является и сама среда, а потому и растительные сообщества в такой среде показывают одновременно благополучный

рост, высокие урожаи и исключительное здоровье. Если же преобладают патогенные лидеры, то наблюдается слабый рост, низкий урожай, болезни, вредители.

Теруо Хига отобрал 86 лидирующих регенеративных штаммов, в совокупности выполняющих весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды, получивших название ЭМ (эффективные микроорганизмы). Большая работа была проведена по подбору микроорганизмов, способных некоторое время существовать совместно в одинаковых замкнутых условиях для того что бы сделать возможным создание устойчивого раствора, способного храниться в емкости.

Вместе с созданным Теруо Хига ЭМ-препаратом родилась и новая технология земледелия – ЭМ-технология, а с ее появлением началась и новая эра продуктивного экологического земледелия [8].

В зависимости от интенсивности применения новой технологии и степени зараженности почв, урожай увеличивается в 1,5-4 раза. Однако главным достоинством ЭМ-технологии стала возможность за 3-5 лет, практически полностью исключив применение химических удобрений и пестицидов, вернуть почвам естественное плодородие и, исключительное качество выращиваемой продукции [3]. Выращенные по ЭМ-технологии плоды имеют высокое содержание полезных веществ, обладают хорошей сохранностью. Так, выращенная по полному циклу ЭМ-технологии земляника не уступает по вкусу и аромату лесной, а картофель может лежать в хранилище несколько лет [9]. Некоторые из плодов приобрели новые, неизвестные раньше качества. Так, обычная выращенная по ЭМ-технологии морковь по ряду целебных параметров приближается к женьшеню.

Область применения эффективных микроорганизмов далеко не ограничилась растениеводством. Так как растительная и животная жизнь, да и любая естественная биологическая среда на Земле, имеют, по сути, единую микробиологическую структуру, то и ЭМ играют исключительную, продуктивную роль при внесении их в любую биологическую среду, будь то почва, организм человека или животного, естественные отходы или любая другая, требующая биологической очистки, среда.

В Японии с помощью ЭМ очищают городские стоки, организуют замкнутые производственные циклы [6].

Миллионы японцев используют ЭМ в кулинарии, при решении всевозможных бытовых проблем. Выдающиеся результаты показали ЭМ в животноводстве и птицеводстве. Получающие их в рацион животные не болеют и значительно быстрее растут. В несколько раз уменьшился падеж молодняка, заметно увеличились надой молока. Снесенные курами яйца превосходят по качеству деревенские [7]. Рождение ЭМ-технологии имело мировой резонанс. Например, в Великобритании государственные субсидии фермерам, полностью переходящим на ЭМ-технологию, составили в 2001 г. 40 фунтов стерлингов на гектар [1].

Главной причиной многофункциональности ЭМ-препарата является широкий диапазон действия входящих в его состав микроорганизмов: фотосинтезирующие бактерии, молочнокислые бактерии (подавляют развитие вредных микроорганизмов), дрожжи, актиномицеты (производят антибиотические вещества из аминокислот), ферментирующие грибы типа *Aspergillus* и *Penicillium* (быстро разлагают органические вещества) [2].

Корни растений выделяют вещества типа углеводов, аминокислот, органических кислот и активных ферментов. ЭМ используют их для роста. В течение этого процесса они, в свою очередь, выделяют и тем самым обеспечивают растения ами-



нокислотами, нуклеиновыми кислотами, разнообразными витаминами и гормонами. Кроме того, ЭМ в околокорневой зоне образуют симбиоз с растениями. Следовательно, в почвах, заселенных ЭМ, растения развиваются в исключительно благоприятных условиях.

#### *Применение ЭМ-технологий*

ЭМ-раствор является основным в ЭМ-технологии и применяется, как для корневого полива и опрыскивания вегетативных надземных частей, так и для приготовления всех остальных ЭМ-удобрений. Использование ЭМ-раствора непосредственно для полива почвы и опрыскивания растений является наиболее расходной частью ЭМ-технологии и целесообразно лишь в тех случаях, когда нет возможности или времени приготовить из того же ЭМ-раствора более экономичные ЭМ-удобрения, в частности, ЭМ-экстракт [5]. ЭМ –экстракт готовят из любого органического сырья с добавлением ЭМ-препарата и настаивают около 20 дней. За это время происходит значительное увеличение объема эффективных микроорганизмов. В итоге получается не только сам жидкий экстракт, но и большое количество ферментированного компоста, готового для применения. Технологически простое изготовление ЭМ-экстракта уменьшает расходы на ЭМ-препарат как минимум в 10-20 раз. Его можно с успехом использовать вместо ЭМ-раствора и для изготовления ЭМ-компоста [10].

В настоящее время применение ЭМ-препаратов довольно широко исследовано на сельскохозяйственных культурах. Необходимо проводить исследования на декоративных культурах, как при их выращивании в питомниках, так и при использовании на объектах ландшафтной архитектуры [4]. В 2017 году на кафедре декоративного растениеводства и физиологии растений МФ МГТУ им. Н.Э.Баумана были проведены испытания ЭМ-препарата Байкал ЭМ-1 на таких декоративных культурах как тюльпан гибридный (при выращивании на гидропонике), на базе ГБУ Озеленение, а также на хосте гибридной, пионе молочноцветковым, медунице сахарной при выращивании в открытом грунте (на базе агрофирмы Поиск). Предварительные результаты показывают, что использование ЭМ-препарата значительно улучшает декоративные качества растений, влияет на биометрические показатели.

Для проведения эксперимента были взяты три сорта тюльпана гибридного: ‘Jumbo Beauty’ (‘Джамбо Бьюти’) – группа Простые поздние; ‘Strong Gold’ (‘Стронг Голд’) – группа Триумф и ‘Ple de France’ (‘Иль де Франс’) – группа Триумф. В качестве рабочего раствора использовался микробиологический препарат Байкал ЭМ-1 в концентрации 1:1000. Были испытаны разные способы использования препарата, в том числе замачивание луковиц, опрыскивание растений по зеленой массе, добавление препарата в стандартный питательный раствор и добавление препарата в чистую воду.

Всего 5 вариантов. 1 – контроль – выращивание луковиц на стандартном питательном растворе ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1,25 гр/л+  $\text{CaCl}_2$  – 0,266 гр/л);

2 – замачивание луковиц перед посадкой в растворе Байкал ЭМ-1 на 1 час, затем долив раствора препарата в чистую воду еженедельно до конца выгонки;

3 – долив препарата в питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  1,2 гр/л) еженедельно до конца выгонки;

4 – долив препарата в питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  1,2 гр/л) еженедельно до конца выгонки + еженедельное опрыскивание растений по зеленой массе;

5 – долив препарата в питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1,25 гр/л +  $\text{CaCl}_2$  – 0,266 гр/л) + опрыскивание.

В ходе эксперимента изучались такие показатели как длина корней (мм), длина стебля (мм), длина розетки с бутоном (мм), длина бутона (мм). Полученные данные приведены в таблице.

Таблица

**Биометрические показатели роста сортов тюльпанов при выгонке с использованием микробиологического препарата Байкал ЭМ-1**

Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
<b>сорт JUMBO BEAUTY (ДЖАМБО БЬЮТИ)</b>					
Длина корней, мм	73,4±1,1	72,0±2,5	72,0±1,2	65,0±4,7	62,0±6,2
Длина побега, мм	371,2±15,8	408,0±25	410,0±24	406,0±24,3	381,0±10,4
Длина розетки с бутоном, мм	401,2±47,0	324,1±16,2	406,2±19,1	467,4±18,2	423,3±32,5
Длина бутона, мм	50,5±9,2	33,6±7,7	47,2±5,6	53,7±1,9	54,3±5,9
<b>Сорт Strong Gold (Стронг Голд)</b>					
Длина корней, мм	56,3±1,2	55,2±4,5	69,7±9,1	63,4±1,0	62,2±9,3
Длина побега, мм	153,4±14,1	249,5±40,5	241,5±25,7	157,8±18,9	164,6±11,1
Длина розетки с бутоном, мм	321,7±4,8	393,2±10,4	397,6±11,2	319,±7,9	343,7±8.4
Длина бутона, мм	49,7±6.8	54,2±4,1	62,4±7,1	55,6±5,3	50,7±4,8
<b>Сорт 'Pe de France' ('Иль де Франс')</b>					
Длина корней, мм	65,4±13,8	64,2±14,5	66,4±8,06	56,2±14,6	59,6±13,5
Длина побега, мм	173,2±26,3	190,4±14,4	200,4±21,7	187,7±23,3	192,1±12,3
Длина розетки с бутоном, мм	327,6±7,7	312,8±6,7	337,3±15,1	332,6±4,9	344,1±23,9
Длина бутона, мм	39,8±4,6	34,5±3,2	42,3±6,6	40,1±4,1	45,6±4,9

Как показывают полученные данные, во всех вариантах наблюдается действие препарата Байкал ЭМ-1, но действие это не однозначно. Представляет интерес сравнить несколько вариантов, а именно варианты 3 и 4 и варианты 1 и 5. В 3 варианте в питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  1,2гр/ л) еженедельно добавляли раствор препарата Байкал ЭМ-1, а в 4 варианте помимо этого еще и еженедельно опрыскивали растения раствором препарата Байкал ЭМ-1 по зеленым листьям. Как видно из полученных данных у сорта 'Jumbo Beauty' опрыскивание по листьям практически не повлияло на длину побега (3 вариант -410,0 мм и 4 вариант - 406,0 мм), но значительно увеличило длину розетки с бутоном (3 вариант -406,2 мм и 4 вариант -467,4 мм) и длину самого бутона (3 вариант – 47,2мм и 4 вариант – 53,7мм). Это важные показатели, так как влияют на сортность продукции и, следовательно на ее цену.

В 1 варианте тюльпаны росли на стандартном питательном растворе ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1,25 гр/л+  $\text{CaCl}_2$  – 0,266 гр/л) без добавления микробиологического препарата Байкал ЭМ-1, а в 5 варианте к стандартному питательному раствору добавляли еженедельно раствор препарата Байкал ЭМ-1 и опрыскивали по листьям. На длину побега добавление препарата практически не повлияло (в 1 варианте – 371,2 мм и в 5 варианте – 381,0 мм), но длина розетки с бутоном (в 1 варианте – 401,2 мм и в 5 варианте – 423,3 мм) и длина сама бутона (в 1 варианте -50,5мм и в 5 варианте -54,3 мм) значительно увеличились в варианте с использованием препарата Байкал ЭМ-1.

Однако у сортов 'Strong Gold' и 'Ile de France' при сравнении вариантов 3 и 4 видно, что во всех вариантах опрыскивание препаратом по листьям дало уменьшение всех исследуемых биометрических показателей. В тоже время сравнение вариантов 1 и 5 показывает, что в 5 варианте (добавление Байкала ЭМ-1 в раствор + опрыскивание по листьям) все биометрические показатели выросли, по сравнению с 1 вариантом, где растения находились только в питательном растворе.

Обобщая полученные результаты можно сделать следующие выводы:

– использование микробиологического препарата Байкал ЭМ-1 влияет на биометрические показатели при выгонке различных сортов тюльпана гибридного на гидропонике;

– наблюдается индивидуальная реакция различных сортов на обработку растений препаратом Байкал ЭМ-1;

– необходимо продолжить исследование влияния препарат Байкал ЭМ-1 на разных сортах тюльпана гибридного, с целью определения оптимального способа внесения данного препарата;

– по сравнению с контрольным вариантом (питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1,25 гр/л+  $\text{CaCl}_2$  – 0,266 гр/л, без препарата Байкал ЭМ-1) лучший результат показал вариант 5 (долив препарата Байкал ЭМ-1 в питательный раствор ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  – 1,25 гр/л+  $\text{CaCl}_2$  – 0,266 гр/л) + опрыскивание), по всем наблюдаемым биометрическим показателям;

– исследования должны быть продолжены, как в условиях защищенного, так и открытого грунта. Необходимо исследовать влияние ЭМ-препаратов не только на травянистые, но и на древесные и кустарниковые растения, как при выращивании их в питомниках, так и при эксплуатации на объектах ландшафтной архитектуры.

#### Список литературы

1. Андроханов В.А. Эколого-физиологические особенности микробиологических сообществ техногенных ландшафтов Кузбасса. Сибирский экологический журнал. – №5, 2011.
2. Андроханов В.А. Ускорение процессов рекультивации техногенных ландшафтов на угольных предприятиях КАТЭКа и Хакасии. Уголь. – №7, 2012.
3. Бахарев В.В. ЭМ-технология как фактор экологического земледелия. Овощеводство и тепличное хозяйство: №10, 2006. – С. 12-15.
4. Бочков Д.А. Применение препарата Байкал-ЭМ1 при выращивании растений. – Объекты культурного наследия – проблемы сохранения, восстановления и развития: материалы семинара МГУЛ. – М., 2016. – С. 21-124.
5. Кожевин П.А. Некоторые аксиомы почвенной биотехнологии и применение эффективных микроорганизмов. Достижения ЭМ-технологии в России: сб. трудов ООО «ЭМ-кооперация». – М., 2006. – С. 61-65.
6. Лавриненко А.Т. Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов с помощью ЭМ-технологий. Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития мира : материалы Международной конференции ЮНЕСКО. – Улан-Удэ, 8 июля 2010 г.
7. Новицкий А.А., Колычев В.А., Гнетицкий В.А. ЭМ-технология – путь решения экологических и продовольственных проблем: Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – М., 2011.
8. Шаблин П.А. ЭМ-технология – надежда планеты. – М., 2000. – 31 с.
9. Шаблин П.А. Применение ЭМ-технологии в сельском хозяйстве. Микробиологические препараты «Байкал ЭМ1», «Тамир», «Эм-Курунга». Практическая биотехнология в сельском хозяйстве, экологии, здравоохранении: сб. трудов. – М., 2006. – С. 23-36.
10. ЭМ технология – биотехнология XXI века. Сборник материалов по практическому применению препарата Байкал ЭМ 1. – Алма-Аты, 2006.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОГО ПОЛЯ ЗА СЧЕТ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

*Жумабоев З.М.*

доцент кафедры «Растениеводство»,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

*Мамадалиева С.*

ассистент кафедры «Растениеводство»,  
Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

Проведенными нами исследованиями установлена высокая эффективность смешанных посевов, состоящих из 2-х, 3-х и 4-х компонентов, особенно при насыщении их бобовыми культурами и повторным после них посевам сои на зерно, обеспечивающими не только высокие урожаи зерна и зеленой массы, но и улучшение качества кормов.

*Ключевые слова:* посев, рапс, урожай, гибрид, зерна, масса, силос, протеин.

Интенсификация кормового клина путем смешанных посевов промежуточных культур оказалась более эффективным приемом повышения продуктивности кормового поля хлопкового севооборота.

Результаты четырехлетнего исследования Н.В.Мартинчука [2, с. 35-39] по изучению продуктивности кормовых культур и их смесей в промежуточном посеве доказано, что урожайность зеленой и сухой массы, а также сбор кормовых единиц и переваримого протеина определяются подбором компонентов. Смеси сортовых культур обеспечивают более высокий сбор переваримого протеина.

В среднем семь лет с одной и той же площади получили урожай зерна ячменя 47 и семян сои 15 ц/га, суммарный сбор двух культур (с учетом соломы ячменя) составил 8990 корм. единиц и 1117 кг переваримого протеина с 1 га. [1, с. 53-56].

При возделывании на одной и той же площади двух кормовых культур – кукурузы на силос и рапса на зеленый корм можно получить 1067,4 ц/га силосной и зеленой массы 19658 кормовых единиц. Ячмень на зерно и кукурузы на силос – 23,9 ц/га, зерна ячменя 32,8 ц/га, соломы 422,7 ц/га силосной массы кукурузы, или 12510 кормовых единиц, овса на зеленый корм и кукурузы на силос – 718,6 ц/га зеленой, силосной массы, или 14090 кормовых единиц [3, с. 79-82].

Исследованиям, проведенными была установлена высокая эффективность использования однолетних кормовых культур в условиях светло-сероземных почв Ферганской долины.

Смешанные посевы (уплотненные) злако-крестоцветных мешанок (озимого тритикале с посевами озимого рапса) обеспечивает повышение урожая зеленой массы по сравнению с чистыми посевами каждой из этих культур отдельности (вар.3 и 4).

Дальнейшее уплотнение смешанных посевов путем использования третьей культуры – вики, создавая таким образом совмещенные посевы озимые – тритикале – озимой рапс+ озимая вика (вар.6), обеспечивает не только повышение урожая зеленой массы – 451,6 ц/га, 432,9 ц/га и 461,8 ц/га, а также улучшает качество кормовой продукции за счет присутствия в кормовых смесях бобового компонента.

Наиболее эффективными по урожаю зеленой массы оказываются варианты, где в смешанных посевах возделываются четыре культуры – озимые – тритикале + рапс + вика + горох (вар.7) и озимые – тритикале + рапс+ горох + редька масличная

(вар.8). Урожай зеленой массы в этом случае повышается соответственно по годам исследования до 481,5; 466,8; 482,5 и 503,7; 480,9; 501,1 ц/га.

Включение бобового компонента в смешанных посевах способствует дальнейшему повышению продуктивности кормового поля.

Наибольшее влияние компонентов в кормовых смесях на качество продукции наблюдается при возделывании смешанного посева, состоящего из злаково-крестоцветных и бобовых мешанок, где выход кормовых единиц при трех компонентах смешанных посевов составил 75,2 ц/га, при четырех компонентах – 30,2 и 82,1 ц/га выход переваримого протеина – соответственно увеличивается до 1216,2 и 1323,9 – 1351,3 кг/га.

Незначительное снижение выхода кормовых единиц и переваримого протеина наблюдается при использовании смешанных посевов без бобового компонента (вар.5), где выход кормовых единиц составил в среднем за три года 72,2 ц/га, переваримого протеина – 1071,7 кг/га.

Эффективным приемом оказалось также возделывание чистого посева ячменя (вар.4). По сравнению с чистыми посевами озимой горчицы (вар.3), когда обеспечивается выход кормовых единиц до 71,1 ц/га и переваримого протеина до 1185,7 кг/га. Наименьший выход кормовых единиц и переваримого протеина был при чистых посевах озимой горчицы (вар.3) – 32,3 ц/га кормовых единиц и 411,9 кг/га переваримого протеина.

Возделываемый районированный гибрид кукурузы ВИР – 338 ТВ по своим биологическим особенностям относится к сортам позднеспелого типа.

Средняя урожайность зерна кукурузы и силосной массы (вар.1) составила соответственно по годам исследований 61,0 и 348,9; 62,6; 361,2 ц/га.

При возделывании сои (вар.2) урожай зерна и стеблей соответственно составил: 25,6; 26,2 и 25,0 ц/га и 44,3; 48,7 и 49,4 ц/га. Выход кормовой продукции (в среднем за три года) получен – 49,3 ц/га кормовых единиц и 889,0 кг/га переваримого протеина.

Наши исследования позволили установить, что наилучшие показатели по урожаю обеспечивают посева сложных смесей кормовых культур, состоящих из озимого тритикале + рапса и сои в поукосном посеве (вар.5). При котором обеспечивается, урожай зерна составил по годам 26,7 и зеленой массы – соломы 478,7 ц/га; 27,6 и 467,1 ц/га, выход зерна составил 26,2 ц/га (в сумме за два урожая) и зеленой массы – соломы 468,7 ц/га.

Такие высокие урожаи были получены при сочетании озимого тритикале + рапс + вика и повторного посева сои (вар.6), при котором урожай зерна составил по годам 27,4; 28,3 и 26,6 ц/га зеленой массы (стеблей) 494,4; 478,9 и 509,9 ц/га.

В сумме за два урожая наиболее эффективным было сочетание озимого тритикале + рапса + вика + гороха и озимого тритикале + рапса + гороха + редьки масличной с последующим посевом сои на зерно (вар.7;8). Где обеспечивается максимальный урожай зерна – 29,0 и 28,1 ц/га (в среднем за годы исследования) и зеленой массы соломы – 523,5 и 541,0 ц/га. Выход кормовых единиц при этом составил соответственно 133,4 и 133,8 ц/га и переваримого протеина – 2302,2 и 2300,0 кг/г.

Была подтверждена возможность круглогодичного использования орошаемого гектара в исследуемом регионе. Кроме того, была установлена возможность насыщения озимых посевов промежуточных культур с 2-мя, 3-мя, 4-мя компонентами разными по своим биологическим особенностям. В этом случае создаются лучшие условия для перезимовки в холодные зимы (под страховочные посева), происходит

обогащение корма белками, повышается плодородие почвы, также продуктивность севооборота в целом.

#### Список литературы

1. Волошина А.М., Баранов В.Ф., Калюжный В.Г. Соя на зерно в пожнивных посевах. – Земледелие. – 1989. С. 53-56.
2. Мартинчук Н.В. Эффективность выращивания кормовых культур по укосном промежуточном посеве // Пути интенсификации кормопроизводства. – 1991. С. 35-39.
3. Рустамов О. Резервы повышения продуктивности кормового поля хлопкового севооборота на лугово-сероземных почвах Самаркандской области. – Ташкент. – 1985, Вып.57. С. 79-82.

### БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ И ФОРМ ГРУШИ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ

*Зацепина И.В.*

научный сотрудник, канд. с/х наук,

Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Россия, г. Мичуринск

В статье приведены результаты, которые с помощью зеленого черенкования позволяют выращивать корнесобственные сорта и формы груши.

*Ключевые слова:* груша, подвои, сорта, формы, стимуляторы роста.

Зеленое черенкование, наиболее эффективный из традиционных способов вегетативного размножения. Особенно удобно размножать сортовые растения, ведь зеленые черенки берут во время цветения или сразу после него, так что ошибки в выборе сорта практически исключены.

Данная работа выполняется в ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина».

Изучение укореняемости зеленых черенков груши проводили в теплице с пленочным покрытием, оснащенных туманообразующей установкой. Посадку черенков осуществляли во влажный субстрат под углом 45°. Опыты закладывали в трехкратной повторности по 120 черенков в каждом повторении.

В качестве субстрата для укоренения применяли смесь торфа с речным песком в соотношении 1:1.

Черенкование проводили в период интенсивного линейного роста побегов. Черенки нарезают длиной 12-15 см, у которых для снижения транспирации срезали часть листовой пластины.

Для стимулирования корнеобразования у черенков плодовых и ягодных культур лучшими регуляторами роста являются индолилмасляная кислота (ИМК) – 50мг%, индолилуксусная кислота (ИУК) – 150мг%, нафтилуксусная кислота (НУК) – 30мг% [1, с. 45]. В качестве контроля использовали воду (H<sub>2</sub>O).

В результате проведенных исследований было установлено, что регуляторы роста обладают различной физиологической активностью, которые зависят от концентрации действующего вещества.

**Влияние регуляторов роста и оценка качества  
укорененных черенков сортов и форм груши**

Сорт, форма	Стимуляторы роста				Высота растений, см	Длина условной корневой шейки, мм	Количество корней, (штук)	Длина корней, (см)
	ИМК	ИУК	НУК	Вода (к)				
	Приживаемость после посадки, %							
ПГ 17 – 16 (к)	65,0	55,0	55,0	40,0	12,5	0,5	3,0	7,4
Память Яковлева	45,0	40,0	40,0	25,0	11,6	0,4	3,0	6,9
Августовская роса	50,0	45,0	35,0	25,0	9,0	0,4	3,0	7,5
Гера	50,0	50,0	50,0	40,0	9,6	0,4	2,0	7,6
ОНФ 333	60,0	55,0	55,0	45,0	9,6	0,4	2,0	6,6
Pigo II	50,0	50,0	50,0	30,0	9,3	0,2	1,0	6,3
ПГ 12	70,0	65,0	65,0	35,0	13,3	0,5	4,0	6,2
ПГ 2	70,0	70,0	55,0	40,0	12,2	0,5	4,0	6,5

В результате проведенных исследований лучшими результатами (от 55,0 до 70,0%) при обработке ИМК в концентрации 50 мг/л, ИУК в концентрации 150 мг/л и НУК в концентрации 30 мг/л является формы груши ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2, ОНФ 333.

У сортов груши Память Яковлева, Августовская роса, Гера и формы Pigo II при выше указанных стимуляторов роста укоренение составляло (от 40,0 до 50,0%). Без обработки стимуляторами роста сорта Память Яковлева, Августовская роса, Гера и формы ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2, ОНФ 333, Pigo II укоренились (от 25,0 до 45,0%).

По результатам проведенных исследований после укоренения черенков груши была проведена оценка качества укоренным подвоям (таблица).

Высота растений у изучаемых форм ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2, и у сорта Память Яковлева, наилучший составляла от 11,6 до 12,5 см. Средний результат (от 9,0 до 9,6 см.) имели сорта груши Августовская роса, Гера и форма ОНФ 333.

Диаметр условной корневой шейки у выше изучаемых сортов и форм составляла от 0,2 до 0,5 мм.

Наибольшее количество корней (от 3,0 до 4,0 штук) имели формы ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2 и сорта Память Яковлева, Августовская роса. Меньшее количество корней (от 1,0 до 2,0 штук) наблюдали у сорта Гера, и форм ОНФ 333, Pigo II.

Длина корней у данных сортов и форм составляла от 6,2 до 7,6 см.

В результате проведенных исследований было установлено, что лучшими результатами укоренения зеленых черенков при изучаемых стимуляторов роста ИМК, ИУК, НУК, характеризовались формы ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2, Pigo II, данный показатель составлял (от 55,0 до 70,0%).

Лучшими результатами по высоте растений характеризовались формы ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2 и сорт Память Яковлева (от 10,0 до 12,5 см).

Наибольшая длина условной корневой шейки 0,5 мм. составляло у форм ПГ 17-16 (к), ПГ 12, ПГ 2.



Наибольшее количество корней (от 3,0 до 4,0 штук) имели формы ПГ 2, Piro II, ОНФ 333, ПГ 17-16 (к), ПГ 12.

Наибольшая длина коней 7,4-7,6 см. соответственно составляло у сортов Августовская роса, Гера и у формы ПГ 17-16 (к).

#### Список литературы

1. Тарасенко, М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур. – М.: Изд-во МСХА, 1991. – 272 с.

## ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ПРОСО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

**Максимова Х.И.**

старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук,  
Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,  
Россия, г. Якутск

**Николаева В.С.**

научный сотрудник,  
Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,  
Россия, г. Якутск

Включение просо в звенья кормового севооборота является одним из эффективных средств повышения продуктивности гектара пашни и повышения качества корма. В связи с этим были проведены исследования по урожайности зеленой массы проса посевного «Баганского 88» в пятипольном кормовом севообороте. Установлена продуктивность, определены питательная ценность, а также возможность возделывания новой культуры на силос в условиях криолитозоны.

*Ключевые слова:* просо посевное, норма высева, минеральное удобрение, зеленая масса, урожайность, продуктивность, питательность.

В Центральной Якутии, учитывая запасы тепла за вегетационный период, обилие малооблачных солнечных дней, быстрое нарастание среднесуточных температур весной, высокую активность солнечной радиации, возможно при поливе возделывание теплолюбивых и светолюбивых кормовых культур с относительно короткими вегетационными периодами. Одним из перспективных культур для возделывания на силос является просо посевное.

В условиях севера переход температуры воздуха через 5<sup>0</sup>С (вегетативная весна) начинается в середине мая и заканчивается в середине сентября, редкие заморозки могут отмечаться до половины июня и в конце августа. Продолжительность безморозного периода в долине среднего течения р. Лена составляет 65-100 дней. Средняя температура самого теплого месяца – июля равняется 18-19<sup>0</sup>С, общая сумма активных температур выше 10<sup>0</sup>С в земледельческих районах Центральной Якутии 1400-1600<sup>0</sup>С [5].

Просо (*Panicum miliaceum L.*) – культура универсальная, биологически приспособленная к местным климатическим условиям, теплолюбивое, растение короткого дня. Вегетационный период от 60-70 до 100-120 дней. Характеризуется повышенной сопротивляемостью к засухам. Засухоустойчивость проса определяется не только малым расходом воды, но также и тем, что просо хорошо использует поздние дожди и продолжает ассимилировать при высоких температурах. Отсутствие ранних дождей просо выносит как бы в состоянии анабиоза. Биологической осо-

бенностью проса является медленный рост в начальный период развития (до появления 6-7-го листа). Кущение начинается на 15-20-й день после всходов, при недостатке тепла задерживается. После начала кущения просо растет быстро, и в этот период сорняки для него уже не опасны. Выход в трубку начинает через 35-40 дней после начала кущения, через 10-12 дней просо выбрасывает метелку, цветения начинается на 2-6-й день после выметывания [3].

Исследования проводились на орошаемом участке «Мойдох» агрофирмы «Немюгю» на второй надпойменной террасе р. Лена.

Схема пятипольного кормового севооборота включает местных, районированных и адаптированных кормовых культур: овес, озимая рожь- озимая рожь, овес 2 срока – викоовсяная смесь – просо – люцерна+пырейник.

Почва опытного участка относится к типу мерзлотных солончаковатых, которые по Д.Д. Саввинову развиваются в комплексе с мерзлотными лугово-черноземными солонцеватыми почвами [4].

Почва исследуемого участка мерзлотная лугово-черноземная солончаковатая. Реакция среды щелочная, рН водный – 7,6-8,4; содержание гумуса (по Тюрину) в верхнем горизонте 3,14%, содержание подвижных форм азота (по ионно-селективным методом)  $N_{\text{нитр.}}$  – 0,38; подвижных форм фосфора  $P_2O_5$  – 13,4; калия  $K_2O$  высокое – 22,1 мг/100 г (по Эгнеру-Риму).

Варианты минерального удобрения следующие: контроль,  $(NPK)_{60}$  кг/га, расчетная доза-  $(NPK)_{160}$  кг/га. Посев кормовых культур проводился в первой половине июня сеялкой ССНП -16 с междурядьем у проса 30 см, норма высева просо посевное «Баганское 88» – 35 кг/га.

Полив проведен дождевальным агрегатом КИ-5 с нормой 250 м<sup>3</sup>/га.

Площадь делянок 25 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная.

Исследования проводились в 2015-2017 годах.

Метеоусловия 2015 г. были засушливыми. За вегетационный период осадков выпало меньше нормы в 2 раза (89,9 мм при норме 159,5 мм), гидротермический коэффициент (ГТК) с мая по август составил 0,51.

В 2016 – 2017 г. первая половина вегетационного периода была засушливой, но осадки во второй половине лета отмечались выше нормы, что способствовали формированию урожайности кормовых культур до 7,0-15,0 т/га.

Рост и развитие кормовой культуры проходил соответственно биологическим особенностям. Межфазный период посев – всходы составил 7-10 дней, всходы – кущение – 12 дней, кущение- выход в трубку – 20-30 дней, продолжительность фазы выход в трубку – выметывание составила 9-13 дней. В укосной спелости высота растений у проса посевного «Баганское 88» составляла от 52 до 124 см, при этом суточный прирост растений составил от 0,2 – 2,6 см в зависимости от вариантов удобрений и метеоусловий.

Период всходы – укосная спелость у проса отмечался от 64-70 дней.

В среднем за годы исследований урожайность просо составила в варианте контроля – 8,2; в варианте  $(NPK)_{60}$  – 13,1;  $(NPK)_{160}$  – 17,8 т/га. Прибавка при внесении минеральных удобрений составила 4,9 – 9,6 т/га зеленой массы.

По данным исследований продуктивности [2], выход сухой массы у проса за годы исследований составил в варианте контроля 4,0 т/га, в варианте  $(NPK)_{60}$  – 4,9 т/га и в варианте расчетной дозы удобрения  $(NPK)_{160}$  – 5,7 т/га. Выход обменной энергии 37,0; 37,4 и 36,6 ГДж/га, кормовых единиц 2,0; 2,2 и 2,4 т/га, сбор переваримого протеина – 0,42; 0,55 и 0,54 т/га соответственно (таблица).

**Продуктивность просо посевное «Баганское», т/га (среднее за 2015-2017 гг.)**

Годы	Зеленая масса	Сухая масса,	Кормовые единицы, тыс./га	Переваримый протеин	Обменная энергия, ГДж/га
Контроль	12,6	4,0	2,0	0,42	37,0
(NPK) <sub>60</sub>	15,2	4,9	2,2	0,55	37,4
(NPK) <sub>160</sub>	17,8	5,7	2,4	0,54	36,6

Примечание: НСР<sub>05</sub> 7,94

По данным зоотехнического анализа питательность проса составляет в 1 кг сухого вещества кормовых единиц 0,56, переваримого протеина 107,17-126,23 г, обменной энергии 8,33-8,41 МДж, валовой энергии 17,55 -17,65 МДж. Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином 189,44 – 227,29 г Применение минеральных удобрений повышает качество кормовой культуры на 15-20%.

В силосе из проса содержится в 1 кг сухого вещества – кормовых единиц 0,55; переваримого протеина 39,9 г; обменной энергии -8,21 МДж; валовой энергии 17,3 МДж и переваримого протеина в 1 кормовой единице 72,5 г.

При визуальном определении силос имеет цвет оливковый, запах – слабокислый фруктовый. Структура стеблей, листьев, метелок полностью сохранена. Влажность силоса составляет от 45,2 до 66,6%. По микробиологическим исследованиям силос содержит от 600 до 2000 колоний лактобактерий, отсутствуют условно-патогенные бактерии. В силосе отсутствует масляная кислота, соотношение кислот (уксусная–масляная–молочная) составляет 38-0-62 соответственно, рН -5,0.

Возделывание свето- и теплолюбивых растений в условиях Центральной Якутии обеспечивает рациональное использование почвенно-климатических ресурсов континентального климата Центральной Якутии. При соблюдении агротехнических мероприятий свето- и теплолюбивое богатое белком, питательными веществами просо обеспечивает высокую урожайность и качество зеленой массы для производства силоса [1].

Таким образом, в условиях Центральной Якутии новую кормовую культуру – просо посевное «Баганское 88» можно включить в звенья кормового севооборота для производства зеленой массы на силос.

**Список литературы**

1. Максимова Х.И., Николаева В.С., Сивцева А.Н. Продуктивность новых кормовых культур в условиях Центральной Якутии. – М.: Кормопроизводство, №9, 2014. – С. 34-38.
2. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. – М., 1995. – 173 с.
3. Кереев К.Н. Биологические основы растениеводства. М., 1975 – 420 с.
4. Саввинов Д.Д. Почвы Якутии. – Якутск, 1989. – С. 33.
5. Шашко Д.И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 264 с.

## КОНСЕРВИРОВАНИЕ ОГУРЦОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

*Мирзаев Р.О.*

старший преподаватель кафедры «Плодоовощеводство и технология переработки сельскохозяйственных продуктов», Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

*Давлатов Х.Р.*

ассистент кафедры, «Плодоовощеводство и технология переработки сельскохозяйственных продуктов», Андижанский сельскохозяйственный институт, Узбекистан, г. Андижан

В статье рассматриваются возможности возделывания огурцов и других овощных растений на повторных посевах в Андижанской области. Для обеспечения населения овощными продуктами в зимние и рановесенние периоды года и увеличение экспортной возможности консервированных овощных продуктов. Целесообразность применения микробиологического консервирования огурцов с соблюдением санитарно-гигиенических требований.

*Ключевые слова:* огурцы, маринование, засолка, пшеница, культура, вегетация.

В Узбекистане в последние годы проводятся широкомасштабные мероприятия по обеспечению населения плодоовощными продуктами, увеличению экспортной способности, а также имеются большие их не использованные резервы. В республике проводятся большие работы по приведению в действие имеющиеся резервы.

По физиологическим нормам годовая норма потребления овощей на одного человека 146 кг. В республике на орошаемых землях озимая пшеница возделываются на площади более одного миллиона гектаров. Эта культура в условиях Андижанской области убирают в середине июня месяца, а вегетационный период здесь продолжается до середины октября, то есть около 110-115 дней до окончания вегетационного периода.

Почвенно-климатические условия области позволяет на повторных посевах выращивать довольно-высокие урожаи огурцов, моркови, бобовых овощных и кормовых культур при орошении. Выращивания этих культур способствует эффективное использование и получения дополнительных доходов фермерам.

Почвы Андижанской области в основном сероземного и лугово-болотного типа, не засолены. Для того чтобы сохранить выращенный урожай огурцов, фермеры применяют разные способы засолки. В настоящей работе приводится технология засолки огурцов, обеспечивающая получения хорошо сохраняемый и качественный продукт.

В этих условиях фермеры для этих целей используют сорта огурца Аякс, Узбекистан-745, Узбекистан-640, Парат-F1. Выращиваемые сорта и гибрид дают первый сборы урожай через 50-60 дней после посева, последующие сборы проводятся через 3-4 дня, всего проводятся 15-20 сборов. Урожай плодов огурцов в основном используются маринование и засолки, для употребления в зимнее время.

Для засоления огурцов должны содержать не менее 2% сахара. Свежие огурцы, используемые для засола, делят на корнишоны мелкие (до 50 мм), средние (51-70 мм) и крупные (71-90 мм); зеленцы мелкие (91-110 мм) и зеленцы средние и крупные (110-140 мм).

При солении огурцов используют разнообразные пряности и приправы: укроп в стадии цветочной и начальной семенной зрелости, стручки горьковатого красного перца, зерна черного горького и душистого перца, чеснок, корни хрена, зелень петрушки, сельдерея, лавровый лист. Для того чтобы соленые огурцы получились крепкими, хрустящими, используют листья черной смородины, вишни или дуба.

Для засола лучше отбирать с тонкой кожицей, снятые с грядки в день посола. Мякоть огурцов должно быть плотными семенами – недоразвитыми, мелкими. Перезрелые пожелтевшие огурцы для засола не допускаются. Нельзя использовать для засола также плоды с трещинами, раздавленные, поврежденные сельскохозяйственными вредителями и болезнями и огурцы длиной более 140 мм.

Все огурцы, укладываемые в тару, подбирают одинакового размера. Загрязненные зеленцы отмачивают в холодной воде 2-3 ч, после чего промывают в проточной воде.

Технология соления огурцов характером развития молочнокислого брожения. Выдержка засоленных огурцов в теплом помещении длится не более 1-2 суток. Этого достаточно для накопления молочной кислоты в продукте до 0,4%. Более длительная выдержка соленых овощей при высокой температуре способствует развитию газообразующих бактерий, что приводит к внутреннему вздутию огурцов, размягчению мякоти. Для засолки огурцов используют деревянные бочки емкостью 50, 100 и 150 л. Иногда огурцы солят в крупных емкостях с полиэтиленовыми вкладышами.

Перед засолкой огурцы рассортировывают и калибруют, тщательно моют в моечной машине и укладывают вместе с пряностями в заранее подготовленную тару. На дно бочки кладут 1/3 пряностей, предусмотренных рецептурой, заполняют бочку огурцами наполовину, добавляют еще 1/3 пряностей и после укладки остальных огурцов покрывают их оставшимися пряностями. Заполненные бочки закупоривают, взвешивают для определения массы нетто, заливают через отверстие рассолом. В условиях холодильного хранения концентрация рассола для крупных огурцов – 7%, для мелких – 6%. При хранении в неохлаждаемых складах концентрация соли в рассоле увеличивается соответственно на 1%. Для приготовления рассола используют чистую поваренную соль без примесей солей железа и других металлов. Затем шпунтовые отверстия закрывают, и бочки оставляют для начала молочнокислого брожения, как указано выше, на 1-2 дня. По истечении 2 дней их доливают рассолом, забивают шпунтовые отверстия, взвешивают для определения массы брутто и направляют на дображивание в помещение с пониженной температурой на 60 суток. В неохлажденных помещениях срок до брожения сокращается до 30 суток. В процессе до брожения происходит дальнейшее накопление молочной кислоты, формируются характерные вкус и аромат, выравнивается концентрация соли в огурцах и рассоле.

Строгие соблюдения всех технологических процессов обеспечивают получения высококачественной продукции отвечающим требованиям стандартам и санитарно-гигиеническим нормам.

В таблице 1 и 2 приводится норма при солении огурцов пряности и приправы, весовые потери (в процентах) огурцов разных размеров в таре разной емкости.

Таблица 1

**Норма при солении огурцов пряности приправы**

№	Набор специй	Объем болона	Объем бочки
		3 литр	100 литр
1	Огурцы	1630	56000
2	Укроп	50	1600
3	Чеснок	5	100
4	Корны хрен	8	300
5	Переч	1,5	50
6	Сельдерей, петрушка	10	350
7	Листья черной смородины, вишни	5	150
8	Эстрагон	8,0	300

Таблица 2

**Весовые потери (в процентах) огурцов разных размеров в таре разной емкости**

Размеры огурцов мм	При хранении в ледниках в бочках емкостью литр			При хранении в неохлаждаемых складах в емкостью литр		
	100	150	200	100	150	200
70-90	0.7	1.0	1.5	0.8	1.0	1.5
91-110	1.5	3.0	3.5	2.0	3.5	4.0
110-140	2.0	3.0	3.5	2.5	3.5	4.5

**Список литературы**

1. Выщепон А.Г., Мельман М.Е. Физико-химические основы соления и квашения овощей. – М.: ГОСТОРГИЗДАТ, 1952. С. 23-34.
2. Назарова А.И., Фан-Юнг А.Ф. Производство плодоовощных консервов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. С. 257-261.

**СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПРОИЗВОДСТВА ТРАПОВ,  
ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ***Михеевская М.А.*

старший преподаватель кафедры технологии и машин лесозаготовок,  
Ухтинский государственный технический университет, Россия, г. Ухта

В статье произведён расчет расхода ценных хвойных пород для производства настилов деревянных для людского хода (трапов), использующихся при проходческих и ремонтно-восстановительных работах в горных выработках, а также рассматривается вопрос замены хвойных пород древесины на мягколиственные в данном производстве.

*Ключевые слова:* древесина хвойных пород, древесина мягколиственных пород, трап, рудничная стойка.

Ширина свободного прохода для людей в выработках с конвейерной доставкой должна быть не менее 0,7 м. Расстояние от возможного навала транспортируемой конвейером горной массы до кровли – не менее 0,3 м. Свободные проходы для рабочих устраиваются с одной и той же стороны. Почва выработок на свободных проходах должна быть ровной или на ней должен быть уложен настил (трап, плиты и др.).

Наклонные горные выработки, предназначенные для передвижения людей, при различных углах наклона оборудуют:

- от 7 до 10° – трапами;
- от 11 до 25° – трапами с перилами;
- от 26 до 30° – сходнями со ступенями и перилами;
- от 31 до 45° – лестницами с горизонтальными ступенями и перилами;
- более 45° – лестничными отделениями.

Лестницы в лестничных отделениях должны быть установлены под углом не более 80°. Ширина лестниц должна быть не менее 0,4 м, а расстояние между ступенями – не более 0,4 м. Расстояние между крепью горной выработки и лестницей у ее основания должно быть не менее 0,6 м [2].

В лестничных отделениях не более чем через 8 м устраивают горизонтальные полки. Лестницы должны выступать не менее чем на 1 м над горизонтальными полками.

В горизонтальных полках для свободного прохода устраивают лазы шириной не менее 0,6 м и высотой не менее 0,7 м [2].

Если выходами из подземных выработок на поверхность служат наклонные горные выработки, то в одной из них должны быть обеспечены механизированная перевозка людей и проход для их свободного передвижения [3].

Следуя всем вышеперечисленным требованиям, горно-рудничное предприятие закупает или заготавливает древесину для изготовления трапов, перил, сходней и т.д.

Предприятия, поставляющие рудничную стойку на горно-рудничные предприятия, также обеспечивают наличие настилов деревянных для людского хода, т.е. трапов.

Под рудничными стойками понимают круглые сортименты, предназначенные для крепления подземных горных выработок [1].

Рудничные стойки классифицируются по назначению на стойки для горно-рудной промышленности и стойки для каменноугольной промышленности. Использование для этих целей древесины обуславливается рядом ее преимуществ относительно других материалов, например, железобетона или железа. Древесина легко обрабатывается при подгонке линейных размеров, необходимой при установке креплений, а также обладает большей эластичностью при небольшой объемной массе. Также древесина на порядок дешевле вышеуказанных материалов. Кроме того, древесина обладает еще одним уникальным свойством – издавать звук при растрескивании, предупреждающий об осадке грунта или предстоящем обвале.

Для изготовления рудничных стоек применяют только хвойные породы: лиственницу, ель, сосну и пихту. Применение пихты для изготовления рудничных стоек имеет ограничения, так как у древесины пихты пониженная стойкость к гниванию.

В России основными лесобразующими породами являются хвойные насаждения (преимущественно лиственница, сосна и ель) – 76%, мягколиственные насаждения (преимущественно береза и осина) занимают 22% площадей, остальная территория приходится на насаждения твердолиственных пород.

Изготовление настилов деревянных для людского хода (трапов) из древесины ценных хвойных пород идет в разрез с принципами рационального использования природных ресурсов.

Рассчитаем примерный расход хвойной древесины для изготовления трапов в среднем в год на одном горно-рудничном предприятии при проходке без учёта ремонтно-восстановительных работ в пройденных выработках. На средней по раз-



меру угольно-добывающей шахте отдел проходки горных выработок может состоять из пяти участков. За каждым участком закреплено четыре бригады проходки горных выработок с помощью комбайна и две бригады, осуществляющие проходку горной выработки путём буровзрывных работ. План на одну бригаду комбайнёров составляет в среднем 500 м в месяц, а на бригаду, ведущую проходку буровзрывным способом, – 124 м в месяц.

Тогда, при размере одного трапа шириной 0,7 м и длиной 4 м и толщиной доски 40 мм, произведем расчёт объёма одного трапа по формуле:

$$V_{mp} = a \cdot l \cdot h, \quad (1)$$

где  $a$  – ширина трапа, м;

$l$  – длина трапа, м;

$h$  – толщина трапа, м.

$$V_{mp} = 0,7 \cdot 4 \cdot 0,04 = 0,112 \text{ м}^3.$$

Таким образом, для одной бригады комбайнёров при длине одного трапа 4 м расход древесины ценных хвойных пород в месяц составляет:

$$V_{к1} = \frac{\Pi_{МК}}{l} \cdot V_{mp}, \quad (2)$$

где  $\Pi_{МК}$  – план проходческих работ на одну бригаду комбайнёров, м.

$$V_{к1} = \frac{500}{4} \cdot 0,112 = 14 \text{ м}^3.$$

Так как бригады комбайнёров четыре, месячный расход древесины составит  $V_{к4} = V_{к1} \cdot 4 = 14 \cdot 4 = 56 \text{ м}^3$ .

Произведём аналогичный расчёт для бригад, ведущих проходку буровзрывным способом:

$$V_{б1} = \frac{\Pi_{Мб}}{l} \cdot V_{mp}, \quad (3)$$

где  $\Pi_{Мб}$  – план проходческих работ на одну бригаду, ведущую проходку буровзрывным способом, м.

$$V_{б1} = \frac{124}{4} \cdot 0,112 = 3,5 \text{ м}^3.$$

Так как бригады, ведущие проходку буровзрывным способом, две, месячный объём составит  $V_{б2} = V_{б1} \cdot 2 = 3,5 \cdot 2 = 7 \text{ м}^3$ .

На одном участке в месяц используется для изготовления трапов следующее количество древесины хвойных пород:

$$\begin{aligned} V_{м1} &= V_{к4} + V_{б2}. \\ V_{м1} &= 56 + 7 = 63 \text{ м}^3. \end{aligned} \quad (4)$$

Участков пять, поэтому месячный расход древесины для всех участков будет равен  $V_{м5} = V_{м1} \cdot 5 = 63 \cdot 5 = 315 \text{ м}^3$ .

Годовой расход древесины хвойных пород для данного случая составит  $V_2 = V_{м5} \cdot 12 = 315 \cdot 12 = 3780 \text{ м}^3$ , что соответствует годовому объёму заготовок небольшого частного предприятия.

В случае подсчёта расхода древесины и для участка ремонтно-восстановительных работ расход возрастёт примерно в 1,5 раза и составит  $V_{общ} = V_2 \cdot 1,5 = 3780 \cdot 1,5 = 5670 \text{ м}^3$ .

В России происходит неблагоприятный для лесной промышленности процесс замещения хвойных пород лиственными, связанный с низкой обеспеченностью рубками ухода, фактическим завершением лесовосстановления переводом лесных участков в лесные насаждения без учета породной структуры. Удельная площадь лесных культур в площади лесовосстановления снижается относительно уровня начала 2000-х гг. Преобладающим способом лесовосстановления является содействие естественному восстановлению, при этом плановая обеспеченность восстанавливаемых лесов рубками ухода в молодняках составляет 43 %, фактическая – 31%. Низкая обеспеченность создаваемых культур уходами приводит к их гибели – в отдельные годы до 60% лесных культур погибали из-за зарастания мягколиственными породами. В связи с истощением запасов ценной деловой древесины стоит вопрос о замене её малоценной.

Только в Республике Коми действует около 6 горно-рудничных предприятий, соответственно предлагаем заменить изготовление настилов деревянных для людского прохода (трапов) в горных выработках из хвойных пород деревьев на мягколиственные, например, осину.

#### Список литературы

1. ГОСТ 616-83. Государственный стандарт Союза ССР. Стойки рудничные деревянные. Технические условия [Текст]. – Введён Постановлением Госстандарта СССР от 18.02.1983 N 850 (ред. от 01.02.1988) из информационного банка "Строительство". – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1992. – 92 с.
2. Приказ Ростехнадзора от 11.12.2013 N 599 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [Текст]. – (Зарегистрировано в Минюсте России 02.07.2014 N 32935). – Москва : «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», N 38, 22.09.2014 (Федеральные нормы и правила не приводятся).
3. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 N 550 (ред. от 08.08.2017) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» [Текст]. – (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 N 30961). – Москва : «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти», N 7, 17.02.2014 (прил. 2 – 12 к правилам не приводятся).

## ХАРАКТЕР ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПОРОКОВ У ЛОШАДЕЙ В ОДНОМ КОННО-СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ

*Мукий Ю.В.*

доцент кафедры ветеринарной генетики и животноводства, канд. биол. наук, доцент,  
Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, Россия, г. Санкт-Петербург

*Гусарова М.В., Дроздова А.В.*

студентки второго курса ФВМ,

Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, Россия, Санкт-Петербург

В статье рассмотрены пороки экстерьера у лошадей различных пород, разводимых в одном комплексе. Установлено 35 случаев из 38 обследованных животных. Большинство пороков – это патологии конечностей и корпуса: слабая, плохо обмускуленная шея в 16,7%; свислый круп в 16,7%; провислая спина и укороченный корпус в 11,1% случаев каждый и слабые бабки в 8,3%. Анализ половой принадлежности показал, что чаще пороки встречаются у кобыл в 75%, а у жеребцов в 25 %. Предполагается, что данные патологии связаны как с неправильным отбором и подбором животных, так и недостатками содержания и кормления.

*Ключевые слова:* лошади, пороки экстерьера конечностей и корпуса.

Одним из важных показателей при оценке животных является оценка конституции и экстерьера. Эти характеристики важны как для племенных, так и для пользовательных лошадей, так как пороки и недостатки снижают работоспособность, племенную ценность, здоровье и общую оценку животного [3]. Для лошадей значимыми являются пороки конечностей, спины, крупа [2]. Главными причинами их появления являются общая слабость костяка, неправильное выращивание молодняка, рахит, а также неправильная постановка конечностей (размет и косолапость), нарушающая нормальную функцию суставов, тяжелая работа, особенно на жестких каменистых дорогах, неправильная расчистка и ковка копыт [1].

В одном конно-спортивном комплексе, который мы изучали, в основном представлены лошади верховых и верхово-упряжных пород: ганноверская, голштинская, буденновская, тракененская и их помеси. Общее количество 38 голов (таблица 1).

Таблица 1

**Распределение лошадей по породам**

Пол\Порода	Буденновская	Тракененская	Голштинская	Ганноверская	Помесные	Всего
Кобылы	3	5	1	2	7	18
Жеребцы	4	2	2	1	1	10
Мерины	2	3	1	2	2	10
Всего	9	10	4	5	10	38

При скрещиваниях использовались лошади орловской и русской рысистой пород, а также перечисленные выше породы. Так, мерин Атрибут был получен в результате скрещивания жеребца Акрополя буденновской породы и кобылы Традиции ганноверской породы, а кобыла Эскада буденновской породы имела в родословной МММ Белоглазку русской рысистой породы и ОММ орловской рысистой породы.

Наиболее распространенными типами конституции у животных являются крепкий и нежный. Основные масти это гнедая и рыжая различных оттенков от светлой до темной.

У лошадей данного конно-спортивного комплекса (КСК) обнаружено много пороков и недостатков экстерьера (таблица 2), а также патологии, полученные в результате травм.

Таблица 2

**Пороки и недостатки экстерьера у лошадей КСК**

Порок /Пол	Кобылы	Жеребцы и мерины	Всего	% от общего числа
1	2	3	4	5
Свислый круп	4	2	6	16,7
Узкая грудь	1	1	2	5,5
Слабая поясница	-	1	1	2,8
Короткая шея, слабо развитые мышцы шеи	5	1	6	16,7

1	2	3	4	5
Отставленные и подставленные конечности	2	1	3	8,3
Слабая, провислая спина	3	1	4	11,1
Укороченный корпус	3	1	4	11,1
Высокий круп	1	-	1	2,8
Размет конечностей	2	-	2	5,5
Торцовое копыто	2	-	2	5,5
Маленькая голова	1	-	1	2,8
Наливы	-	1	1	2,8
Слабые бабки	3	-	3	8,3
Итого:	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

Из таблицы 2 видно, что почти все лошади данного комплекса имеют значительные пороки и недостатки экстерьера, которые выявлены в 36 случаях у 38 животных, причем у многих лошадей имеется по несколько пороков одновременно. У кобыл пороков больше, они отмечены у 27 животных (75%), у жеребцов и мерин у 9 голов (25%). Вероятно, это связано с несбалансированным кормлением во время жеребости, что приводит к ослаблению костного и мышечно-связочного аппарата и может проявиться в провислости спины и поясницы, размете конечностей, слабости суставов и мускулатуры. Чаще всего встречались: свислый круп в 16,7% (рис. 2), короткая шея, часто слабоомускуленная в 16,7% (рис. 1, 2), укороченный корпус в 11,1%, провислая спина в 11,1% (рис. 1,2), подставленные и отставленные конечности в 8,3% (рис. 3), слабые бабки в 8,3%, размет конечностей в 5,5% (рис. 4), наливы (рис. 5) в 2,8% случаев. Кроме того у лошадей имеются травмы конечностей, разрывы связок и мышц (брокдаун) и остеопороз, что связано с неправильным содержанием, кормлением и эксплуатацией животных.



Рис. 1. Короткая, провислая спина, неглубокая грудь, слабо развиты мышцы шеи



Рис. 2. Провислая спина, свислый высокий круп, слабо развиты мышцы шеи, мелкая сухая голова



Рис. 3. Подставленные передние конечности и отставленные задние, укороченный корпус, склонность к наливам



Рис. 4. Размет передних и задних конечностей

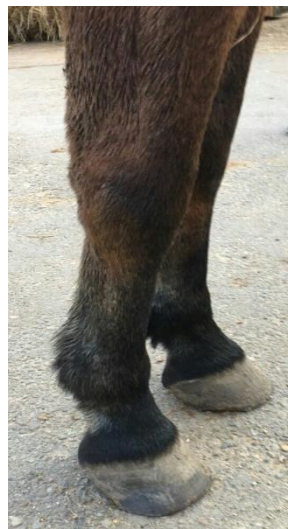


Рис. 5. Наливы

Таким образом, проведен анализ поголовья лошадей КСК, у которых установлены типы конституции, а также выявлены пороки и недостатки экстерьера. Наиболее распространенные пороки – это короткая шея со слаборазвитыми мышцами, слабые бабки, провислая спина и укороченный корпус. Наличие большого количества пороков свидетельствует о неправильном подборе и невозможности отбора животных в связи с малым поголовьем, что способствовало накоплению нежелательных генов. Несбалансированное кормление и неправильное содержание животных в периоды эмбрионального и постэмбрионального развития могло способствовать недоразвитию костного, связочно-суставного аппарата, мышечной ткани, что и привело к проявлению данных патологий.

#### Список литературы

1. Высоцкий А.Э., Безрученко Н.Н. // Основы сельского хозяйства: Животноводство, экстерьер сельскохозяйственных животных. Лабораторный практикум. Минск, 2007.
2. Дорош М.В. Болезни лошадей. Изд. Вече, 2007. 176 с.
3. Шакалов К. И.// Болезни конечностей лошадей. 2-е издание. Москва; Ленинград. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1952. 450 с.

## АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

*Ушакова Е.В.*

доцент кафедры «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов», канд. с.-х. наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, Россия, г. Волгоград

*Кирносков Р.С.*

доцент кафедры «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов», канд. с.-х. наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, Россия, г. Волгоград

*Еронова Е.Н.*

доцент кафедры «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов», канд. с.-х. наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет, Россия, г. Волгоград

Особое внимания заслуживает создание технологии возделывания разнообразных сортов сои на семена при капельном орошении с учетом климатических условий, сложившихся в Нижнем Поволжье, для получения стабильных урожаев при наименьших затратах труда и материальных ресурсов. Необходимость научного обоснования наиболее ресурсоемких элементов технологии возделывания сои на семена при капельном орошении определяет актуальность проводимых исследований.

*Ключевые слова:* соя, пищевой белок, обработка почв, предполивная влажность, внесение удобрений, агротехнические мероприятия.

В настоящее время в рационе питания современного человека наблюдается дефицит пищевого белка и подобная тенденция, по всей вероятности, будет сохраняться. По данным Института питания РАМН, начиная с 1990-х в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35% и, соответственно, увеличилось потребление углеводсодержащей пищи (картофеля, хлебопродуктов, макаронных изделий). Среднедушевое потребление белка уменьшилось на 17-22%: с 47,5 до 38,8 г/сут белка животного происхождения (49% против 55% рекомендуемых); в семьях с низким доходом потребление общего белка в сутки не превышает 29-40 г.

Недостаток пищевого белка – проблема не только экономическая, но и социальная, поскольку не во всех регионах мира продукты питания из животного сырья доступны [2].

Увеличение производства пищевого белка традиционно достигается повышением производительности растениеводства и животноводства. Наибольшее содержание белка в конечном продукте в растениеводстве достигается в посевах зернобобовых культур, в частности, сои.

Несмотря на ценность данной культуры, средняя урожайность зерна сои остается невысокой. В тоже время, почвенно-климатические условия Волгоградской области и обеспеченность оросительной водой позволяют получить свыше 4т/га семян сои и сделать Нижний Поволжский регион более привлекательным для производства данной культуры.

Поэтому особого внимания заслуживает создание технологии возделывания разнообразных сортов сои на семена при капельном орошении с учетом климатических условий, сложившихся в Нижнем Поволжье, для получения стабильных урожаев при наименьших затратах труда и материальных ресурсов. Необходимость научного обоснования наиболее ресурсоемких элементов технологии возделывания сои на семена при капельном орошении определяет актуальность проводимых исследований.

Обработка и культивация сои при капельном орошении состоит в адаптации способов орошения к погодным условиям и биологическим характеристикам культуры [1].

Предпочтительными для возделывания сои являются участки с разровненным рельефом. Перед посевом сои необходима обязательная обработка почвы, которая включает в себя уничтожение сорняков, равномерное внесение удобрений и выравнивание поверхности.

Исследования включали экспериментальную часть, которая предусматривала проведение по следующей схеме полевых опытов:

Фактор А – 2 варианта по применяемым сортам (А1 ВНИИОЗ – 31 и А2 ВНИИОЗ – 86).

Фактор В – 2 варианта по способу посева (В1 посев ленточным способом при высевах в три строки на одну капельную линию и расстоянием между рядками в ленте 0,2 м, между капельными линиями – 1,4 м; В2 посев ленточным способом, с раскладкой спаренных капельных трубопроводов и посевах по 4 рядка на каждой капельной линии).

Фактор С (водный режим почвы) предусматривает 3 варианта:

Вариант С1 – поддержание дифференциального порога предполивной влажности 0,5 – метрового слоя почвы по схеме 70-80-70 % НВ: 80 % НВ в период фазы ветвления до налива зерна, 70% НВ – в остальные периоды роста и развития;

Вариант С2 – поддержание дифференциального порога предполивной влажности 0,5 – метрового слоя почвы по схеме 70-80-80 % НВ: до фазы ветвления – 70 % НВ и 80% НВ в остальные периоды роста и развития;

Вариант С3 – поддержание порога предполивной влажности 0,5 – метрового слоя почвы в течение вегетационного периода сои не ниже 80 % НВ [5].

В период летне-осенней обработки почв перед посевом культур весной последующего года проводилось дисковое лущение участка сразу после уборки предшественника перед предстоящей зяблевой вспашкой на глубине пахотного горизонта 0,3 м. В осенний период против многолетних корнеотпрысковых сорняков применялся гербицид сплошного действия Раундап.

Основной задачей предпосевной подготовки почвы весной является формирование выровненной, мелкокомковатой и рыхлой поверхности. В условиях капельного орошения предпосевная обработка включала боронование и однократное фрезерование почвы перед посевом. Фрезерование почвы позволило получить ценную мелкокомковатую структуру почвы, которая обеспечила посев семян на глубину 3-4 см. Проведение посева на такую глубину и проведение капельных поливов позволяло получать быстрые дружные всходы.

Одна из важнейших технологий увеличения показателей продуктивности сои – это предпосевная обработка. В связи с этим в день посева необходимо обрабатывать семена нитрогином – 200 г/га (1 л. воды на 1ц. семян). Также нами применялся



фундозол (1,5 кг/т), с помощью которого удалось защитить семена от таких болезней, как фузариоз, аскохитоз, плесневение и серая гниль.

Весной нами был внесен Пивот (1 кг/га) под предпосевную культивацию. Для сохранения чистоты посевов проводились 1-2 междурядных обработки.

Доза внесенных удобрений составила  $N_{115}P_{80}K_{100}$ , за вегетационный период сои необходимо провести 2-3 подкормки, в определенные фазы роста и развития сои; под вспашку ( $P_2O_5$  – 80 кг), с посевом ( $NO_3$  – 20 кг), бутонизацией ( $K_2O$  – 30 кг), цветением ( $K_2O$  – 30 кг), формированием бобов ( $K_2O$  – 20 кг,  $NO_3$  – 60 кг), наливом бобов ( $NO_3$  – 35 кг) (таблица). Именно такая технология внесения минерального азота полностью исключает его неблагоприятное воздействие на развитие и функционирование симбиотического аппарата сои.

Таблица

**Система внесения удобрения подкормки при капельном орошении, кг.д.в./га**

Период внесения	$NO_3$	$P_2O_5$	$K_2O$
под вспашку	-	80	-
с посевом	20 с сеялкой	-	20 с сеялкой
Бутонизации	-	-	30 с поливной водой
Цветении	-	-	30
формировании бобов	60 с поливной водой	-	20
наливом бобов	35 с поливной водой	-	-

Такой режим внесения удобрений позволяет исключить его негативное влияние на развитие и функционирование симбиотического аппарата сои.

Наиболее приемлемый срок посева сои наступает, в период прогревания почвы до  $+12...+14^{\circ}C$ . Соя высевалась в третьей декаде мая при стабильной температуре почвы на глубине заделки семян, что позволило избежать существенных суточных колебаний на глубине почвы 3-4 см.

В период вегетации главной целью ухода за посевами явилось избавление почвы от сорняков и ее последующее рыхление. Нами были проведены две междурядных культивации, что стало достаточным в условиях капельного орошения.

При выполнении работ применялся комплект оборудования системы капельного орошения ОАО «Ортех», в качестве оросительных трубопроводов использовались капельные линии израильской фирмы «Метцерплас» обеспечивающие расход воды каждой капельницей 2 л/ч. Расстояние между капельницами – 0,5 м позволило обеспечить в почвенном профиле смыкание контуров увлажнения от смежных капельниц. Специфика этих линий (71 линия при варианте В1, 96 – при В2) обуславливается тем, что давление восполняется за счет усложнения и увеличения длины лабиринта (длина линий составила 7100 м/га при варианте В1, 9600 м/га – при варианте В2), а не за счет диаметра отверстий. Устойчивость к заливанию капельниц (на одной линии число капельниц достигает 14200 при варианте В1, 19200 – при варианте В2) объясняется величиной диаметра входящих и выходящих отверстий, которая составляет 1мм., что превышает обычные размеры отверстий в 5 раз [3].

Развитие и комплектование высокопродуктивных агрофитоценозов сои обуславливается мотивированным выполнением агротехнических мероприятий.



Биологические особенности сои при возделывании с применением капельного орошения в первую очередь зависят от выровненного микрорельефа. При этом использование засоленных земель полностью исключено, то есть РН должна быть нейтральная или слабокислая.

Предшественником сои на опытном участке являлся картофель [5].

Норма посева семян напрямую зависела от густоты стояния растений к уборке 600 тыс. шт/га, а также полевой всхожести при капельном орошении 98 %, при наличии технологического прохода во время проведения прополок. Гектарная норма посева сои в условиях капельного орошения составляет от 30-40 кг/га до 60-70 кг/га.

Таким образом, можно отметить, что своевременное обоснованное выполнение агротехнических мероприятий обуславливает формирование высокопродуктивных агрофитоценозов сои на семена в условиях капельного орошения.

#### Список литературы

1. Балакай, Г.Т. Соя на орошаемых землях. / Г.Т. Балакай. – М., 1999 – 138 с.
2. Бородычев, В.В. Возделывание сои в условиях орошения – проблемы и пути повышения эффективности производства / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Международная научная конференция. Костяковские чтения «Наукоемкие технологии в мелиорации»: материалами Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации 2005 г. – М., 2005. – С. 69-75.
3. Бородычев, В.В. Капельное орошение сои / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.А. Диденко. – Волгоград: Панорама, 2006. – 168 с.
4. Дубенок, Н.Н. Особенности орошения почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А.Белик // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 22-25.
5. Ушакова Е.В. Технологические приемы возделывания различных сортов сои при капельном орошении в засушливых условиях Нижнего Поволжья : автореферат кандидатской диссертации. – Саратов. – 2015. – 23 с.

## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО УРОВНЯ

*Фролов В.П., Барвенков Н.В., Бочаев С.М.*

студенты четвертого курса энергетического факультета,  
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,  
Россия, г. Москва

*Имамзаде А.И.*

ассистент кафедры охраны труда,  
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,  
Россия, г. Москва

Статья посвящена анализу электротравматизма в РАО «ЕЭС России» и в агропромышленном комплексе России и разработке мероприятий по снижению его уровня, обеспечению безопасности работников в агропромышленном комплексе России.

*Ключевые слова:* агропромышленный комплекс (АПК), электрический ток, электробезопасность, несчастный случай, травматизм, профессиональная подготовка.

Со дня образования в 1992 году РАО «ЕЭС России» совместными усилиями энергетиков проводилась работа по снижению травматизма. В период до 2008 года

был выпущен ряд основополагающих приказов, определивших стратегию и тактику работы по охране труда на энергетических предприятиях. Был проведен ряд общекорпоративных акций по охране труда – по предотвращению электротравматизма, по обеспечению средствами индивидуальной защиты и т.п. Тем не менее, электротравматизм в отрасли остается на высоком уровне.

В энергоустановках РФ в среднем ежегодно происходит 650 тяжелых, групповых и смертельных несчастных случаев, в которых страдает более 700 человек. Из них около 68% гибнет от воздействия электрического тока; около 25% получают термические ожоги от электрической дуги, открытого огня, пара или горячей воды; около 5% тяжело травмируются при падении с опор линий электропередачи.

Основными видами происшествий, приведших к гибели людей в 2016 году, явились:

- поражение электрическим током и электрической дугой – 48%;
- дорожно-транспортные происшествия – 29%;
- падения людей с высоты и предметов на людей – 16%;
- термоожоги – 7%.

Наибольшее количество травм происходит на воздушных линиях (ВЛ), а также при работах в ячейках распределительных устройств выше 1000В, силовых щитах, шкафах, сборках, распределительных устройствах до 1000В.

Чаще всего пострадавшими являются электромонтеры (41%), т.е. персонал, непосредственно обслуживающий электроустановки. Проведенная классификация пострадавших в электроэнергетике по возрасту, стажу работы, разрядам и квалификационным группам по электробезопасности позволила определить наиболее распространенный тип пострадавшего. Это мужчины старше 30 лет, со стажем работы в энергетике более пяти лет, имеющие высокую квалификацию (IV, V разряды), IV группу по электробезопасности, т.е. люди с высокой квалификацией и опытом работы. Объясняется данный факт переоценкой своих возможностей и несоблюдением элементарных требований безопасности.

Почти третья часть всех расследованных несчастных случаев происходит с посторонними лицами и большинство пострадавших из них не представляют опасности поражения электрическим током.

В агропромышленном комплексе (АПК) Российской Федерации ежегодно происходит около 200 электротравм с летальным исходом, из погибших 70% – механизаторы и 30% – работники электротехнических специальностей [1].

Более 60% случаев связано с непосредственным прикосновением к токоведущим частям, 35% случаев обусловлены касанием к токопроводящим корпусам электрических машин и аппаратов с нарушенной изоляцией. По уровню напряжения электроустановок количество электротравм, полученных в установках до 1000В, составляет 56%, а выше 1000В – 44%, что указывает на необходимость повышенных требований к ответственным за электрохозяйство в организациях и на предприятиях АПК, имеющих в основном электроустановки до 1000В.

Наименьшее количество электротравм имеет хорошо подготовленный персонал с опытом работы в электроустановках около 20 лет (5%), а наибольшее количество электротравм приходится на слабо подготовленных работников со стажем работы до 1 года (29%).

Значительная часть электротравм в АПК происходит при работе в электроустановках и, прежде всего, на подстанциях, линиях электропередачи, в распределительных шкафах и электропроводках.

Анализ электротравматизма в АПК показал, что доля электротравм с летальным исходом в сельском хозяйстве из-за неудовлетворительной организации работ по обслуживанию электроустановок из года в год не уменьшается [1].

Основными причинами электротравматизма в АПК являются недостаточная техническая грамотность персонала [1, 2], нарушение действующих правил и инструкций, слабое представление о механизме физиологического воздействия электрического тока на организм человека.

Снижению электротравматизма способствует обучение специалистов, руководителей предприятий и работников охраны труда, контролирующих состояние электроустановок. Согласно действующим Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок до 1000В специалисты служб, контролирующих электроустановки, должны иметь группу IV по электробезопасности.

В электроустановках низкого напряжения должны работать специалисты с группой по электробезопасности не менее III, а в установках высокого напряжения (выше 1000В) – не менее IV группы. Ежегодно они должны проходить подготовку и проверку знаний требований электробезопасности. Для специалистов всех групп по электробезопасности обязательно знание правил оказания первой доврачебной помощи пострадавшим от действия электрического тока.

#### **Выводы**

1. В энергоустановках РФ наблюдается рост числа несчастных случаев (коэффициент частоты травматизма вырос с 0,68 в 2014 году до 0,77 в 2016 году).

2. Решающим фактором, приводящим во многих случаях к электропоражениям и производственному травматизму в энергетике и на сельскохозяйственных предприятиях, оказывается низкий уровень квалификации и подготовки персонала, неудовлетворительная организация эксплуатации электроустановок, слабая производственная дисциплина персонала.

3. Уровень профессиональной подготовки и дисциплины персонала также определяет качество выполняемых работ, от которых напрямую зависит уровень надежности электроснабжения потребителей [2, 3].

4. Высокий уровень травматизма на ВЛ объясняется большим количеством аварийно-восстановительных работ на линиях большой протяженности, выполненных неизолированным проводом. Кроме того, в настоящее время отмечается высокий физический износ оборудования распределительных сетей [3].

5. Анализ причин травматизма установил взаимосвязь электробезопасности и надежности электроснабжения потребителей, т.е. если повысить технический уровень электрических сетей, то одновременно повысится уровень надежности электроснабжения потребителей и снизится электротравматизм персонала; если к тому же повысить уровень профессиональной подготовки и производственной дисциплины персонала, то снизится электротравматизм, повысится качество всех работ и надежность электроснабжения потребителей улучшится. Следовательно, с повышением электробезопасности сетей повышается надежность электроснабжения потребителей, и наоборот.

Для работы в электроустановках необходимо принимать лиц в возрасте не моложе 18 лет с профессиональной подготовкой, соответствующей характеру работы. Подготовка может проводиться квалифицированным инженерно-техническим персоналом, как на самом предприятии, так и на специализированных курсах. Срок обучения зависит от сложности профессии [4].

Проверку знаний и инструктажи следует проводить в соответствии с требованиями государственных нормативных документов.

Организацию и руководство работой по обучению и повышению квалификации электротехнического персонала должен осуществлять главный энергетик или ответственный за электрохозяйство.

Выполнение комплекса мероприятий по обеспечению электробезопасности будет способствовать снижению уровня травматизма.

#### **Список литературы**

1. Ивакина Е.Г., Тихненко В.Г. Травматизм в сельском хозяйстве: Учебное пособие. – М.: ООО «Мегаполис», 2017. 100 с.
2. Тихненко В.Г., Ивакина Е.Г. Состояние условий труда работников агропромышленного комплекса РФ // Современные тенденции развития науки и технологий: Сборник научных трудов в пяти частях. Часть 1. Агентство перспективных научных исследований (АПНИ). – Белгород, 2017. С. 103.
3. Белов С.И. Многокритериальная оценка стратегий повышения средств электробезопасности сельских электрических сетей 0,38–10 кВ / С.И. Белов, Н.Р. Горбунова, Т.Б. Лещинская // Вестник ФГБОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 1. – С. 12–15.
4. Дацков И.И. Электробезопасность в АПК: Учебное пособие / И.И. Дацков. – М.: ФГБОУ «РИАМА»; Издательство РГАУ-МСХА, 2016. 138 с.

## СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ»

### УСЛОВИЯ ЗАРАЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ С ПОЧЕЧНЫМ СИНДРОМОМ В ЭНДЕМИЧНОМ РЕГИОНЕ

**Ахмерова С.Г.**

профессор кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения ИДПО,  
д-р мед. наук, профессор, Башкирский государственный медицинский университет,  
Россия, г. Уфа

**Галимов Р.Р.**

главный врач, ГБУЗ Инфекционная клиническая больница № 4 г. Уфы,  
Россия, г. Уфа

**Нагаев Р.Я.**

заведующий кафедрой общественного здоровья и организации здравоохранения ИДПО,  
д-р мед. наук, доцент, Башкирский государственный медицинский университет,  
Россия, г. Уфа

В статье представлены результаты анализа условий заражения геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС) в республике Башкортостан за 2012-2016 гг. Среди заболевших преобладают мужчины трудоспособного возраста (75,2%), рабочие и служащие (49,4%). Более четверти заболевших составляют лица, выполняющие сезонную работу без оформления трудовых отношений с работодателем. У 38,6% пациентов инфицирование произошло при строительстве или переезде в загородные дома/коттеджи.

*Ключевые слова:* геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС), эндемичный регион, заболеваемость, условия заражения.

В Российской Федерации среди природно-очаговых инфекционных болезней одно из первых мест по заболеваемости людей занимает геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (далее – ГЛПС).

Высокая медико-социальная значимость ГЛПС определяется высокими показателями заболеваемости среди лиц молодого и среднего возраста, длительным периодом снижения трудоспособности, непредсказуемостью вспышечной заболеваемости, отсутствием специфических средств лечения и профилактики [5, с. 149]. В последние десятилетия проблема усугубляется расширением очагов заражения, ростом тяжелых форм течения болезни, а также гипотетической возможностью использования возбудителей ГЛПС – хантавирусов – в качестве биологического оружия [1, с. 22-24; 4, с. 52-54].

На территории республики Башкортостан не только расположены наиболее активные и крупные в Российской Федерации природные очаги ГЛПС, но и определена наиболее высокая частота регистрации тяжелых форм заболевания и осложнений ГЛПС [2, с. 50-53; 3, с. 12-14; 6, с. 300].

Цель исследования заключается в изучении особенностей условий заражения ГЛПС среди населения эндемичного региона.

Анализ заболеваемости ГЛПС в республике Башкортостан за 2012-2016 гг. проведен по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в республике Башкортостан» (форма федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об

инфекционных и паразитарных заболеваниях») и данным ГБУЗ Инфекционная клиническая больница № 4 г.Уфы (форма федерального статистического наблюдения № 14 «Сведения о деятельности стационара», форма №003/у-80 Медицинская карта стационарного пациента (история болезни).

Для уточнения условий и характера заражения среди пациентов ГБУЗ Инфекционная клиническая больница № 4 г.Уфы проведено социологическое исследование. Опрос пациентов проводился по специально разработанной анкете, позволяющей конкретизировать период заражения, место жительства пациента, особенности трудовой занятости, характер выполняемой работы, особенности досуга, возможные условия инфицирования и пр. В период 2012-2016 гг. в анкетировании приняло участие 1740 респондентов.

Статистическая достоверность различия количественных показателей проводилась по критерию Стьюдента, различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

Большинство пациентов составляют лица трудоспособного возраста: 82,6% пациентов находятся в возрасте от 20 до 50 лет.

Среди заболевших преобладают мужчины. На их долю приходится 74,2% случаев заболеваний. Средний возраст заболевших мужчин составил  $32,6 \pm 1,2$  года. В основном это лица рабочих специальностей (45,2%), и официально не работающие лица (25,8%). Значительно меньшую часть составляют служащие (12,9%), частные предприниматели (9,6%) и военнослужащие (6,5%). У 64,5% заболевших мужчин образование среднее или среднее специальное.

Средний возраст заболевших женщин составил  $38,4 \pm 1,4$  года. Почти в половине случаев – это служащие (45,5%), доля не работающих домохозяек составила 27,3%, рабочих – 18,2%, безработных – 9,1%. У 80% женщин образование высшее или среднее специальное.

По официальным данным среди заболевших в республике (как мужчин, так и женщин) рабочие составляют 35,0%, служащие – 14,4%, учащиеся – 7,2%, сельскохозяйственные рабочие – 4,1%. На долю прочих (в том числе пенсионеров, военнослужащих, частных предпринимателей, лиц с неустановленным социальным статусом) приходится более трети заболевших (39,4%).

При анализе социального статуса лиц, попадающих в графу статистической отчетности «прочие», выяснено, что 12,4% являются пенсионерами, 16,5% – не занятые на производстве лица трудоспособного возраста (в том числе индивидуальные предприниматели, домохозяйки, находящиеся по уходу за детьми), остальные (71,1%) – это лица трудоспособного возраста, которые официально не имеют работы (28,6% от общего числа зараженных).

Однако лица, официально не имеющие работы, все же указывают на временную трудовую занятость. Как правило, это сезонная работа, связанная со строительством домов и коттеджей, прокладкой дорог, благоустройством придомовой территории, работой на садово-огородных участках и пасеках, уходом за животными, работой на заготовке сена, а также охраной различных территорий, находящихся вблизи леса.

По данным официальных отчетов в республике преобладает лесной тип заражения (на его долю приходится 68% случаев), на втором месте находится бытовой тип (29,2%), производственный и сельскохозяйственный типы заражения составляют менее одного процента в структуре условий заражения ГЛПС.

По данным проведенного нами анкетирования выявлено, что 37,6% пациентов связывали возможность инфицирования с кратковременными и длительными

посещениями леса и парков (отдых, охота, рыбалка, пребывание в загородных оздоровительных лагерях, турпоходах), 28,6% – с бытовыми работами (уборка жилых и подсобных помещений, работа в подвальных помещениях, сараях), 17,2% – с работой в садах, огородных участках, пасаках.

16,4% пациентов заражение связали с несоблюдением техники безопасности на рабочем месте. Пациенты указывали на строительные, заготовительные, сельскохозяйственные работы, уход за животными, работу на частных фермах, железной дороге, нефте/газопромыслах, заготовку леса (рисунок).

Большинство пациентов из последней группы либо указали на временную работу без оформления трудовых отношений с работодателем, либо, представив описание своей деятельности, не захотели указать конкретные сведения о временном месте работы и работодателе.

Соответственно, производственный и сельскохозяйственный тип заражения в большинстве случаев регистрируют под маркой бытового или лесного типов заражения.



Рис. Структура условий заражения ГЛПС в республике Башкортостан в период 2012-2016 гг. (в %)

По нашим данным, 62,7% опрошенных видели грызунов или их экскременты (предположительно) вблизи места работы или отдыха, 74,2% отметили отсутствие элементарных защитных приспособлений во время работы (респираторы, марлевые повязки, перчатки), 36,5% указали на недостаток воды для обработки рук во время работы и во время приема пищи. Возможную обработку территории средствами дератизации подтвердили 18,6% опрошенных.

Таким образом, не официальная трудовая занятость лиц трудоспособного возраста, несоблюдение работодателями техники безопасности на рабочем месте, искажение поступающей в надзорные органы информации об условиях инфицирования, не только повышает риск заражения ГЛПС, но и приводит к тому, что в конкретном очаге заражения необходимые противоэпидемические мероприятия не проводятся или проводятся не в полном объеме.

Определенным риском в плане заражения ГЛПС становится переселение городских жителей в пригородные коттеджные поселки. 38,6% пациентов связали инфицирование ГЛПС со строительством дома/коттеджа, его обустройством, работой в подсобных помещениях и на придомовой территории. В данную группу вошли не только собственники домохозяйств и члены их семей, но и лица, работаю-

щие на строительстве жилых объектов и участвующие в обустройстве и охране домохозяйств.

Только 14,2% респондентов указали, что при строительстве или переселении в новый дом самостоятельно занимались обработкой территории от грызунов. Большинство респондентов (56,8%) считали, что в поселке обработка проводится организованно для всех домохозяйств, но не могли указать сроки дератизации и ее периодичность.

Около четверти пациентов, принявших участие в опросе, либо даже не знали о необходимости дератизации, либо не придавали этому особого значения.

Данный факт можно считать причиной того, что при переселении в новый дом/коттедж отмечаются случаи групповых заболеваний среди лиц, проживающих или работающих на территории одного домохозяйства.

Характерной особенностью заражения ГЛПС лиц, недавно переехавших в коттеджные поселки, является осенне-зимний тип инфицирования. Так, среди лиц, переселившихся в течение последних трех лет в пригородные населенные пункты, в осенне-зимний период зарегистрировано 63,3 случая инфицирования на 100 наблюдений, а среди лиц, проживающих в пригородных населенных пунктах дольше трех лет, данный показатель составил 42,4 случая на 100 наблюдений.

Таким образом, лица трудоспособного возраста, выполняющие различные работы в загородных условиях, в том числе без официального оформления трудовых отношений, подвержены высокому риску инфицирования ГЛПС. Условия их заражения приближены к заражению при нарушениях техники безопасности на рабочем месте.

Заселение земельных участков вокруг городов, пренебрежение со стороны новоселов общесанитарными мерами личной профилактики и дератизационными мероприятиями на личных подворьях, обуславливают повышение риска заболеваемости ГЛПС в период строительства и обустройства дома/коттеджа.

#### Список литературы

1. Иванис, В.А. Геморрагическая лихорадка с почечным синдромом – проблема здравоохранения настоящего времени / В.А. Иванис, А.Ф. Попов, Г.С. Томилка, В.А. Фигурнов // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – №1. – С. 21-25.
2. Минин, Коробов Л.И., Валеев В.Т., Рожкова Е.В. Организация неспецифической профилактики геморрагической лихорадки с почечным синдромом на эндемичной территории Республики Башкортостан / Г.Д. Минин, Л.И. Коробов, В.Т. Валеев, Е.В. Рожкова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2013. – № 2. – С. 50-53.
3. Мочалкин, П.А. Оценка потенциальной эпидемической опасности сопряженных очагов ГЛПС в г.Уфе / Мочалкин П.А., Мочалкин А.П., Степанов Е.Г. // Pest management. – М., 2014. – №1 (89). – С. 11-15.
4. Ткаченко, Е.А. Актуальные проблемы геморрагической лихорадки с почечным синдромом / Ткаченко Е.А., Бернштейн А.Д., Дзагурова Т.К. [и др.] // Журнал микробиологии. – 2013. – № 1. – С. 51-58.
5. Хасанова Г.М., Валишин Д.А., Хасанова А.Н. Клинико-эпидемиологические проявления геморрагической лихорадки с почечным синдромом в период подъема заболеваемости в Республике Башкортостан // Международный академический вестник. – 2015. – № 1 (7). – С. 148-150.
6. Хунафина, Д.Х. Состояние проблемы геморрагической лихорадки с почечным синдромом в Республике Башкортостан / Д.Х. Хунафина, Д.А. Валишин, Л.Р. Шайхуллина, А.Н. Бурганова, А.Т. Галиева // Инфекционные болезни. – 2016. – № 51, т. 14. – С. 300-301.



## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ С ЯБЖ И ДВЕНАДАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ В СТАДИИ РЕМИССИИ И ОБОСТРЕНИЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПРОСНИКОВ SF-36 И GSRS

*Банникова Н.И., Лебедик И.А.*

студентки, Курский государственный медицинский университет, Россия, г. Курск

*Научный руководитель – к.м.н., доцент Медведев Н.В.*

В статье оценивается качество жизни больных с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в разные периоды заболевания. Данное заболевание оказывает влияние на все сферы жизни больного – физическое, психологическое и социальное функционирование. Метод оценки качества жизни открывает путь к интегральной оценке влияния болезни на физическое, психологическое и социальное функционирование больных различными желудочно-кишечными заболеваниями, а также позволяет осуществить мониторинг этих составляющих в процессе лечения. Для оценки использовались неспецифический SF-36 и специфический GSRS опросники.

*Ключевые слова:* язвенная болезнь желудка, качество жизни, анализ, SF-36, GSRS, гастроэнтерология.

Язвенная болезнь – хроническое рецидивирующее заболевание с полициклическим течением, склонное к прогрессированию и развитию осложнений, характеризуется развитием язвенного дефекта в слизистой оболочке желудка и двенадцатиперстной кишки и распространением процесса на другие органы системы пищеварения. Ежегодно в нашей стране под диспансерным наблюдением состоит около 1 млн. человек с данным заболеванием, частота ежегодных рецидивов составляет 30-82%, а число осложнений колеблется от 26 до 42%. В связи с этим язвенную болезнь относят к важным медико-социальным проблемам внутренней медицины.

Данное заболевание оказывает влияние на все сферы жизни больного – физическое, психологическое и социальное функционирование. Основной задачей лечения язвенной болезни двенадцатиперстной кишки в настоящее время является не коррекция какого-то одного симптома или синдрома, а восстановление физического, психологического и социального функционирования, приводящее к трудовой и социальной адаптации и реабилитации больного. Современная парадигма терапии и паллиативной помощи в клинической медицине предполагает оценку влияния болезни и лечения на различные аспекты жизнедеятельности самим больным, что позволяет врачу получить исключительно важную информацию. Проведение подобной оценки возможно при использовании методологии исследования качества жизни.

Наиболее распространенным общим опросником для оценки качества жизни больных при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки является опросник SF-36. Применение этого опросника позволяет получить информацию об общих показателях качества жизни больных и сравнить параметры физического, психологического и социального функционирования больного с популяционными нормами.

Оценка выраженности специфической симптоматики язвенной болезни невозможна ни с помощью традиционных врачебных методов, ни с помощью общих опросников качества жизни. В общих опросниках не учитывается специфика конкретного заболевания. Более полную информацию о качестве жизни больных позволяют получить специальные опросники. В мировой гастроэнтерологической

практике в качестве стандарта оценки качества жизни при функциональных заболеваниях желудочно-кишечного тракта и язвенной болезни рекомендуется использовать специальный опросник оценки – Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRS) – «Шкала оценки гастроэнтерологических симптомов».

**Цель исследования:** целью исследования явилось изучение качества жизни у больных язвенной болезнью желудка в разные периоды заболевания.

**Задачи исследования:** 1. Изучить и сравнить качество жизни больных в период обострения заболевания и в период ремиссии заболевания с помощью опросника SF-36. 2. Изучить параметры выраженности симптомов у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в различные фазы заболевания с использованием специального опросника. 3. Сравнить неспецифический опросник SF-36 и специфический GSRS.

**Материалы и методы:** проведен анализ результатов обследования 60 больных с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в период ремиссии и обострения заболевания, отделения гастроэнтерологии КОКБ г. Курска за 2016 – 2017 гг. в возрасте от 35 до 60 лет (средний возраст  $47.05 \pm 1.85$ ). Все пациенты были разделены на 2 группы: 1-я – 30 человек с ЯБЖ и двенадцатиперстной кишки в стадии обострения, 2-я – 30 человек в стадии ремиссии. Изучение качества жизни осуществлялось по опроснику «SF-36» и GSRS. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с определением средних величин (M), ошибки репрезентативности ( $\pm m$ ) и коэффициента Стьюдента (t).

**Результаты исследования:**

1. Показатели качества жизни с использованием SF-36 пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Сравнение показателей качества жизни пациентов с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в различные периоды заболевания**

Показатели	Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=30)	p*
Физическое функционирование	62,60±0,70	91,83±1,13	<0,05
Рольное функционирование	31,87±1,15	56,10±1,08	<0,05
Интенсивность боли	48,13±1,09	64,80±1,92	<0,05
Общее здоровье	39,43±0,78	54,50±1,02	<0,05
Жизнеспособность	53,80±0,65	73,57±1,15	<0,05
Социальное функционирование	75,73±0,89	94,37±1,05	<0,05
Эмоциональное функционирование	37,27±0,84	41,27±1,33	<0,05
Психологическое здоровье	66,50±1,20	91,00±1,22	<0,05
Физический компонент здоровья	45,51±7,62	66,81±9,98	<0,05
Психический компонент здоровья	58,08±9,34	75,05±8,12	<0,05

\* – данные результаты статистически достоверны.

В процессе лечения у всех обследованных больных наблюдалась положительная динамика клинической картины по данным анамнеза и объективного исследования.

2. Анализ специфических результатов лечения проводился по синдромам, выделенным в опроснике GSRS (табл. 2).

Таблица 2

Синдромы	Периоды обследования	
	Обострение	Ремиссия
Абдоминальная боль	4,67±0,24	2,00±0,13
Рефлюкс-синдром	4,95±0,22	1,64±0,09
Диарейный синдром	2,31±0,27	1,35±0,13
Диспепсический с-м	2,25±0,15	1,14±0,10
Синдром запоров	1,35±0,13	0,67±0,08
Общий балл	15,53±0,20	6,8±0,10

**Выводы.** 1. Оценка качества жизни по опроснику SF-36 проводилась дважды: в период обострения заболевания и в период ремиссии. Анализ полученных результатов демонстрирует достоверную положительную динамику по двум шкалам (социальное функционирование и эмоциональное функционирование), а также по физическому и психологическому компонентам здоровья. Увеличение показателя эмоционального функционирования отражает уменьшение негативного влияния эмоционального состояния пациентов с язвенной болезнью на их повседневную деятельность, что ведет к улучшению взаимоотношений с друзьями, родственниками, коллегами по работе и с другими коллективами (увеличение показателя социального функционирования). По остальным шкалам опросника SF-36 (физическое функционирование, ролевое функционирование, интенсивность боли, общее состояние здоровья, жизненная активность, психологическое здоровье) и физическому компоненту здоровья также отмечена тенденция к улучшению показателей, что говорит не только об улучшении физического, но и морального самочувствия пациентов после лечения.

2. Абдоминальный болевой синдром является ведущим в клинике большинства заболеваний желудочно-кишечного тракта. Исходно он имелся у всех обследованных пациентов с ЯБЖ и ДПК. В процессе лечения отмечено уменьшение интенсивности боли, причем через 3-4 дня от начала лечения положительная динамика болевого синдрома приобретала статистически достоверный характер. Темп уменьшения выраженности боли сохранялся и далее на фоне продолжающейся терапии. Рефлюкс-синдром в пищеварительной системе в основном захватывает верхние отделы желудочно-кишечного тракта. Вопросы, направленные на его оценку, включали выявление изжоги, отрыжки и тошноты у обследованных пациентов. Уменьшение выраженности рефлюкс-синдрома принимало достоверный характер через 3-4 дня от начала терапии и продолжалось на протяжении всего курса лечения. Исследование диарейного синдрома у пациентов включало в себя вопросы, направленные на выявление учащения стула, неоформленности кала и потребности безотлагательно опорожнить кишечник. На протяжении всего курса лечения у пациентов наблюдалась положительная динамика диарейного синдрома. Купирование данного синдрома, безусловно, вносит существенный вклад в улучшение качества жизни больных. С целью исследования диспепсического синдрома в опросник GSRS включены вопросы, уточняющие наличие урчания, вздутия, отрыжки воздухом, отхождения газов через кишечник. Составляющие данного синдрома претерпели наиболее раннюю достоверную положительную динамику среди всех оцениваемых патологических признаков. Динамика общего балла опросника GSRS у обследованных больных была однонаправленно положительной и имела достоверный характер уже через 3-4 дня от начала лечения. Столь ранняя достоверная динамика общего балла связана с достаточно высокой специфичностью его компо-

нентов, отражающих влияние основных клинических проявлений язвенной болезни на качество жизни пациентов. Максимальные по величине благоприятные изменения общего балла произошли после недели терапии, свидетельствуя об адекватности лечебного воздействия на пациентов обследованной группы и подтверждая специфичность опросника GSRS для патологии желудочно-кишечного тракта.

3. При оценке качества жизни пациентов с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки в процессе лечения специфический опросник GSRS демонстрирует более достоверную динамику оцениваемых показателей, чем неспецифический опросник SF-36.

Использование неспецифического опросника SF-36 для оценки качества жизни пациентов в процессе лечения позволяет уточнить динамику интегральных показателей здоровья, которые отсутствуют в специфическом опроснике GSRS. Для оценки качества жизни больных рекомендуется сочетанное применение специфического (GSRS) и неспецифического (SF-36) опросников, которые могут служить дополнительными критериями эффективности лечения.

#### Список литературы

1. Изменения качества жизни и психологического статуса больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки на фоне приема эрадикационной терапии / А.Л. Крюкова, А.Ш. Нафикова, О.А. Курамшина, Л.В. Габбасова // Ученые записки Санкт-Петербургского гос. мед. университета им. И.П. Павлова. 2011. Т. XVIII, № 4. 96-97 с.

2. Качество жизни критерий оценки эффективности диспансеризации больных язвенной болезнью: методические рекомендации / А.Я. Крюкова, А.Ш. Нафикова, Л.В. Габбасова, О.А. Курамшина. Уфа: Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2013. 35 с.

3. Оценка качества жизни больных с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки на амбулаторном этапе лечения / О.А. Курамшина, А.Л. Крюкова, Л.В. Габбасова, А.Ш. Нафикова // Сборник трудов юбилейной научно-практической конференции кафедры поликлинической терапии. Уфа, 2011. 138-141 с.

4. Руководство по исследованию качества жизни в медицине / Новик А.А., Ионова Т.И., 2-е издание / Под.ред. акад. РАМН Ю.Л. Шевченко. – М.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп», 2007.

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ В СОЧЕТАНИИ С ОЖИРЕНИЕМ

*Кытикова О.Ю.*

к.м.н., научный сотрудник, Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения, Россия, г. Владивосток

В статье представлены актуальные аспекты распространения фенотипа бронхиальной астмы и ожирения. Проанализированы возможности применения методов восстановительного лечения у больных бронхиальной астмой в сочетании с ожирением. Определены перспективы озонотерапии как метода респираторной реабилитации при бронхиальной астме, сочетанной с ожирением.

*Ключевые слова:* бронхиальная астма, ожирение, фенотип, респираторная реабилитация, восстановительное лечение, озонотерапия.

Бронхиальная астма (БА) является широко распространенной мультифакторной патологией, которой страдают около 300 млн. человек в мире [8]. Несмотря на ожидаемое к 2025 году увеличение числа больных до 400 млн. человек в мире,

по данным международной программы GINA (Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы), данное заболевание поддается успешному лечению, что позволяет сохранить активный образ жизни пациентов [13]. В то же время, контроль симптомов заболевания достигается не более, чем у половины пациентов.

Одной из причин снижения или отсутствия контроля БА признается наличие у таких больных сопутствующей патологии, в частности ожирения [14]. Ожирение является распространенным нарушением обмена веществ, представляя собой одну из серьезных медико-социальных проблем современности [11]. В последние годы значительно возросло число эпидемиологических данных, свидетельствующих о наличии тесной взаимосвязи БА и ожирения. В связи с определенными признаками заболевания, БА и ожирение рассматривают как самостоятельный фенотип БА, который чаще встречается у женщин, характеризуется поздним дебютом, развитием системного воспаления и снижением ответа на проводимую терапию [10]. В то же время, необходима детализация общих патофизиологических мишеней данных заболеваний, в связи с чем продолжают активно изучаться патогенетические особенности сочетанного течения этих патологий, гендерная и возрастная структуры, взаимосвязь ожирения и БА с возрастом начала БА, гормональный фон в ассоциации данных заболеваний и роль режима питания. Высокая распространенность сочетанного течения БА и ожирения наряду с прогнозируемым ростом данной категории больных свидетельствуют о необходимости научного обоснования принципов оптимизации восстановительного лечения [2, 6]. Существующая сегодня респираторная реабилитация включает физические тренировки, психосоциальную, питательную поддержку и образовательные программы. В Российской Федерации к компонентам легочной реабилитации относят и методы физиотерапии, которая занимает важное место в комплексном лечении больных с ожирением [7].

Во Владивостокском филиале ФГБНУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения в течение 15 лет выполняются фундаментальные исследования в области изучения механизмов саногенеза кардиореспираторной системы, ведется разработка технологий восстановительного лечения с использованием природных и преформированных физических факторов [1]. Разработаны программы профилактики и лечения метаболического синдрома, базирующиеся на применении липотропных технологий, мембранотропной, антиоксидантной и сорбционной терапии [9]. В институте активно изучаются патофизиологические мишени оптимизации применения технологий восстановительного лечения больных БА, сочетанной с ожирением [1, 2, 3, 5]. Множественный спектр биологических реакции организма в ответ на действие физических факторов (анальгезирующее, противовоспалительное, трофическое, десенсибилизирующее, иммуномодулирующее действие и регуляция функций центральной и периферической нервной системы) обуславливает их широкое применение как в лечении ожирения, так и в лечении БА.

У больных БА, сочетанной с ожирением, рекомендовано снижение массы тела (уровень доказательности В) [12]. В последнее десятилетие отмечается интерес к проблеме физической активности больных БА и ожирением, так как уровень их социальной дезадаптации является основной причиной снижения качества жизни. Физические тренировки являются основным компонентом легочной реабилитации и способствуют увеличению мышечной силы, улучшению работы кардиореспираторной системы. В то же время, повышение физической активности у таких боль-

ных без включения в лечебные программы дополнительных методов снижения массы тела считается недостаточно эффективным [15]. Разработка и внедрение новых медицинских технологий позволит повысить эффективность лечебно-профилактических мероприятий, направленных на снижение риска обострений, прогрессирования БА, сочетанной с ожирением.

В этом аспекте современным и высокоэффективным методом физиотерапии является озонотерапия, которая широко применяется как в пульмонологии, так и при лечении больных с ожирением [4]. Наличие множественных биологических эффектов медицинского озона (способность к оптимизации баланса про- и антиоксидантных систем, улучшение микроциркуляции, иммуномодулирующее, противогипоксическое, детоксикационное действие) предопределяет возможность его применения при сочетанном течении БА и ожирения [5]. В лечении БА, ожирения и метаболического синдрома применяют аналогичные методики озонотерапии, к которым относят внутривенные инфузии озонированного физиологического раствора, малая и большая аутогеомоозонотерапия, ректальные инсуффляции озонородной газовой смеси, подкожные инъекции озона и введение озонородной смеси в биологически активные точки.

Таким образом, в лечении больных БА сочетанной с ожирением использование медицинского озона, активно применяемого в клинической медицине, является перспективным физическим при восстановительном лечении данного фенотипа БА. Разработка новых лечебных технологий с применением озонотерапии у больных БА сочетанной с ожирением нуждается в детальном патофизиологическом обосновании, что является целью наших дальнейших исследований.

#### Список литературы

1. Антонюк М.В., Гвозденко Т.А. Медицинская реабилитация пульмонологических больных. Современный взгляд на проблему и перспективы в условиях Дальнего Востока. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2016; 59: С. 87-97.
2. Антонюк М.В., Царева У.В. Эффективность санаторно-курортного лечения больных бронхиальной астмой, ассоциированной с ожирением. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2015; 55: С. 15-20.
3. Денисенко Ю.К., Новгородцева Т.П., Жукова Н.В. Ассоциация метаболизма жирных кислот с системной воспалительной реакцией при хронических заболеваниях органов дыхания. Биомедицинская химия. 2016; 62 (3): С. 341-347.
4. Кытикова О.Ю., Новгородцев А.Д., Гвозденко Т.А. Патофизиологические мишени озонотерапии в геронтологии и гериатрии. Владивосток. 2016: С. 206.
5. Кытикова О.Ю. Озонотерапия в реабилитации больных с хроническими бронхолегочными заболеваниями и ожирением. Здоровье. Мед экология. Наука. 2017; 4 (71): С. 59-63.
6. Кытикова О.Ю., Гвозденко Т.А., Антонюк М.В. Современные аспекты распространенности хронических бронхолегочных заболеваний. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. 64. С. 94-100.
7. Пономаренко Г.Н. Физиотерапия: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009: 854 с.
8. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению бронхиальной астмы (2013). URL: <http://www.pulmonology.ru/publications/guide.php>.
9. Фотина О.Н., Антонюк М.В., Кантур Т.А. Пелоидотерапия в профилактике и лечении ожирения. Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014; 2 (56): С. 97-99.
10. Agache I., Akdis C., Jutel M. et al. Untagling asthma phenotypes and endotypes. Allergy. 2012. (67): 835 p.
11. Bays H.E., Toth P.P., Kris-Etherton P.M. et al.. Obesity, adiposity, and dyslipidemia: a consensus statement from the national lipid association. Journal of Clinical Lipidology. 2013; 7 (4): P. 304-383.
12. Nakala K., Stenius-Aarniala B., Sovijarvi A. Effects of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lung volumes in obese patients with asthma. Chest. 2000; 118: P. 1315-1321.

13. Global Initiative for Asthma (GINA). Global strategy for asthma management and prevention (Update 2014). URL: <http://www.ginasthma.com>.

14. Pinnock H., Thomas M., Tsiligianni I. et al. The International Primary Care Respiratory Group (IPCRG) Research Needs Statement 2010. Prim Care Respir J. 2010; 19 (1): P. 1-20.

15. Scott HA, Gibson PG, Garg ML, et al. Dietary restriction and exercise improve airway inflammation and clinical outcomes in overweight and obese asthma: a randomized trial. Clin Exp Allergy 2013; 43: P. 36-49.

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУБЭПИКАРДИАЛЬНЫХ ВЕН СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА**

*Михалкина М.В.*

ассистент кафедры анатомии человека,

Уральский государственный медицинский университет, Россия, г. Екатеринбург

В статье рассматривается морфометрическая оценка крупных поверхностных вен сердца плода человека. Эта тема приобрела актуальность в связи с развитием в последние годы фетальной кардиологии и кардиохирургии. Выявленные параметры вен плодного сердца помогают оптимизировать выполнение диагностических и лечебных манипуляций у плодов и глубоко недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела и дополняют топографо-анатомическую основу развивающейся фетальной кардиохирургии.

*Ключевые слова:* морфометрическая оценка, субэпикардильные вены сердца, промежуточный плодный период, фетальная кардиохирургия.

Знание анатомии сердца человека в пренатальном периоде онтогенеза приобрело большое практическое значение в связи с совершенствованием пренатальной диагностики врожденных пороков сердца и возможностью их хирургической коррекции *in utero* [4, с. 47; 5, с. 433]. Многие вопросы анатомии сердца плода человека не исследованы. Нет данных о топографии и морфометрических параметрах субэпикардильных вен сердца во внутриутробном периоде развития. Необходимость подробного изучения анатомии вен плодного сердца появилась в связи с окончательным решением о переходе нашей страны на критерии живорожденности, рекомендованные ВОЗ [2, с. 1]. С 2012 года «продукты беременности», появившиеся на свет в сроке более 22 недель и имеющие при рождении массу тела 500 г и более, официально стали считаться детьми. Исследования показали, что если глубоко недоношенные новорожденные с экстремально низкой массой тела выживают, то все они имеют признаки синдрома задержки внутриутробного роста и развития (СЗВУР). Так как в процессах адаптации детей к внеутробной жизни важнейшую роль играет сердечно-сосудистая система, то вполне закономерно, что у 100% новорожденных с СЗВУР выявляется синдром дизадаптации сердечно-сосудистой системы, который может проявляться в том числе нарушениями сердечного ритма [1, с. 104], могущими потребовать проведения глубоко недоношенному новорожденному радиочастотной катетерной аблации с введением проводника в большую, среднюю или левую краевую вену сердца [3, с. 609].

*Цель исследования.* Оценить и сравнить морфометрические показатели субэпикардильных вен сердца в промежуточном плодном периоде (13-24 недели гестации).

*Материалы и методы.* Общепринятыми морфологическими методами изучены 64 изолированных сердца от трупов плодов и новорожденных в сроке 13-24 недели гестации. Выбранный временной отрезок полностью соответствует промежуточному плодному периоду и II триместру беременности [6, с. 13]. Для измерений использовали микроскоп МБС-9 (г. Лыткарино) и окулярную вставку, повернутую по объекту – микрометру (ГОСТ 75 13 – 75). Препараты изучали в падающем и проходящем свете. Морфометрию проводили с использованием окуляра  $\times 8$ . Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного пакета SPSS 14.0 for Windows, оценку статистической значимости различий проводили по t-критерию Стьюдента ( $p < 0.05$ ).

*Результаты и обсуждение.* В 13 недель развития сформированы передние вены сердца – ПВС (рис.2), венечный синус (ВС) и его притоки: большая вена сердца – БВС (рис.2), средняя вена сердца – СВС (рис.1), малая вена сердца (МВС), задние вены левого желудочка – ЗВЛЖ (рис.1) и косая вена левого предсердия (КВЛП).

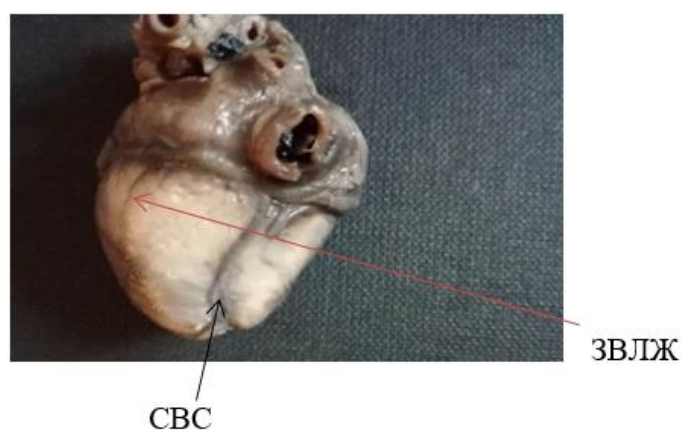


Рис. 1. Диафрагмальная поверхность сердца плода в сроке 22 недели развития

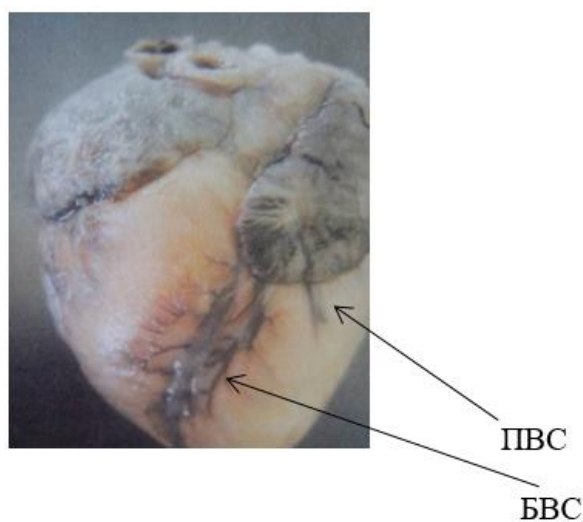


Рис. 2. Грудинно-реберная поверхность сердца плода в сроке 24 недели развития

В соответствии с возрастом и полом препараты сердец были разделены на группы (таблица): 13-15, 16-18, 19-21, 22-24 недели развития.



Распределение материала по возрастам

Возраст в неделях	Кол-во плодов муж.	Кол-во плодов жен.
13-15	12	10
16-18	14	8
19-21	8	4
22-24	6	2
Итого:	40	24

Большая вена сердца (БВС) занимала переднюю межжелудочковую борозду (ПМЖБ), формируясь из 1-3 корней на разных уровнях: вблизи верхушки сердца (26 из 64), на границе нижней и средней трети ПМЖБ (28 из 64), на уровне середины ПМЖБ (6 из 64) или на границе верхней и средней трети её (4 из 64). Наружный диаметр БВС у места формирования составлял в среднем  $0.48 \pm 0.03$  мм, у места впадения в ВС –  $1.13 \pm 0.07$  мм, т.е. на протяжении БВС её средний наружный диаметр увеличивался более, чем в 2 раза. Длина БВС варьировала от 19 до 34 мм, количество притоков составляло от 2 до 8, причем постоянным её притоком являлась левая краевая вена. Средняя вена сердца (СВС) располагалась в задней межжелудочковой борозде (ЗМЖБ), формировалась из 1-3 корней на разных уровнях: чаще вблизи верхушки сердца (28 из 64) и на границе нижней и средней трети ЗМЖБ (24 из 64), реже – на уровне середины ЗМЖБ (4 из 64), выше середины ЗМЖБ (2 из 64) и на грудинно-реберной поверхности (6 из 64). Таким образом, БВС и СВС имели примерно одинаковое число корней и проявляли склонность к вариабельности уровня формирования. Длина СВС варьировала от 7 до 22 мм, наружный диаметр у места формирования был в среднем  $0.39 \pm 0.08$  мм, у места впадения в ВС –  $1.46 \pm 0.09$  мм. На протяжении СВС её средний наружный диаметр возрастал более, чем в 3 раза, причем наибольшая величина наружного диаметра как у места формирования, так и у места впадения имела у СВС плодов с короткой и широкой формой сердца. Количество притоков у СВС от 4 до 16, то есть больше, чем у БВС. Малая вена сердца (МВС) у 16 из 64 препаратов отсутствовала (25%). При наличии её длина составляла от 16 до 20 мм, наружный диаметр у места формирования  $0.08 \pm 0.01$  мм, у места впадения в ВС  $0.096 \pm 0.035$  мм. Косая вена левого предсердия брала начало на его задней поверхности ниже места впадения легочных вен, её длина колебалась от 2 до 5 мм, наружный диаметр у места впадения в ВС  $0.074 \pm 0.003$  мм. Количество задних вен левого желудочка составляло от 1 до 12, их длина от 1 до 14 мм, наружный диаметр у места формирования –  $0.044 \pm 0.002$  мм, у места впадения в ВС или в СВС –  $0.08 \pm 0.003$  мм. Кроме перечисленных вен, к системе ВС относятся правая и левая краевые вены сердца, которые в постнатальном периоде онтогенеза считаются непостоянными. В проведенном исследовании у 62 из 64 препаратов правая и левая краевые вены были хорошо выражены, особенно левая. У всех 64 препаратов имелось от 2 до 6 хорошо выраженных передних вен сердца, длина которых составляла от 7 до 18 мм, наружный диаметр у места формирования  $0.32 \pm 0.01$  мм, у места погружения в стенку правого предсердия  $0.43 \pm 0.02$  мм.

**Заключение.** В промежуточном плодном периоде выявлена значительная вариабельность уровня формирования большой и средней вен сердца. Большая вена сердца преобладает по длине в сравнении со средней веной, но имеет меньшее количество притоков и меньшую величину наружного диаметра как у места формирования, так и у места впадения в венечный синус. Задние вены левого желудочка

многочисленны и малы по длине и величине наружного диаметра. 7% от общего количества ЗВЛЖ впадают в среднюю вену сердца, а не в венечный синус. Сама средняя вена сердца в 2 случаях из 64 впадала непосредственно в правое предсердие, не достигая венечного синуса. Наиболее непостоянным притоком венечного синуса представляется малая вена сердца. Так как в случае наличия МВС (75%) она прикрывала правую венечную артерию, то при отсутствии малой вены сердца оперативный доступ к правой венечной артерии на диафрагмальной поверхности сердца представлялся более удобным. Постоянны и значительны в промежуточном плодном периоде правая и особенно левая краевые вены. При отсутствии малой вены сердца и наличии единичных задних вен левого желудочка левая и правая краевые вены сердца развиты особенно хорошо.

Данные, полученные в ходе разработки морфометрической оценки вен плодного сердца могут быть применены в фетальной кардиохирургии с целью предупреждения интраоперационного повреждения крупных субэпикардальных вен, а также с целью более эффективного их использования в диагностических и лечебных манипуляциях.

#### Список литературы

1. Борисова Л.Г., Захарова С.Ю. Синдром задержки внутриутробного роста плода как фактор риска формирования кардиоваскулярной патологии у детей (обзор литературы) [Текст] / Л.Г. Борисова // Уральский медицинский журнал. – Екатеринбург, 2012. – Т. 103, №11. С. 102-106.
2. Приказ Минздрав соцразвития России от 27.12.2011 г. №1687 н г. Москва «О медицинских критериях рождения, форме документа о рождении и порядке его выдачи».
3. Bali H.K. Collateral approach for L.V. lead implantation in a case with abnormal venous anatomy / H.K. Bali, K.K. Chattree, S.K. Bali et al. // Indian Heart Journal. 2013. – Vol. 65. – p. 607-610.
4. Hanly F.L. Fetal cardiac surgery [Text] / F.L. Hanly // Adv. Card. Surg. – 2004. – №5. – p. 47-74.
5. Menon P.N. Current status of fetal surgery [Text] / P.N. Menon, K.L. Rao // Indian J. Pediatr. – 2005. – №72. – p.433-436.
6. Terminologia Embriologica. Международные термины по эмбриологии человека с официальным списком русских эквивалентов / Под ред. акад. РАН Л.Л. Колесникова, проф. Н.Н. Шевлюка, проф. Л.М. Ерофеевой. М.: Издательская группа «ГЭОТАР-медиа», 2014.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ, РАЗВИТИЯ И АДАПТАЦИИ УЧАЩИХСЯ г. КЕМЕРОВО

**Федоров А.И.**

заведующий кафедрой физиологии человека и психофизиологии, д-р биол. наук,  
Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово

**Романова Е.Л.**

обучающаяся Центра дополнительного образования,  
Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово

В статье представлена информация о результатах реализации проекта по совершенствованию системы питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях Кемеровской области. В ходе исследования были изучены показатели здоровья и развития более 500 детей в возрасте от 7 до 17 лет, обучающихся в четырех образовательных учреждениях г. Кемерово. Установлено, что у обучающихся 5-6 классов, получающих горячее сбалансированное питание в рамках проекта, улучшились показатели, характеризующие функциональное состояние центральной нервной системы, выявлена положительная динамика показателя адаптации у детей, рассчитанного с использованием вариационной кардиоритмографии.

*Ключевые слова:* школьники, сбалансированное питание, психофизиологические показатели, адаптация.

В последние годы особую актуальность приобретает проблема здорового питания детей и подростков. Рациональное питание в детском и подростковом возрасте способствует профилактике большого количества заболеваний, повышению работоспособности и успеваемости учащихся, их гармоничному физическому и умственному развитию, создает условия для адаптации подрастающего поколения к окружающей среде и оказывает существенное влияние на формирование и состояние здоровья человека на протяжении всей его последующей жизни [4, с. 80]. Недостаток определенных нутриентов в пище может вызывать нейрохимические и нейрофизиологические нарушения в развитии детского организма. Развитие белково-энергетической недостаточности у детей создает предпосылки для снижения адаптационного потенциала организма и раннего формирования хронической соматопатологии. Нейрофизиологические механизмы отражают изменение метаболизма в организме ребенка и во многом определяют функциональные отношения между нервной и эндокринной системами, которые формируют механизмы адаптивных реакций [1, с. 47-56].

Установлено, что одной из причин возникновения различных «школьных» болезней (задержка роста, анемия, кариес, болезни желудочно-кишечного тракта) более чем у 30% от общей численности детей является неудовлетворительное качество питания, организованного в школе. Таким образом, совершенствование системы питания в общеобразовательных учреждениях напрямую связано с сохранением здоровья нации и задачами улучшения демографической ситуации в России.

В Кемеровской области реализован проект по совершенствованию системы питания обучающихся в общеобразовательных учреждениях. Для изучения здоровья обучающихся в ходе реализации данного проекта выделен раздел «Здоровье», целью которого является сохранение и укрепление здоровья обучающихся за счет повышения качества, безопасности школьного питания и повышения компетентности участников образовательного процесса по вопросам здорового питания.

К основным задачам раздела «Здоровье» относятся: разработка и апробация системы мониторинга показателей здоровья в ходе реализации проекта; разработка и внедрение программ подготовки повышения квалификации педагогов, для реализации программы интегрированного курса «Основы здорового питания»; разработка и издание учебно-методической и рекламной продукции о здоровом питании, питании детей и т. п.; повышение уровня компетентности участников образовательного процесса по вопросам здорового питания (семинары, лекции, курсы); организация и проведение научно-практических конференций, олимпиады, конкурсов для педагогов, родителей и обучающихся [3, с. 114].

Мониторинг показателей здоровья и оценки эффективности реализации проекта по совершенствованию организации питания в образовательных организациях включает в себя: исследование медицинских и физиологических показателей состояния здоровья обучающихся и воспитанников, используемых для оценки качества питания; исследование психофизиологических и психологических показателей развития и функционирования интеллектуально-мнестических процессов; нутриентный мониторинг потребления продуктов человеком.

В ходе исследования были изучены показатели здоровья и развития более 500 детей в возрасте от 7 до 17 лет, обучающихся в четырех образовательных учреждениях г. Кемерово. В рамках проекта обучающиеся были разделены на 2 группы: учащиеся контрольной группы (группа №1) не получали организованного горячего питания в школе, ученики опытной группы (№2) получали горячее

школьное питание, сбалансированное по макро- и микронутриентам. Обследование обучающихся проводилось два раза в год (сентябрь-октябрь и апрель-май) в течение двух лет на базе медицинских кабинетов образовательных учреждений. В проведении обследования участвовали медицинские работники образовательных учреждений, специалисты ФГБОУ ВО «Кемеровский госуниверситет». На основе полученных данных была создана единая электронная база показателей развития индивида.

В рамках данного исследования изучались психофизиологические показатели, которые предположительно могли оказаться чувствительными к качеству питания школьников, и являются значимыми в плане усвоения учебного материала и школьной адаптации.

Для исследования индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности (ВНД) были применены методики, характеризующие состояние и возбудимость центральной нервной системы (ЦНС).

На основе анализа результатов исследований в ходе реализации проекта выявлена положительная динамика влияния организованного сбалансированного школьного питания на показатели здоровья и развития [5, с. 156], это подтверждается и результатами проведенного мониторинга. Установлено, что у обучающихся 5-6 классов, получающих горячее сбалансированное питание в рамках проекта, улучшились показатели, характеризующие функциональное состояние центральной нервной системы, показатели, характеризующие уравновешенность нервных процессов.

Интегральным показателем здоровья, функционального состояния и развития организма является показатель адаптации [2, с. 36-41]. Оценка адаптационных возможностей производилась на основе показаний вариационной кардиоритмографии.

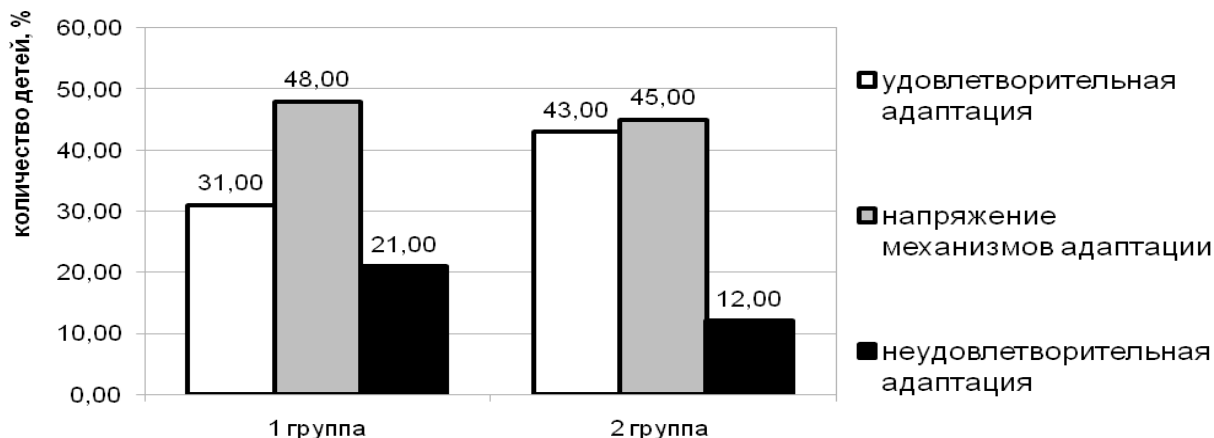


Рис. Показатели адаптации учащихся опытной и контрольной группы

Полученные результаты свидетельствуют, что в опытной группе, в 1,4 раза увеличивается количество школьников, у которых возрастает удовлетворительная адаптация, снижается число школьников с неудовлетворительной адаптацией (в 1,7 раза), отмечается тенденция к снижению количества учащихся с напряжением механизмов адаптации (рисунок).

Выявлена положительная динамика показателя адаптации у детей, получающих горячее питание в рамках экспериментального проекта, в начальном и среднем звене общеобразовательной школы. В старшем звене изменения не выявлены,

вероятно, это связано с большими нервно-эмоциональными нагрузками в выпускных классах при подготовке и сдачи ЕГЭ.

Проведенные исследования убедительно свидетельствуют о том, что введение в рацион ежедневного сбалансированного школьного питания в значительной степени положительно влияет на показатели здоровья, развития и адаптации в период обучения в школе.

#### **Список литературы**

1. Федоров А.И. и др. Влияние эндогенных и экзогенных факторов на особенности вегетативной и эндокринной регуляции процессов адаптации детей и подростков. // Физиология человека. 2008. том 34. №4. С. 47- 56.
2. Федоров А.И. и др. Оценка адаптивных возможностей учащихся губернаторской женской гимназии-интерната по показателям вариабельности сердечного ритма. // Валеология. 2004. №4. С. 36-41.
3. Основы здорового питания: хрестоматия / Федоров А.И., Блинова Н.Г., Прохорова А.М. и др. // Кемерово, 2010. 114 с.
4. Питание и здоровье / Хорунжина С.И., Шибанова Н.Ю., Пермякова Л.В. и др. Кемерово, ООО «Инт», 2007. С. 80.
5. Федоров А.И., Казин Э.М., Любченко С.А. Исследование влияния нормированного режима школьного питания и двигательной активности на развитие детского организма // Материалы международной конференции «Физиология развития человека», секция 3, Москва, 22-24 июня 2009 г. – М.: Вердана, 2009. 156 с.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ**

***Филимонов О.А.***

к.м.н., преподаватель стоматологических дисциплин,  
Краснодарский краевой базовый медицинский колледж;  
ООО «Семейная стоматология», Россия, г. Краснодар

***Портнова М.О.***

преподаватель анатомии и физиологии, стоматологических дисциплин,  
Краснодарский краевой базовый медицинский колледж;  
ООО «Семейная стоматология», Россия, г. Краснодар

В статье нами рассмотрены и обобщены литературные данные и результаты собственных исследований о роли самостоятельной работы студентов как элемента подготовки специалистов медицинских специальностей и что организация самостоятельной работы студентов в учебном заведении требует комплексного подхода, выработки единых условий и требований в рамках повышения качества процесса образования в соответствии с современными тенденциями развития отечественного образования.

*Ключевые слова:* медицинское образование самостоятельная работа, задание, навык.

Качество подготовки современного специалиста определяется не только освоением учебных дисциплин, но и уровнем профессиональной компетентности и коммуникативной культуры, способностью к творческому и критическому мышлению, к нестандартным решениям и профессиональной деятельности. Оно зависит не столько от длительности сроков обучения, сколько от скорости самостоятельного добывания и усвоения больших массивов знаний.

В современных требованиях к обучению значение самостоятельной работы возрастает. Студент не может с одинаковой заинтересованностью относиться к изучению всех дисциплин. Большое значение приобретает осмысление студентами важности сознательной учебной дисциплины.

Сознательная учебная дисциплина предполагает целеустремленное сосредоточие внимания, воли, интеллектуально-творческих способностей, физического здоровья на решение задач, связанных с получением образования. Именно благодаря сознательной учебной дисциплине достигается ритмичность в учебе, которая является важным условием эффективности работы студентов.

В процессе самостоятельной работы студенты в большей мере сталкиваются с различными сторонами реальности. Самым распространенным видом самостоятельной работы является подготовка студента к аудиторным занятиям – это изучение литературы, выполнение упражнений, анализ конкретных ситуаций и т.п. От этого вида работ зависит успех аудиторного учебного занятия.

Педагогическая практика показала, что самыми эффективными видами самостоятельной работы являются творческие задания, связанные с написанием конечных отчетов. Разрабатываются методические рекомендации по изучению дисциплины, где к каждой изучаемой теме даются домашние задания, требующие творческого подхода в решении. По курсам предусматривается выполнение курсовых работ, представляющих собой самостоятельную учебно-исследовательскую работу.

Эти работы обеспечивают закрепление знаний, полученных студентами на аудиторных занятиях. Кроме того, такие работы развивают навыки самостоятельной работы с научной и справочной литературой, нормативными документами, материалами, опубликованными в научной печати. Приобретаются навыки самостоятельного анализа и обобщения проблем теории и практики, развивается умение связывать теоретические положения с условиями современности.

Однако эффективность самостоятельной работы так же, как и аудиторных занятий, в значительной степени зависит от того, как она организована. Поэтому особую значимость в преподавательской деятельности приобретает необходимость оказания помощи студентам в организации их самостоятельной работы.

Самостоятельную работу следует рассматривать как определенный технологический процесс. Такая работа должна быть сориентирована на определенный педагогический результат и, прежде всего, на выработку ритмичности работы студента. Для того, чтобы достичь такого результата, необходимо овладеть такими технологическими навыками, как умение планировать, стандартизировать, алгоритмизировать свою самостоятельную работу, самообразовательную деятельность, а также выработать привычку четко следовать требованиям технологической дисциплины в организации самостоятельной работы.

Если рассматривать самостоятельную работу студента как технологический процесс, то это потребует объединения усилий преподавателей, направленных на создание условий, при которых станет возможной реализация задач этого технологического направления.

В этой связи следует выделить два аспекта:

- предоставление студентам возможностей выбора деятельности в соответствии со своими способностями и склонностями;
- создание материальной базы, на основе которой можно будет выполнять самостоятельные задания, руководствуясь критерием качества и законченности работы.

Очень важно установить четкие и ясные параметры работы, которую студент должен выполнить, в каком виде должен быть представлен отчет о работе. Необходимо установить четкие требования к результату. Если задание связано с определенными действиями, операциями или процедурами, то студент должен научиться осуществлять их правильно. Однако чаще всего задания по самостоятельной работе связаны с тем, что студент должен решить какую-то проблему, поэтому ему представляется максимальная свобода в выборе средств определения параметров задачи.

Опыт работы со студентами свидетельствует, что студенты, получившие навыки планирования самостоятельной работы в школе, сами проявляют инициативу, требуя у преподавателя темы домашних заданий по дисциплине, экзаменационные вопросы, темы рефератов или докладов. Однако большинство студентов не владеют необходимыми технологическими навыками организации своей самостоятельной работы. Помощь таким студентам реализуется, в частности, через возрождаемый институт кураторов, когда с каждым конкретным студентом составляет годовой индивидуальный план студента.

Составление планов самостоятельной работы студентов сопряжено со многими трудностями, среди которых, пожалуй, главным является психологический фактор – рассмотрение некоторыми преподавателями и студентами этого вида деятельности как некой формальности. Однако именно составление студентами плана самостоятельной работы позволит кураторам осуществлять индивидуальный контроль с целью овладения студентами определенными технологическими навыками, а также координировать своевременность выдачи перспективных и краткосрочных заданий для самостоятельной работы студентов и график их выполнения. Особенно такая работа важна на младших курсах, когда происходит адаптация студента к образовательному процессу в учебном заведении.

Овладев навыками технологии самостоятельной работы, студент получает теоретические знания, знакомится с образцами, различными фактами, систематизированной информацией. Самостоятельная работа дает знания о реальности.

Именно знания, полученные в процессе самостоятельной работы, представляют собой непосредственные собственные знания студента.

Самостоятельная работа студента способствует развитию навыков и умений, относящихся к организации собственной работы. Это – планирование своей деятельности, реалистичное восприятие своих возможностей, умение работать с информацией. Таким образом, самостоятельное обучение способствует формированию и осуществлению реального поведения студента. Ритмичность в работе студентов, которая достигается благодаря технологическому процессу, способствует возникновению положительных эмоций и формированию сознательной дисциплины, без которой студент не может стать субъектом образовательного процесса.

Подводя итог, следует еще раз отметить, что самостоятельной работе студентов в современных условиях необходимо уделять большое внимание. Именно здесь скрыт резерв существенного продвижения к качественной подготовке студентов по государственным образовательным программам.

#### **Список литературы**

1. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения: общедидактический аспект. – М.: Педагогика, 1997. – 25 с.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Нововведения и мы. – М.: Наука, 1999. – 234 с.
3. Гершунский Б.С. Перспективы развития системы непрерывного образования. – М.: Педагогика, 1999. – 94 с.
4. Карпов В.В. Психолого-педагогические проблемы многоступенчатой профессиональной подготовки в вузе. – М.: НИИВО, 1996. – 318 с.

## **БЮГЕЛЬНЫЕ ЗУБНЫЕ ПРОТЕЗЫ**

***Чумаев М.Ш.***

студент второго курса стоматологического факультета,  
Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования  
«Медицинский университет «Реавиз» в городе Саратов, Россия, г. Саратов

***Пименова А.А.***

студентка первого курса стоматологического факультета,  
Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования  
«Медицинский университет «Реавиз» в городе Саратов, Россия, г. Саратов

***Синькеев С.В.***

научный руководитель,  
Заведующий кафедрой-естественно-научных дисциплин, к.т.н., доцент,  
Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования  
«Медицинский университет «Реавиз» в городе Саратов, Россия, г. Саратов

В работе представлено один из видов протезирования, применяемые в стоматологии. Классификация кламмеров, а также положительные и отрицательные качества бюгельных протезов. Описан краткий этап изготовления бюгельного протеза и правильное изготовление металлического каркаса на верхнюю и на нижнюю челюсть.

*Ключевые слова:* бюгель, бюгельное протезирование.

Бюгельные зубные протезы – съемные протезы, состоящие из опорных кламмеров или замковых приспособлений, базиса с искусственными зубами и бюгеля. Металлические части протеза без базиса называются каркасом. В бюгельном протезе в отличие от пластиночного жевательное давление, приходящееся на протез, передается через кламмеры на опорные зубы, а через базис протеза – на слизистую оболочку, покрывающий альвеолярный отросток, тело челюсти и небо.

Бюгельные зубные протезы изготавливают по особой клинической и лабораторной технологии с применением высокопрочных модельных материалов, для изготовления рабочих моделей, а также и металлов для отливки металлических частей.

Бюгельный зубной протез состоит из кламмеров, окклюзионных накладок, металлической дуги – бюгеля, седлообразных базисов и других специальных приспособлений.

Кламмеры. Основной частью бюгельного протеза является кламмер или замок – часть протеза, перераспределяющая нагрузку между опорным зубом и альвеолярным отростком и небом, исключая осадку протеза и обеспечивающая его фиксацию челюсти. Кламмер способствует передаче опорным зубам жевательной нагрузки, приходящей на базис протеза. Эти функции кламмер может выполнить, если коронка зуба имеет определенную форму. Поэтому кламмер бюгельного протеза накладывают на коронки естественных зубов или на опорные зубы, покрытые металлическими коронками, которым придают технически оправданную фор-



му. К покрытию естественных коронок опорных зубов металлическими коронками прибегают в тех случаях, когда коронки опорных зубов имеют неблагоприятную форму для наложения кламмера: короткие коронки зубов, особенно если они не имеют цилиндрическую форму, коронки конической или аномальной формы. Металлические спаянные вместе коронки на естественные зубы накладывают в случаях, если необходимо создать опорный блок для протеза из группы зубов.

Поскольку бюгель в протезе верхней и нижней челюстей представляет собой сравнительно узкую металлическую пластинку, он не должен непосредственно касаться слизистой оболочки во избежание образования на ней пролежня. Он должен отстоять от слизистой оболочки на 1,5-2 мм.

На нижней челюсти протез располагают с оральной стороны на середине расстояния от дна полости рта до экватора зубов с оральной стороны, чтобы во время погружения всего протеза в податливые ткани он не травмировал их. Он не должен препятствовать натяжению уздечки языка, иначе она будет травмироваться об его край. Образование большего или меньшего промежутка между слизистой оболочкой и бюгелем зависит от формы оральной поверхности альвеолярного отростка нижней челюсти. При отвесной форме бюгель может отстоять на 1мм.

Ещё больший промежуток нужно образовать, если оральная поверхность альвеолярного отростка имеет резко отлогую форму. Если зубы ниже, которых должен располагаться бюгель, покрыты металлическими коронками, то бюгель можно расположить на металле коронок, он может вплотную прилегать к нему. Ширина дуги не должна быть менее 3 мм, а толщина – менее 1,5 мм.

В зависимости от дефектов в зубном ряду создают два или несколько базисов. Они имеют небольшие размеры. Это обусловлено тем, что нагрузка, приходящаяся на базис, в основном передаётся на опорные зубы и меньше на подлежащие ткани.

На начальном этапе изготовления бюгельного протеза (после определения прикуса) чтобы каркас не давил на слизистую полости рта, в частности на альвеолярный отросток, рабочую модель в области альвеолярных отростков прижимают бюгельным воском.

После моделирования каркаса, работу отдают в литейную лабораторию. Отливают каркас (высокоточным литьём). После отливки каркаса происходит обработка каркаса, и примерка сначала на рабочей модели, потом непосредственно в полости рта. Для более лучшего контакта пластмассы с металлом в области постановки зубов, каркас смазывают коналором, а затем идет припасовка к модели. После этого на восковой композиции идёт постановка зубов.

Затем идёт гипсовка в кювету обратным методом, выпаривание воска и обработка модели изолаком или изоколом. Воск переводим в пластмассу, а затем шлифовка, полировка и коррекция протеза.

Из положительных свойств бюгельного протеза можно отнести прочность, эстетичность, долговечность.

К отрицательным свойствам бюгельного протеза можно отнести, трудность в изготовлении, цена, долгое привыкание, масса протеза.

Химический состав акриловой пластмассы (рис. 1):



Рис. 1. Химический состав акриловой пластмассы

Химический состав коналора (рис. 2):

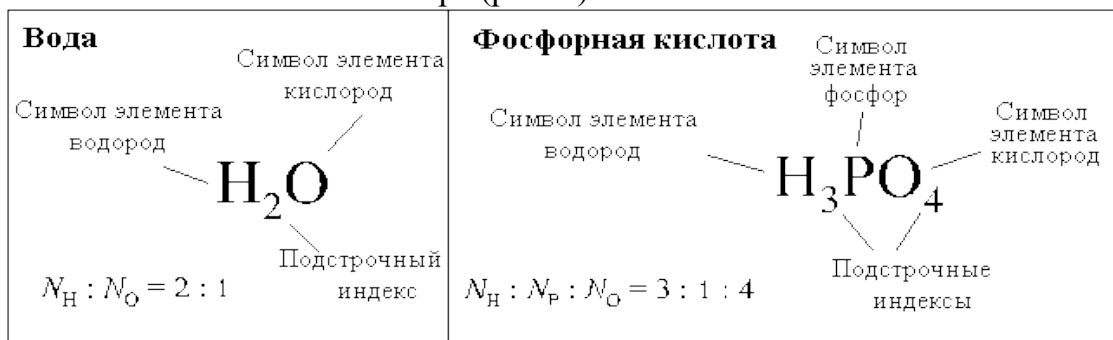


Рис. 2. Химический состав коналора

Химический состав изоклака (рис. 3):

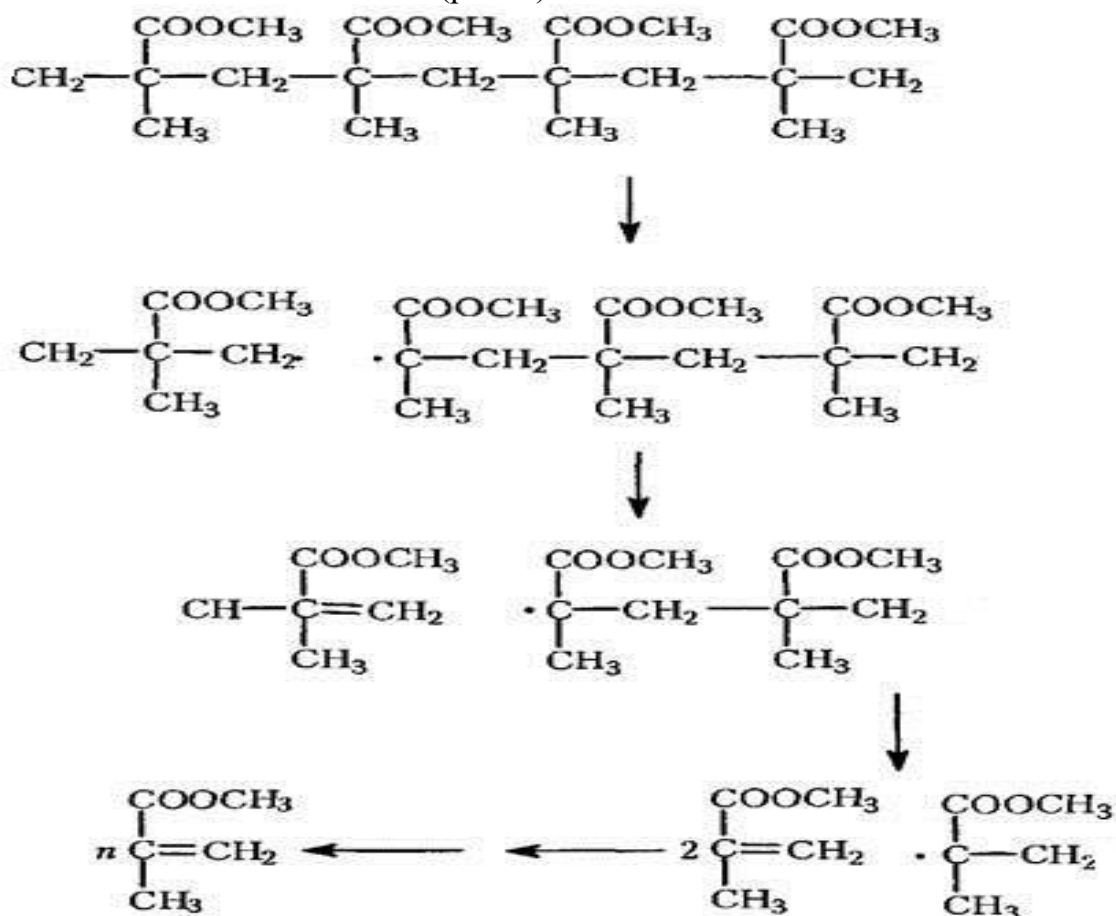


Рис. 3. Химический состав изоклака

## *Выводы*

Бюгельное протезирование один из самых сложных видов протезирования. Исходя из методов изготовления бюгельного протеза и этапов изготовления его (лабораторный метод и клинический) можно сделать вывод, что протезирование бюгелем рекомендовано только при наличии опорных зубов. В настоящее время идёт работа по усовершенствованию конструкций данного протеза.

## **Список литературы**

1. Бетельман А.И. Ортопедическая стоматология: медгиз / И. Бетельман, Б.Н. Бинин. – М., 1951. – 218 с.
2. Зубопротезная техника: учебник / В.Н. Копейкин, Я.С. Кнубовец, В.Ю. Курляндский, И.М. Оксман. – 3 изд., 1978. – 285 с.
3. Копейкин В.Н. Зуботехническое материаловедение: учебник / В.Н. Копейкин. 1978. – 138 с.
4. Зубопротезная техника: учебник / М.М. Расулов, С.Д. Арутюнов, Т.И. Ибрагимов, И.Ю. Лебеденко. – 3 изд., 1978. – 305 с.

## **АДАПТАЦИЯ К ЗУБНЫМ ПРОТЕЗАМ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПАРОДОНТА**

***Щепетнова Е.Е.***

ассистент кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, к.м.н.,  
Приволжский исследовательский медицинский университет,  
Россия, г. Нижний Новгород

***Масленникова А.Н.***

врач стоматолог общей практики,  
Советский филиал ГАУЗ НО «Областная стоматологическая поликлиника»,  
Россия, г. Нижний Новгород

***Щепетнов А.А.***

студент стоматологического факультета,  
Приволжский исследовательский медицинский университет,  
Россия, г. Нижний Новгород

Болезни пародонта относят к числу наиболее распространенных стоматологических заболеваний. При протезировании съёмными ортопедическими конструкциями, встает вопрос о длительности процесса адаптации, а в случае поражения пародонта, он ощущается наиболее остро. Процесс адаптации к протезу происходит постепенно и выражается в восстановлении нарушенных функций речи, жевания, глотания. Зубной протез в первое время ношения ощущается как раздражитель, исчезновение восприятия протеза как инородного тела через некоторое время ношения надо рассматривать как проявление коркового торможения.

*Ключевые слова:* болезни пародонта, хронический генерализованный пародонтит, съёмные ортопедические конструкции, съёмный дуговой протез, сроки адаптации к съёмному протезу.

**Цель работы:** сравнительная характеристика периодов адаптации к дуговому протезу в полости рта при заболевании пародонта.

**Задачи исследования:**

1. Оценить эффективность ортопедического лечения при заболеваниях пародонта с помощью съёмного дугового протеза.

2. На основании данных анкетирования сравнить периоды адаптации слизистой оболочки полости рта к дуговому протезу.

**Материалы и методы.** На примере одного пациента (пациент С., МКСБ № 0-3673, 56г.) были исследованы периоды адаптации к зубному протезу при заболевании пародонта и проведено сравнение с периодами адаптации при здоровом пародонте (данные Гаврилова Е.И.). Проведено анкетирование больного, анамнез жизни, анамнез заболевания, оценка индекса РМА, индекс кровоточивости Мюллемана, индекс СРITV, индекс деструкции костной ткани и анализ ортопантограммы (индекс обнажения корня (Goldberg et al., 1976), индекс Fuch).

**Результаты исследования:** пациенту С. был поставлен диагноз хронический пародонтит тяжелой степени тяжести. Индекс РМА = 89,5 %, индекс СРITV = 3; индекс кровоточивости десен по Мюллеману = 3 баллам, наличие пародонтальных карманов на верхней челюсти (4-5 мм), на нижней челюсти (2-3 мм), подвижность зубов на верхней челюсти (I – III степень), на нижней челюсти (I- II степень). Индекс деструкции костной ткани и анализ ортопантограммы (рис. 1): индекс обнажения корня (Goldberg et al., 1976) = 5,5, индекс Fuch = 0,6. Такие данные показывают, что деструкция костной ткани у пациента достигает максимальных размеров. Тип слизистой оболочки: 3 тип слизистой по Суппле.



Рис. 1. Ортопантограмма до лечения

Пациенту С. проведено комплексное лечение (рис. 2): терапевтическое, хирургическое, ортопедическое (рис. 3, 4). Был установлен съемный дуговой протез (рис. 5). Диагноз: хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести.



Рис. 2. Вид зубных рядов после лечения



Рис. 3. Металлокерамические коронки, объединенные балками



Рис. 4. Дуговой протез с балочной системой крепления и металлокерамические коронки



Рис. 5. Дуговой протез в полости рта

Пародонтальные индексы после лечения. Индекс РМА = 66,6 % (рис. 7), индекс кровоточивости десен по Мюллеману = 1 балл (рис. 8), индекс CRITV = 2 (рис. 9); глубина пародонтальных карманов на верхней челюсти и нижней челюсти составляет 2-4 мм. Индекс деструкции костной ткани и анализ ортопантограммы (рис.6) индекс обнажения корня (Goldberg et al.,1976) = 4,0 (рис. 10); индекс Fuch = 0,5 (рис. 11). Такие данные показывают, что деструкция костной ткани у пациента уменьшилась.



Рис. 6. Ортопантомограмма после лечения

Анализ динамики пародонтальных индексов до лечения и после.

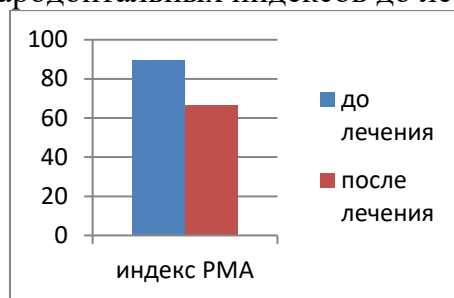


Рис. 7. Индекс РМА

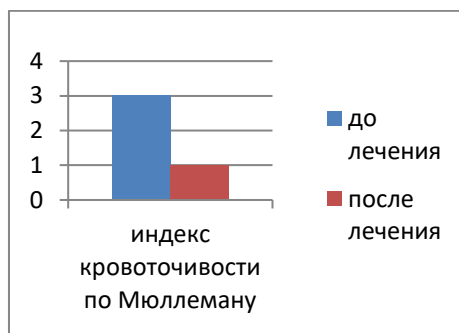


Рис. 8. Индекс кровоточивости по Мюллерману

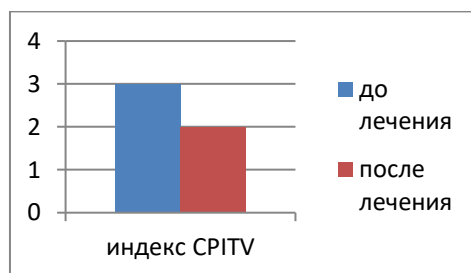


Рис. 9. Индекс CRITV

Анализ динамики индекса деструкции костной ткани.



Рис. 10. Индекс обнажения корня

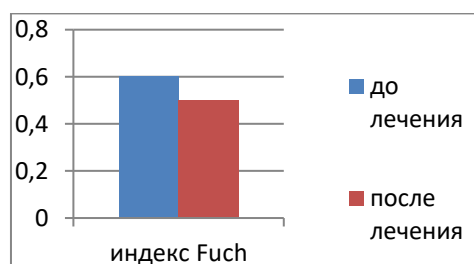


Рис. 11. Индекс Fuch

На следующий день после установки ортопедической конструкции было проведено анкетирование. Полученные данные: пациент отмечает слабую болезненность во время функции, при приеме пищи, при снятии и надевании протеза.

Отмечается слабое увеличение слюноотделения. На изменение функции речи постановка конструкции повлияла незначительно. Стало удобнее жевать, но присутствует дискомфорт.

Через 5 дней после установки конструкции данные анкеты: отсутствие боли при ношении протеза, при снятии и надевании протеза, отсутствие боли при приеме пищи, отсутствие рвотного рефлекса, улучшение жевания и глотания в лучшую сторону. Слюноотделение не изменилось, по сравнению с состоянием до протезирования. Наблюдаются нарушения в произношении звуков «в, ф, ч, щ».

Через месяц проведено повторное анкетирование: пациента ничего не беспокоит, нет появления боли во время функции, при приеме пищи. Слюноотделение не изменилось, по сравнению с состоянием до протезирования. Не отмечается появление рвотного рефлекса. На функцию речи ношение протеза не влияет. Жевание и глотание изменилось в лучшую сторону.

### **Результаты**

1. Протезирование пациента съёмной ортопедической конструкцией, которая выполняла роль шины для оставшихся зубов и, в то же время, замещала отсутствующие зубы, которые были удалены на фоне далеко зашедшего заболевания пародонта, будет иметь хорошие отдаленные результаты. Это можно предположить на основании данных, полученных от пациента в ближайшие от протезирования сроки.

2. Восприятие протеза как инородного тела исчезает по мере привыкания и полной адаптации к нему больного.

3. Данные анкетирования позволяют нам сделать вывод о том, что сроки адаптации к съёмным протезам при заболеваниях пародонта короче, чем при здоровой слизистой. Вероятно, это связано с особенностями строения слизистой оболочки и изменениями, проходящими в ней при воспалительном процессе.

### **Заключение**

Данное исследование позволило нам сделать вывод о том, что сроки адаптации к съёмному протезу у данного пациента были короче, чем при здоровом пародонте (данные Гаврилова Е.И.). Исходя из этого, мы можем сделать предположение, что сроки адаптации при заболевании пародонта не только не увеличились, но даже уменьшились благодаря особенности строения слизистой оболочки.

### **Список литературы**

1. Жулев, Е.Н. Клиника, диагностика и ортопедическое лечение заболеваний пародонта / Е.Н. Жулев. – Н.Новгород : Изд-во НГМА, 2003 – 276 с.
2. Жулев, Е.Н. Частичные съёмные протезы (теория, клиника и лабораторная техника) / Е.Н. Жулев. – М. : МИА, 2011. – 418 с.
3. Иванов, В.С. Заболевания пародонта / В.С. Иванов. – М. : МИА, 2001. – 300 с.
4. Заболевания пародонта / под общей ред. Л.Ю. Ореховой. – М. : ПолиМедиа Пресс, 2004. – 432 с.

## СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

### ОСОБЕННОСТИ ПРОПУСКА ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ ЧЕРЕЗ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА р. СЫЧЕВКА КУШНАРЕНКОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

*Дьячкова Д.А.*

Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

В работе представлены результаты анализа пропуска весеннего половодья на р. Сычевка Кушнаренковского района Республики Башкортостан.

*Ключевые слова:* водосборный бассейн, максимальные снегозапасы, снегомерная съемка, весенний сток, весеннее половодье, расход воды, сток.

**Введение.** Ураганы, наводнения, землетрясения, цунами, наблюдавшиеся на земном шаре в течение последних десятилетий, показывают, что климатические изменения все активнее приводят к росту числа экстремальных явлений, вызванных природными факторами. Наводнения по площади охватываемых территорий и наносимому материальному ущербу превосходят все остальные стихийные бедствия. Территория России, подверженная затоплению, составляет 400 тыс. км<sup>2</sup>, на ней проживает более 4,6 млн. человек. Согласно районированию территории России по генезису паводков отмечается, что половодья, вызванные снеготаянием, распространены на большей части территории нашей страны. За последние 20 лет в России произошло порядка десяти масштабных наводнений, вызванных подъемом уровня рек. Так, в 2012 году в Краснодарском крае в районе г. Крымска произошло сильнейшее наводнение, вызванное резким подъемом уровня воды в небольшой р. Адагум. В результате в городе погибли 153 человека, более 60 тысяч человек были признаны пострадавшими, а полностью разрушенными оказались 1,69 тысячи домов [1]. Причинами наводнения стали интенсивные дождевые осадки, в результате которых на водосбор реки за 2 суток выпало 3-5 месячных норм осадков.

7 августа 1994 года на Тирлянском водохранилище в Башкирии произошел прорыв плотины и неконтролируемый сброс 8,6 млн. м<sup>3</sup> воды. В зоне затопления оказалось 4 населенных пункта, 85 жилых домов было полностью разрушено. В результате трагедии погибло 29 человек, а 786 остались без крова. Ущерб оценивался в 52,3 млрд. неденоминированных рублей [2]. По этой причине становится актуальной необходимость изучения поверхностного стока весеннего половодья с учетом природных особенностей конкретного водосборного бассейна.

Целью данной статьи является изучение особенностей пропуска поверхностного стока весеннего половодья на малой реке лесостепной зоны Республики Башкортостан в 2016 году.

Объектом исследования выбран пруд на р. Сычевка в Кушнаренковском районе. Пруд расположен в 3 км северо-западнее с. Кушнаренково. Основное назначение пруда – регулирование местного стока и защита прилегающих земель от водной эрозии. Полная емкость пруда – 1,065 млн. м<sup>3</sup>, полезная емкость – 1,025 млн. м<sup>3</sup>, мертвый объем – 0,04 млн. м<sup>3</sup>. Площадь зеркала при НПУ – 26,2 га, отметка НПУ – 113,27 м БС, отметка ФПУ – 115,93 м БС. Площадь водосборного бассейна пруда – 24 кв. км. Длина пруда 1,5 км, средняя глубина – 4,07 м, максимальная – 10 метров. Объем стока весеннего половодья при 1% обеспеченности –



8,93 млн.м<sup>3</sup>, при 75% обеспеченности – 2,5 млн.м<sup>3</sup>. Эксплуатацией пруда занимается Уфимское УЭМВС ФГБУ «Управление «Башмелиоводхоз».

Источником поверхностного стока в период весеннего половодья являются атмосферные осадки на водосборном бассейне (твердые – снег, выпавший за холодный период года, а также жидкие – дождь, выпавший на территории водосбора в период половодья) [4]. Количество атмосферных осадков, которые поступают на водосборный бассейн реки значительно варьируется по годам. В то же время, количество жидких осадков, которое поступит на водосбор и будет участвовать в формировании поверхностного стока во время весеннего половодья заранее предсказать невозможно. Это величина прогнозируемая. В отличие от них, твердые атмосферные осадки (запасы воды в снежном покрове), поддаются реальному измерению. Для определения максимальных снегозапасов на водосборном бассейне водного объекта часто используется метод маршрутных снегомерных съемок [3]. Сущность метода заключается в том, что на водосборной площади водохранилища выбираются репрезентативные маршруты, пересекающие водосбор по характерным элементам рельефа местности. При движении по маршруту наблюдатель через каждые 20 метров снегомерной рейкой М-103 производит измерения высоты снежного покрова, через 200 метров производится определение плотности снежного покрова весовым снегомером ВС-43. Результаты измерений заносятся в журнал. По результатам снегомерных съемок определяется средняя высота снежного покрова и средняя плотность снега на маршруте. По средней плотности и высоте снежного покрова определяется слой воды в снеге. Слой воды на водосборе определяется как средневзвешенная величина по всем маршрутам. Объем воды, аккумулированный в снежном покрове, рассчитывается как произведение слоя воды на площадь водосборного бассейна.

Маршрутная снегомерная съемка на водосборе пруда была проведена 2 марта 2016 года. Расчетный объем воды в снежном покрове на водосборе по результатам маршрутной снегомерной съемки составил 2,2 млн.м<sup>3</sup> (таблица). Среднемноголетнее значение максимальных запасов воды в снежном покрове на водосборе – 2,6 млн. м<sup>3</sup>. Как видим накопление твердых осадков к началу активного снеготаяния на водосборном бассейне р. Сычевка составило 85% нормы.

Таблица

**Расчет объема воды в снежном покрове водосборного бассейна пруда на р. Сычевка на начало марта 2016 г.**

Средняя высота снежного покрова, см	Средняя плотность снежного покрова, г/см <sup>3</sup>	Слой воды в снежном покрове, мм	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Объем воды, аккумулированный в снежном покрове на водосборной площади, млн. м <sup>3</sup>
33	0,28	91	24	2,2

По данным гидротехнической службы эксплуатирующей организации отметка уровня воды в водохранилище на начало половодья составляла – 112,0 м БС. Объем пруда – 0,705 млн.м<sup>3</sup>. Интенсивный приток воды в пруд на р. Сычевка начался 31 марта 2016 г. Величина среднесуточного притока воды составила 27 тыс. м<sup>3</sup>. Наполнение пруда до отметки НПУ (113,27 м БС) произошло 1 апреля. Максимальный приток воды отмечался 3 апреля, когда уровень за сутки поднялся на 129 см до отметки 113,44 м БС, а суточный приток к створу плотины составил 299 тыс. м<sup>3</sup>. С 1 апреля по достижении нормального подпорного уровня (НПУ) сброс воды осуществлялся через паводковый водосброс автоматического действия. Паводковый водосброс представляет собой водосборный канал с водосливным по-

рогом в голове канала и консольным водосбросом в хвосте канала. Пропускная способность водосбросных сооружений при 1% обеспеченности – 33,4 м<sup>3</sup>/сек., при 3% обеспеченности – 25,7 м<sup>3</sup>/сек. Максимальный суточный сбросной расход составил 302 тыс.м<sup>3</sup>. В дальнейшем отмечено снижение притока и понижение уровня воды до отметок 113,35-113,32 м БС и стабилизация уровня на этой отметке. 26 апреля уровень воды достиг отметки 113,27 м БС и сброс воды через водосбросное сооружение прекратился. Активная фаза половодья в 2016 г. на р. Сычевка составила 27 суток. По данным наблюдений гидротехнической службы за этот период объем стока весеннего половодья через створ пруда на р. Сычевка составил – 2,57 млн.м<sup>3</sup>. В том числе сброс через водосбросные сооружения – 2,397 млн.м<sup>3</sup>. Таким образом, прошедшее весеннее половодье 2016 г. на р. Сычевка характеризуется 75% обеспеченностью стока.

Рассчитаем количественную составляющую атмосферных осадков, поступивших на водосбор от момента снегосъемки до окончания весеннего половодья. Для этого используем данные ближайшей метеостанции ФГБУ «Башкирское УГМС», расположенной в с. Кушнареново. За период с момента проведения снегосъемки до окончания половодья по метеостанции Кушнареново выпало 76 мм осадков. Средняя за период наблюдений норма осадков по нашим расчетам составляет 43 мм. Величина выпавших осадков достигает значения 176% от нормы. Поступление воды на водосборный бассейн за счет атмосферных осадков, выпавших с момента проведения снегосъемки до окончания половодья, составило 1,824 млн.м<sup>3</sup>. Суммарный объем воды на водосборе, участвующей в формировании поверхностного стока в период весеннего половодья 2016 года составил 4,0 млн. м<sup>3</sup>. Ряд авторов показывают, что исследования, проведенные на водосборах малых рек, позволяют выявить как качественные, так и количественные взаимосвязи между стокообразующими факторами [5]. Анализируя результаты прошедшего весеннего половодья на р. Сычевка приходим к следующим выводам. К началу весеннего половодья 2016 г. объем воды, аккумулированный в снежном покрове за период ноябрь-февраль составил 85% нормы. Объем воды, поступившей на водосбор с атмосферными осадками за период март-апрель, существенно превысил норму (176%). Стокообразующий объем вод на рассматриваемом водосборе составил 4 млн.м<sup>3</sup>. Величина поверхностного стока за период весеннего половодья составила 64% стокообразующего объема на водосборе. Потери стока на впитывание воды в почву, испарение с поверхности снега в этом случае достигли 36% стокообразующего объема.

В целях прогнозирования объема стока весеннего половодья и предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с наводнениями, необходимо продолжить изучение стокообразующих факторов на водосборах малых рек и производство гидрологических наблюдений на ведомственных постах.

#### Список литературы

1. Волосухин В. А. Наводнения на Кубани. Проблемы и задачи / В. А. Волосухин, О. М. Щурский // Гидротехника. – 2012. – № 4. – С. 6-10.
2. Дорохина О. В. Крупнейшие наводнения в России за последние 20 лет / О. В. Дорохина // Коммерсант. – 2012. – № 123. – С. 2.
3. Комиссаров А.В. Снегозапасы, как фактор формирования весеннего половодья в бассейне реки Таналык / А.В. Комиссаров, Ю.А. Ковшов // Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 2011. – С. 213-215.
4. Гареев А.М. Некоторые особенности изменчивости максимальных расходов воды весеннего половодья в зависимости от влияния стокообразующих факторов (на примере бассейнов рек Башкирского Предуралья) / А.М. Гареев, П.Н. Зайцев, А.В. Комиссаров // Вестник Башкирского государственного университета. – 2015. – Т.20, №2. – С. 478-484.
5. Комлев А. М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2002. – 163 с.

## ПРИРОДНЫЕ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ КАК ОБЪЕКТЫ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Пичугина Н.В.**

доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии, канд. геогр. наук,  
доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов

**Затонский В.А.**

инженер учебной лаборатории геоинформатики и тематического картографирова-  
ния географического факультета, Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия, г. Саратов

**Неврюев А.М., Музюкина Т.М.**

студенты географического факультета, Саратовский национальный  
исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,  
Россия, г. Саратов

На территории Воскресенского, Саратовского и Красноармейского районов Саратовской области находится 14 памятников природы и 59 памятников археологии. Знакомство с этими объектами во время экскурсий или виртуальных путешествий поможет лучше узнать природу, население и историю родного края.

*Ключевые слова:* правобережье Саратовской области, лесостепь, степь, памятники природы, археологические памятники, познавательная деятельность.

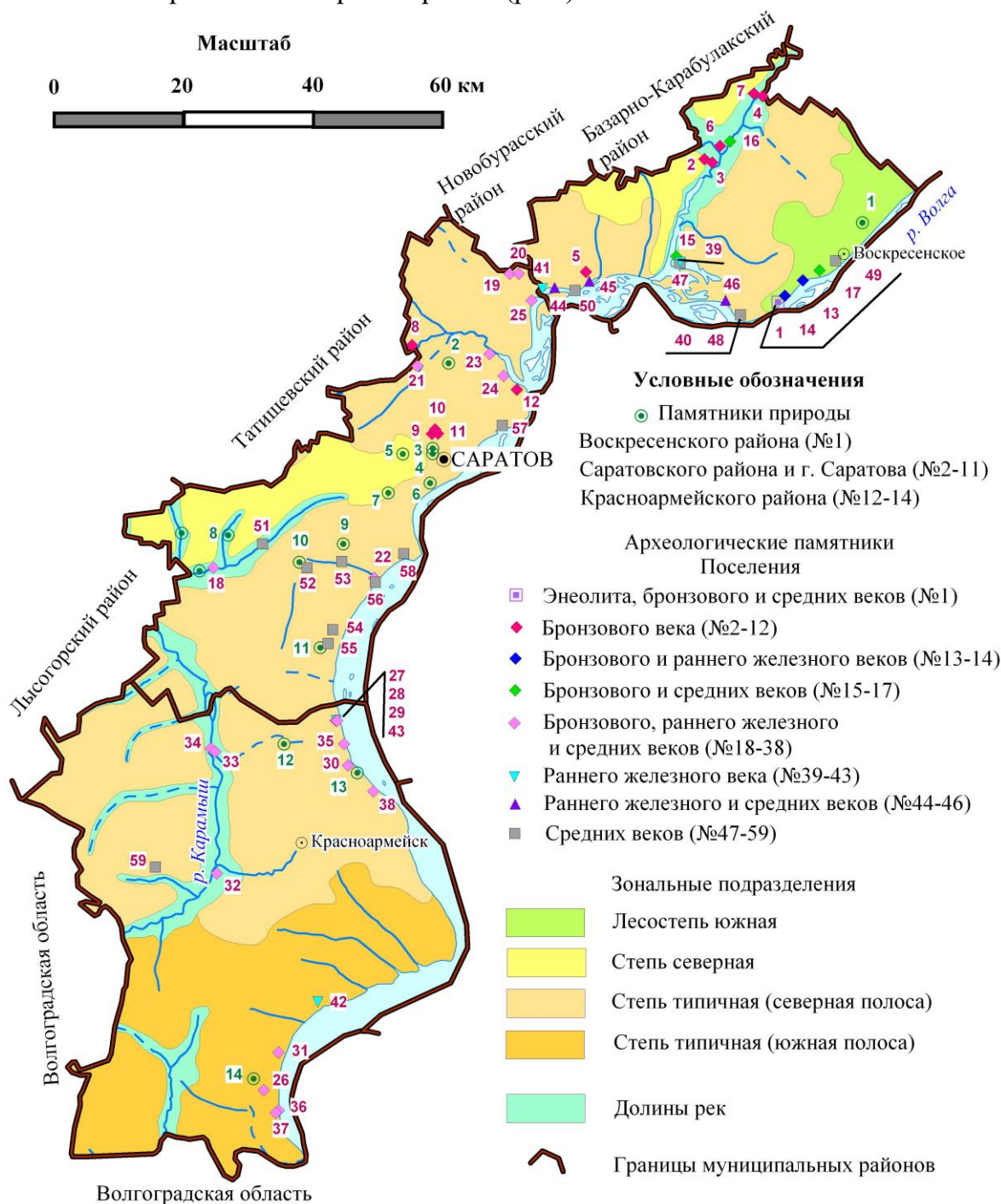
Познавательная деятельность реализуется как в рамках учебного процесса, так и во время отдыха. К природному блоку, располагающему ресурсами для удовлетворения потребности в получении знаний о природе, относятся памятники природы, ботанические сады, дендрарии, национальные парки и др. В культурно-исторический блок входят памятники археологии, памятники архитектуры, музеи, этнографические комплексы и др. Следует отметить, что памятники природы (ПП) и памятники археологии образуют особую категорию в системе познавательных ресурсов. С одной стороны, они, несомненно, интересны для познания, а с другой стороны нуждаются в охране. Подобная группа объектов и рассматривается в представленной работе на примере трех муниципальных районов Саратовского Правобережья.

*Методы исследования:* картографический метод с использованием геоинформационных технологий, сравнительно-аналитический метод. *Фактический материал:* научные статьи и монографии, картографические источники, список археологических памятников, Интернет-ресурсы.

*Исследуемая территория.* Воскресенский, Саратовский и Красноармейский муниципальные районы, а также г. Саратов находятся на Приволжской возвышенности (высота – 15-308 м над у.м.), граничат на востоке с Волгоградским водохранилищем. Большая часть рассматриваемой территории относится к бассейну Волги (реки Терешка, Чардым, Курдюм, Петровка, Роцца, Каменка, Золотуха, Морозовка и др.). Юго-западную часть Саратовского района и западную часть Красноармейского района дренируют реки Донского бассейна, среди которых Латрык, Карамыш, Рыбка, Норка, Горючка, Таловка, Сплавнуха, Топовка, Иловля и др.

Согласно ландшафтному районированию [3, 7], для рассматриваемой территории характерны лесостепные (северо-восток Воскресенского района) и степные ландшафты. В правобережье Терешки, а также на Лысогорском массиве к северу от реки Латрык распространена северная степь на черноземах обыкновенных, на остальной территории – типичная степь. К северу от верховьев рек Карамыш и Каменка представлена северная полоса типичной степи на черноземах южных, к югу – южная полоса типичной степи на темно-каштановых почвах.

*Результаты исследования.* На основе источников [3-7] была составлена карта, на которой отображены природные и археологические памятники (поселения) юго-востока Саратовского Правобережья (рис.).



**Памятники природы** на территории Воскресенского района: 1) Змеёвы горы (профиль – ланд., биол.); Саратовского района и г. Саратова: 2) местонахождение «Дубки» (геол.), 3) дендрарий ГНУ НИИСХ Юго-Востока (бот.), 4) ботанический сад СГУ (бот.),

5) Кумысная поляна (ланд., биол., геол.), 6) городской парк культуры и отдыха имени А.М. Горького (ланд.-бот.), 7) карьер «Заплатиновка» (геол.), 8) урочище «Поповские сосняки» (ланд.), 9) урочище «Буданова гора» (ланд.-бот., геол.), 10) Буркинский лес (ланд.-бот.), 11) урочище «Пудовкин буерак» (ланд., геол.); *Красноармейского района*: 12) родник у с. Луганское (гидр.), 13) оползни у с. Мордово (ланд., бот., геол.), 14) Нижне-Банновский (ланд., биол., геол.).

**Археологические памятники (поселения) энеолита, бронзового и средних веков:** 1) Поселение Хлопков бугор; *бронзового века*: 2) Поселение Комаровка-2, 3) Поселение Комаровка-1, 4) Поселение Нечаевка-1, 5) Чардымское селище-7, 6-12) Поселение; *бронзового и раннего железного веков*: 13) Поселение Воскресенское-3, 14) Поселение Березняки-1; *бронзового и средних веков*: 15) Поселение Турчий взвоз, 16) Поселение, 17) Поселение Воскресенское-2, *бронзового, раннего железного и средних веков*: 18-21) Поселение, 22) Поселение Хмелевка-2, 23) Городище Петровский городок, 24-25) Городище, 26) Городище Лапки, 27) Дюнная стоянка, 28) Селище Сосновка-1, 29) Поселение Сосновка-2, 30) Селище Сады, 31) Поселение, 32) Поселение Карамышев-ка, 33) Поселение Бобровка, 34) Поселение Паницкое, 35) Поселение Еланский ручей, 36) Селище, 37) Поселение Яр, 38) Ахматское городище; *раннего железного века*: 39) Кошелевское городище, 40) Поселение, 41) Чардымское городище-5, 42) Городище, 43) Поселение; *раннего железного и средних веков*: 44) Чардымское городище-1, 45) Чардымское городище-3, 46) Поселение (Городок Стеньки Разина); *средних веков*: 47) Поселение Пиманова гора, 48) Поселение, 49) Поселение Воскресенское-1, 50) Чардымское селище-5, 51) Поселение Константиновка, 52) Поселение, 53) Поселение Багаевское, 54) Поселение Широкий Буерак, 55) Поселение, 56) Поселение Хмелевка-1, 57) Поселение, 58) Городище Укек (Увек), 59) Поселение Топовка.

Рис. Природные и археологические памятники на территории Воскресенского, Саратовского и Красноармейского районов (составлено по: [3-7])

На территории Саратовского района и г. Саратова находится 10 ПП (2,7% от площади района), в Красноармейском районе – 3 ПП (4,3%), в Воскресенском районе – 1 ПП (3,6%) [4]. Площадь четырех памятников природы (Буркинский лес, Кумысная поляна, Змеёвы горы, Нижне-Банновский) варьирует от 13,6 до 140,2 км<sup>2</sup>. Для остальных памятников природы характерны площади от 0,07 км<sup>2</sup> (дендрарий ГНУ НИИСХ Юго-Востока) до 5,57 км<sup>2</sup> (урочище «Пудовкин буерак»). Некоторые ПП состоят из нескольких кластеров, например, Змеёвы горы, урочище «Поповские сосняки» и урочище «Буданова гора». Для всех ПП рекомендуется соблюдение режима охраны [4].

В дендрарии ГНУ НИИСХ Юго-Востока и ботаническом саду СГУ осуществляется научная деятельность, проводятся учебные и производственные практики, экскурсии. Территория городского парка культуры и отдыха имени А.М. Горького предназначена для рекреации. В пределах ПП «Кумысная поляна» для школьников и студентов иногда организуются экскурсии, знакомящие с био-разнообразием природных ландшафтов. Нередко территории ПП население использует для прогулок, сбора лекарственных трав, грибов и ягод.

В пределах рассматриваемых районов находится 59 памятников археологии (табл.), при этом около 50,9% из них содержат материалы, характеризующие разные археологические культуры.

**Распределение памятников археологии по муниципальным районам  
юго-востока Саратовского Правобережья**

Муниципальные районы	Памятники археологии*, штук								
	Всего	1	2	3	4	5	6	7	8
Воскресенский	22	1	6	2		3	3	3	4
Саратовский	21		5		3	5			8
Красноармейский	16					13	2		1
Всего	59	1	11	2	3	21	5	3	13

Примечание. \* Памятники археологии: 1) энеолита, бронзового и средних веков; 2) бронзового века; 3) бронзового и раннего железного веков; 4) бронзового и средних веков; 5) бронзового, раннего железного и средних веков; 6) раннего железного века; 7) раннего железного и средних веков; 8) средних веков.

Например, на территории Красноармейского района Ахматское городище, обнаруженное в 1904 г., в разные годы изучалось исследователями (С.А. Щеглов, А.А. Спицын, Б.В. Зайковский, П.С. Рыков, Ю.В. Деревягин и др.) [2, с. 161-162]. Раскопки, проведенные на этом объекте, «...подтвердили присутствие в отложениях памятника разнокультурных материалов эпох средней и поздней бронзы, раннего железного века, средневековья» [2, с. 164]. Наличие на объектах слоев с материалами нескольких археологических культур увеличивает представительство этих культур на рассматриваемой территории. Согласно списку [6], из 59 памятников археологии 64,4% поселений имеет слои с материалами, характеризующими бронзовый век, 52,5% – ранний железный век, 69,5% – средние века.

*Закключение.* Памятники природы и памятники археологии имеют особую ценность для изучения родного края. Ограничения на использование (за исключением научных исследований) таких объектов частично преодолеваются. Это происходит, когда подобные объекты выступают как часть природных и культурно-исторических ресурсов для организации познавательной деятельности. И. Цыгуров [9] предлагает одной из форм альтернативного туризма считать «археологический образовательный туризм», в рамках которого могут осуществляться археологические программы «...для всех уровней образования по истории, культурологии, туризму, археологии...» [9, с. 82]. Е.А. Ковешникова приводит пример использования археологических и палеонтологических памятников, а также информации о современной флоре и фауне Чебулинского района Кемеровской области при реализации экскурсионно-туристического маршрута «Кемерово – п. Верх-Чебула – с. Шестаково – Кемерово» [1, с. 75]. Н.И. Хамнаева и Е.Т. Цыnguнова в качестве одного из видов познавательного туризма рассматривают фототур, во время которого путешественники знакомятся с красотой и разнообразием ландшафтов, представителями флоры и фауны, учатся или совершенствуют свои умения в фотосъемке [8].

14 природных и 59 археологических памятников юго-востока Саратовского Правобережья также могут быть задействованы в познавательной деятельности, реализуемой во время путешествия по экологической тропе, экскурсии или фототура. Дополнительно знакомство с этими объектами целесообразно осуществлять в виртуальной среде, сформировав соответствующий информационно-познавательный ресурс. В настоящее время значительная часть природных и археологических памятников не вовлечена в познавательный процесс, а используется узким кругом специалистов в рамках научно-исследовательской работы.

### Список литературы

1. Ковешникова Е.А. Формирование археологического и палеонтологического туризма в Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2016. №2(35) С. 73-78.
2. Кузнецова Е.В., Лопатин В.А. Исследования на Ахмате // Археология Восточно-Европейской степи: Межвуз. сб. науч. тр. / под ред. В.А. Лопатина. Саратов, 2015. Вып. 11. С. 160-178.
3. Макаров В.З., Пичугина Н.В. Ландшафтное районирование Саратовского Правобережья // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 13-16.
4. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрорезерваты, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области; науч. ред. В.З. Макаров. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2007. 300 с.
5. Пятницына Т.В., Безверщенко Л.С. Климатические условия золотоордынского города Укек и его окружи // Тенденции развития современного естествознания и технических наук : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 октября 2017 г. : в 2 ч. / под общ. ред. Е.П. Ткачевой. Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2017. Ч. II. С. 25-28.
6. Список выявленных объектов археологического наследия, расположенных на территории Саратовской области по состоянию на 25 июля 2007 г. // Приложение к Приказу министерства культуры Саратовской области от 25 июля 2007 г. № 01-05/189 / Министерство культуры Саратовской области. Саратов, 2007. 588 с.
7. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / В.В. Аникин, Е.В. Акифьева, А.Н. Афанасьева [и др.]; гл. ред. А.Н. Чумаченко, отв. ред. В.З. Макаров. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. 144 с.
8. Хамнаева Н.И., Цыгунцова Е.Т. Разработка познавательного тур маршрута по Баргузинскому району республики Бурятия «Прекрасное должно быть рядом» // Россия-Казахстан: приграничное сотрудничество, музейно-туристический потенциал, проекты и маршруты к событиям мирового уровня: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Самара, 2016. Вып. 1. URL: <https://regrazvitie.ru/wp-content/uploads/2016/02/Hamnaeva-TSyngunova.pdf>
9. Цыгуров И. Культурно-историческое наследие как ключевой аспект развития регионального туризма // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. 2016. № 2. С. 81-83.

### ПРОБЛЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ: ОСОБЕННОСТИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ

**Решняк В.И.**

заведующий кафедрой химии и экологии, д-р техн. наук, профессор,  
Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова,  
Россия, г. Санкт-Петербург

**Морозова Е.М.**

доцент кафедры химии и экологии,  
Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова,  
Россия, г. Санкт-Петербург

**Решняк К.В.**

старший преподаватель кафедры химии и экологии,  
Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова,  
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье приводится анализ особенностей процесса потребления вещества человеком. Показано, что особенности потребления человеком природных ресурсов определяют наличие значи-

тельной части экологических проблем общества. Показано также, что основные пути решения проблемы потребления природных ресурсов вытекают из упомянутых особенностей.

*Ключевые слова:* потребление природных ресурсов, особенности потребления природных ресурсов.

Потребление природных ресурсов является естественной и неотъемлемой стороной существования любой экологической системы, например, популяции вида, в том числе – человека. Любая экологическая система, являясь системой открытой, существует за счет ресурсов окружающей среды [1]. Обмен веществ у всех живых организмов с окружающей средой включен в общие естественные круговороты вещества в природе. При этом круговорот веществ, характеризуется одновременно сложными превращениями вещества. Однако, образующиеся в результате этих превращений вещества естественным образом перерабатываются окружающей природной средой и эти вещества не исключаются из естественных его круговоротов.

Существование людей так же, как и любых других живых организмов, невозможно без обмена веществом и энергией, который включает в себя и потребление. Однако, процесс потребления природных ресурсов человеком сопровождается появлением многих проблем, чего нет в природе. Вероятно потому, что процессы потребления природных ресурсов человеком и другими живыми организмами значительно отличаются. Причиной такого отличия являются те особенности, которые характеризуют процесс потребления природных ресурсов человеком. Эти особенности заключаются в следующем.

Прежде всего, необходимо обратить внимание на то, что часть вещества потребляется человеком так же, как и другими живыми организмами, для удовлетворения физиологических потребностей. Обмен веществом по этому направлению мог бы не нарушать естественных круговоротов вещества, являясь его частью. Однако, потребление вещества человеком характеризуется возникновением некоторого избытка. Все остальные живые организмы берут из окружающей среды ровно столько, сколько им нужно для существования. Упомянутый избыток в свое время был началом новых отношений в социуме, в частности, появлением экономических отношений, а также началом совершенствования производства, что только способствовало увеличению этого избытка и, в конечном счете, увеличению потребления природных ресурсов. То есть уже только факт чрезмерного количества проживающих на земном шаре людей и неравномерное их распределение порождает проблему истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды. Однако существуют и другие обстоятельства, которые еще более усугубляют эту проблему.

Кроме физиологических потребностей существование человека характеризуется наличием потребностей социальных и социально-физиологических [2], которые отсутствуют в среде других живых организмов. Указанное обстоятельство одновременно является еще одной особенностью потребления природных ресурсов. Желание удовлетворять свои потребности, прежде всего, социально-физиологические и социальные, является основной движущей силой поступков людей в процессе своего существования и определяет, в том числе, особенности процесса потребления природных ресурсов. Социальные и социально-физиологические потребности формируются в социуме и являются результатом социальных процессов, в которых принимает участие человек. Другими словами в формировании этих потребностей человек может и принимает активное участие.



Однако, не только огромное количество потребляемых ресурсов было причиной возникновения ресурсной проблемы, но и способы их использования, которые со временем менялись. В данном случае под способом использования подразумеваются тот способ предварительной переработки или подготовки исходного природного вещества, который необходимо было осуществить для последующего его использования.

Подготовка или переработка природных ресурсов для получения новых готовых к использованию веществ и материалов может иметь разный характер. Можно выделить два основных способа переработки или подготовки природных ресурсов вещества:

- механическая обработка;
- физико-химические превращения.

Механическая обработка, чаще всего, позволяла придать исходному материалу нужную форму. Например, одним из основных природных ресурсов, используемым во многих случаях и в больших количествах была древесина. Очень долго люди использовали древесину для изготовления подавляющего большинства изделий, которыми пользовались в жизни. Однако, использование древесины для изготовления каких-либо изделий требовало заготовке – стволу дерева, придать нужную форму. Это обеспечивалось механической обработкой заготовки. При этом физико-химические свойства природного вещества не менялись.

После использования изделия из древесины превращались в отходы и оказывались в окружающей среде, где как природная субстанция ею поглощались и перерабатывались. Чаще всего, изделия из древесины даже не успевали оказаться в стадии отходов, так как их разрушение и «растворение» в окружающей среде начиналось раньше – в процессе использования изделий.

Другим способом использования природных ресурсов, как было сказано выше, является более глубокая их переработка. Такая глубокая переработка предполагает физико-химические превращения, когда исходное природное вещество претерпевает радикальные необратимые преобразования, что приводит к появлению новых веществ или материалов. Например, перегонка нефти, выплавка металлов из руды, расплавление песка.

Принципиальное отличие упомянутых выше способов переработки исходных природных ресурсов вещества для их последующего использования заключается в том, что изменение их физико-химических свойств и превращение природного вещества в другое вещество, что уже не позволяет этому новому веществу вернуться в естественные круговороты вещества в природе и принимать в них предусмотренное природой участие.

Последнее обстоятельство еще как одно из основных лежит в основе проблем потребления и использования природных ресурсов вещества человеком.

Природные ресурсы вещества используются также для получения энергии. Получение и использование энергии человеком приводит часто к необратимому превращению вещества, например, в результате сжигания, а также к загрязнению окружающей среды и другим отрицательным последствиям. Наиболее существенным отрицательным последствием использования человеком энергии является нарушение мирового энергетического баланса [3].

Процессы использования энергии человеком и другими живыми организмами также принципиально отличаются друг от друга. Потребление энергии живыми организмами происходит на бессознательном уровне. Количество энергии, занятое

в процессах организации жизни живых организмов определяется законами природы и строго сбалансировано. Основными источниками получения энергии в процессе существования живых организмов являются химические превращения веществ в процессе питания (внутренний источник) и солнце, которое является внешним источником тепловой энергии и энергии, которая участвует в процессе фотосинтеза, в конечном счете, превращаясь в упомянутую энергию питательных веществ. Получаемая живыми организмами энергия используется ими только для поддержания собственного существования, то есть для поддержания жизнедеятельности самого организма.

По-другому выглядит процесс получения и использования энергии человеком. Большую часть потребляемой энергии человек получает, осознано, осуществляя определенную деятельность, например, добывая и сжигая нефть или газ, создавая гидроэлектростанции и так далее. Количество энергии продуцируемой и используемой человеком в определенных (значительных) пределах не подвластно законам природы и, как уже было сказано, вносит дисбаланс в мировые процессы движения и превращения энергии.

Получение некоторой части энергии, необходимой для существования, человек осуществляет с помощью тех же механизмов, которые природа использует для обеспечения существования всех живых организмов. Однако, существенно большую часть производимой энергии человек использует для искусственного формирования условий своего существования – обеспечения теплом и светом в местах своего обитания, строительства жилища и дорог, изготовления транспортных средств, предметов быта, перемещения грузов и для других целей. В конечном счете, эта дополнительная энергия значительно повышает выживаемость человека. Его адаптационные способности перерастают в активное покорение окружающего пространства и подчинение себе условий существования и их формирование. В этом есть еще одно из принципиальных отличий в способе организации собственного существования человека и остальных живых организмов. Живые организмы приспособляются к условиям окружающей среды, а человек создает те условия, в которых ему будет комфортно существовать.

Практически всю свою историю люди получали энергию в результате сжигания древесины. Эта энергия давала тепло и свет. Позже люди научились ее использовать для выполнения механической работы, например, перемещать транспорт, приводить в движение различные машины и механизмы. И только сравнительно недавно для этой цели начали использовать сжигание продуктов переработки нефти, а также другие способы получения энергии.

Практически единственным в недавнем прошлом и самым распространенным сейчас способом получения энергии является процесс сжигания вещества – топлива. Получение энергии путем сжигания такого топлива, как нефть, уголь и газ, сопровождается уничтожением вещества. Те нефть, газ и уголь, которые сожгли люди, уже больше никогда не появятся в природе, в этом мире. Древесина является восстанавливаемым топливным ресурсом, но только в том случае, если интенсивность ее потребления в качестве топлива не будет превышать скорость естественного восстановления ее запасов.

Получение атомной энергии также связано с превращением вещества. Хотя этот способ получения энергии не приводит к такому загрязнению окружающей среды, как сжигание углеводородного топлива, цена этого способа пока остается достаточно высокой. Это тяжелые последствия аварийных ситуаций.

Использование энергии водных потоков, связанное со строительством плотин и созданием водохранилищ, приводит к значительным нарушениям экологических систем и пространства, которое населяют живые организмы, а также к изменению микроклимата.

Таким образом, основными особенностями процессов антропогенного (с участием человека) обмена веществом и использования энергии являются:

- потребление вещества и использование энергии человеком происходит не только для удовлетворения физиологических потребностей подобно всем другим живым организмам, но и потребностей социальных и социально-физиологических;
- процесс использования человеком вещества и получения энергии сопровождается необратимыми превращениями вещества и появлением новых веществ;
- потребление вещества и энергии человеком осуществляется в количествах значительно больших, чем это необходимо для удовлетворения физиологических потребностей, и это количество непропорционально растет с увеличением населения Земли.

Вышеприведенный анализ особенностей процесса потребления человеком вещества и энергии позволяет нам сформулировать основные направления решения проблем, возникающих в процессе потребления человеком природных ресурсов. Авторам настоящей статьи представляется три таких основных направления.

Первое из них направлено на снижение объема потребляемых ресурсов вещества. Это направление обеспечивается путем:

- регулированием потребностей человека;
- повторным использованием веществ и материалов в антропогенных потоках вещества;
- регулированием процессов получения новых веществ и материалов и использования уже существующих;
- снижением или отказом от использования невозобновляемых ресурсов вещества для получения энергии.

Целью второго направления является снижение влияния человека на мировой энергетический баланс. В настоящее время это направление является наименее изученной областью, в которой пока отсутствуют сколь-нибудь ясные представления о том, как эта проблема может решаться.

Еще одно направление связано со снижением (полное прекращение вряд ли возможно) уровня разрушений природных экологических систем и уровня деградации среды обитания сообществ. Последнее обеспечивается:

- отказом или уменьшением количества гидроэлектростанций на равнинных реках;
- расширением применения кинетической составляющей энергии водных потоков;
- применением способов эксплуатации искусственных экологических (сельскохозяйственных) систем, снижающих темпы деградации биотопа;
- применением стратегии формирования населенных мест, обеспечивающей снижение антропогенной нагрузки на природные экологические системы.

Каждое из сформулированных выше направлений решения проблемы потребления природных ресурсов представляет собой комплекс организационных мероприятий и технических средств. Реализация этих направлений уже начинает осуществляться, хотя и в разной степени. Например, последние несколько десятков лет человечество занимается активным поиском новых способов получения энер-

гии, которые позволили бы отказаться от сжигания углеводородного топлива. Все шире начинает применяться утилизация как способ повторного использования вещества отходов. Разработаны и используются механизмы регулирования загрязнения окружающей среды. Однако, по некоторым направлениям предстоит еще приложить немалые усилия для их реализации. Во многих случаях общество еще находится на пороге осознания некоторых из сформулированных выше возможностей решения проблем природопользования. Например, мы еще не много говорим о регулировании наших потребностей, причем именно таком, которое позволило бы снизить потребление природных ресурсов. Пока наши потребности регулируются в сторону увеличения потребления. Не регулируемым (с точки зрения решения проблем природопользования) является процесс использования уже существующих веществ и материалов, а также получения новых. К таким веществам и материалам в основном предъявляются требования эксплуатационного характера и не учитываются, например, возможности их эффективной утилизации. Конечно, с одной стороны, есть определенная объективность и закономерность в таком состоянии проблемы природопользования, но, с другой стороны, характер современного состояния проблемы взаимодействия природы и общества требует более активной деятельности общества в области решения этой проблемы. И здесь уместным является обратить внимание на актуальность такого фактора, как мотивация деятельности на разных уровнях общества (от международного, государственного до индивидуального, личностного) в области решения проблем потребления природных ресурсов.

#### **Список литературы**

1. Медников Б.М. Биология: формы и уровни жизни. – М.: Просвещение, 1994. – 415 с.
2. Маклаков, А. Г. Общая психология. – СПб.: Питер, 2002. – 592 с.
3. Голубев Г.Н. Основы геоэкологии. – М.: изд-во «Проспект», 2013. – 401 с.

**INFLUENCE INVESTIGATION OF MECHANICAL ACTIVATION OF SHEET METAL ROLLING IN THE CONTOUR LASER CUTTING PROCESSES**

***Kokorin V.N.***

Professor of department of material science and metal forming,  
Doctor of Technical Science, professor, Ulyanovsk State Technical University,  
Russia, Ulyanovsk

***Zhukova Y.V.***

Senior Teacher of department of foreign languages,  
Ulyanovsk State Technical University, Russia, Ulyanovsk

***Podmarev D.R.***

Postgraduate student of department of material science and metal forming,  
Ulyanovsk State Technical University, Russia, Ulyanovsk

The given article deals with the production methods and basic requirements imposed on workpieces in the contour laser cutting process. Besides, an innovative method of laser contour cutting for the mechanical activation of rolled metal is considered. It gives the significant opportunity to increase the technological capabilities of separation operations.

*Keywords:* sheet metal rolling, contour cutting, laser cutting, cut surface, separation operations, sheet metal stamping.

The following requirements are imposed on rough workpieces regardless of ways and methods for their production:

- in the first processing operation the surfaces used as basic ones must be clean without burrs or other defects in order to avoid significant setting errors in further processing or assembling;
- the mechanical and physical properties of the workpiece material, its chemical composition, structure and granularity must be stable in the entire volume, the workpiece surfaces must not have mechanical damages, otherwise, low-quality parts may be produced;
- the geometric dimensions of workpieces should approximate the geometric dimensions of the finished part;
- the material utilization factor should be maximum, while the further processing should be less labour intensive. According to the drawing the high-quality part (in terms of dimensions and surface roughness) must be obtained [3].

When choosing the workpiece production method of obtaining a particular part, first of all, it is necessary to be guided by the workpiece material and requirements for the part, especially for the most appropriate workpiece obtaining method.

High-energy methods of sheet materials processing and contour laser cutting of sheet metal rolling have come to the wide use in industry.

Among the key issues of using powerful lasers for cutting thick plate metals are:

- increasing the metal thickness reduces the process speed;
- poor quality of cut surface is characterized by increased roughness and burr.

To improve the quality of laser cutting it is recommended minimizing the thermal effect on workpiece metal in order to reduce the thermal conductivity while ensuring the localization of the thermal gradient [2].

It is necessary to highlight that some issues of mechanical activation due to the applied force are considered [5]. Besides, strain metal hardening reduces its thermal conductivity while crystal lattice defects density (dislocations, point defects, twin boundaries, etc.) is increasing [4].

In order to improve the separation operations effectiveness of sheet metal stamping, the Department of Materials Science and Metal Forming of the Ulyanovsk State Technical University calls attention to a new method of laser contour cutting for the mechanical activation of rolled metal [1], which gives the significant opportunity to increase the technological capabilities of separation operations.

An experimental work was carried out by using strip workpieces made of steel 20, 40, 12X18, aluminum and manganese alloy. Original workpieces thickness was 3 mm.

The workpieces were subjected to a dynamic impact effect (sample preparation temperature was 20°C). Then contour laser cutting was performed.

The quality of processing was evaluated by the following parameters: deviation from the nominal dimensions according to the drawing ( $\Delta$ ); surface roughness (Ra); cut width (B).

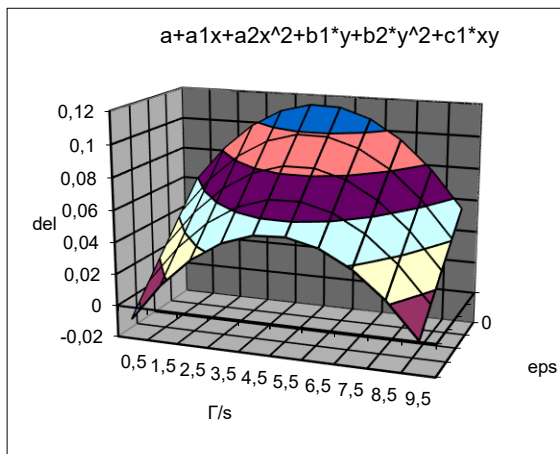
To obtain complex characteristics that determine the effect nature of deformation degree on the parameters of contour laser cutting, an integral analysis of the overall range for dimensional accuracy was carried out.

A two-factor experiment was conducted for the purpose of constructing polynomial models which give a complete assessment of functional relations.

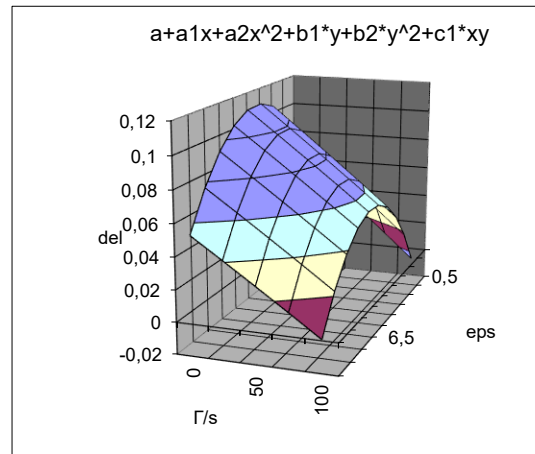
In general, the model looks like:

$$\Delta = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + b_1 \cdot y + b_2 \cdot y^2 + c_1 \cdot xy, \quad (1)$$

Fig. 1 shows the surface graphs of three models in two orthogonal angles in order to obtain a detailed map of the studied functional dependencies:  $z = (\Delta) = f[x(\epsilon); y(\Gamma/s)]$ .



a



b

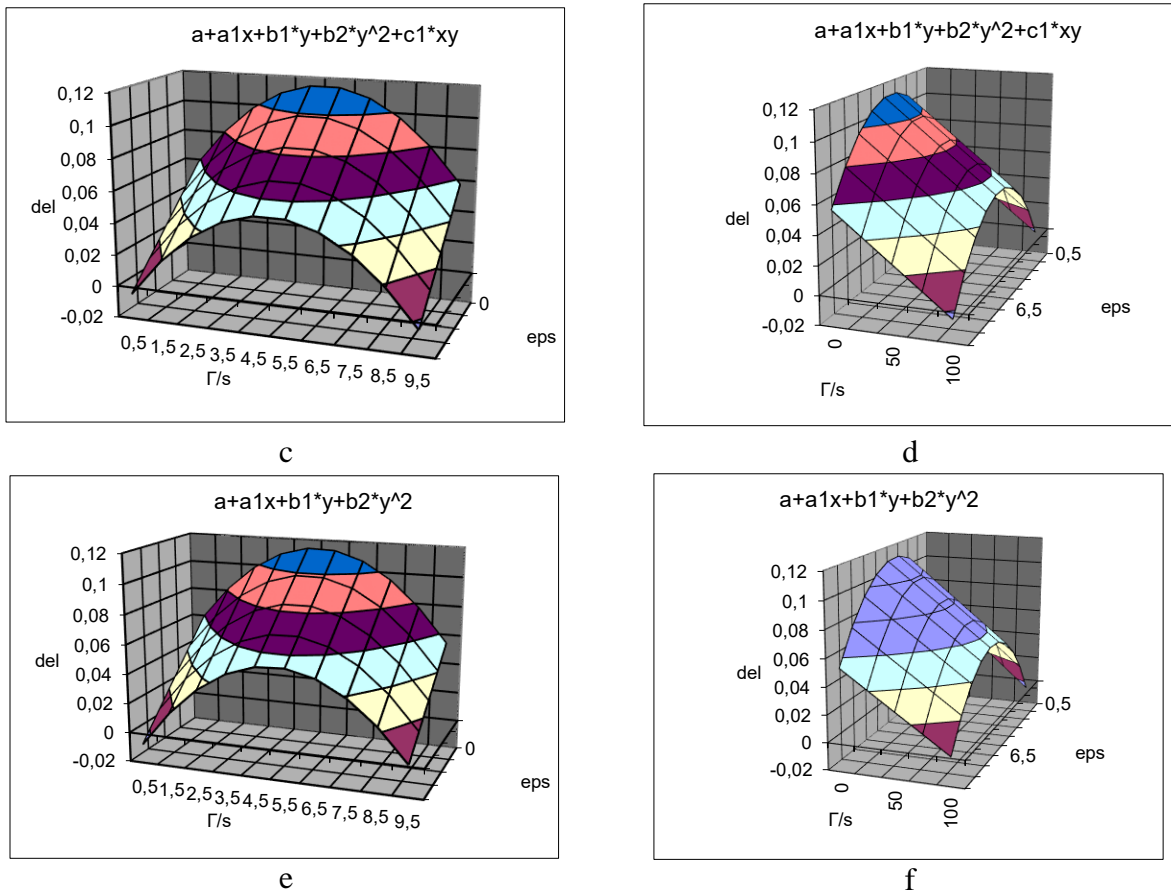


Fig. 1. Surface graphs of three models in two angles

The analysis of the graphs (Fig. 1) allows drawing the following conclusions:

1. The accuracy of the models differs slightly ( $\epsilon_{KB} = 0,00404$  and  $\epsilon_{KB} = 0,00383$ );
2. All model coefficients are statistically significant;
3. To interpolate the results within the observation area  $\{0 \leq \epsilon \leq 75; 0,86 \leq \Gamma/s \leq 8,75\}$  both models can be used while the second model gives a bit more accurate results;
4. The model should be used for analytical conclusions and for extrapolating the results beyond the observation range ( $75 < \epsilon \leq 100$  or  $\leq \Gamma/s \geq 8.75$ ).

In order to expand the range of simulation studies (within  $\epsilon = 100\%$  in thickness), a polynomial 2-factor model of the third degree is calculated.

Fig. 2 shows graphical interpretation of the values of the polynomial 2-factor model of the third degree (2).

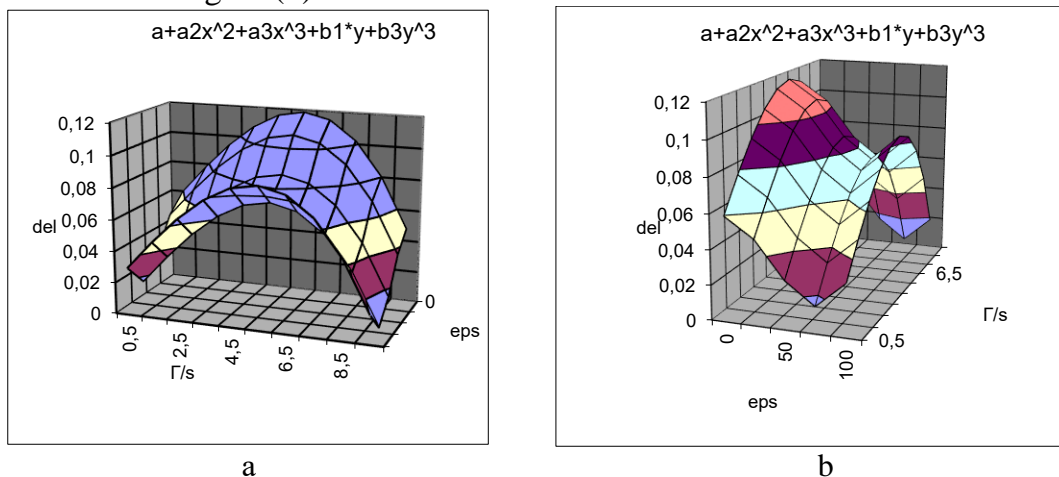


Fig. 2. Surface graphs

The analysis of the surface graphs (fig. 1) of the 3-step model differs sharply from 2-step one in its behavior outside the observation area ( $75\% < \varepsilon \leq 100\%$ ).

Thus, the application of the model (2) allows increasing the range of variable factors which significantly increases the versatility of this model.

The study of above-mentioned functional links in the process of contour laser cutting with mechanical activation of the sheet metal roll structure made it possible to develop a physical model of the thermal effect taking into account the temperature effect on the cut nature.

The dimensions of the cut elements (the ratio between  $d$  and  $s$ ), the area of temperature affect ( $F_{Т.В}$ ), ratio of the zone area free from the temperature affect to the temperature-influenced area ( $\eta_T = \frac{F_{Т.В}}{F_{З.С.Т.В}}$ ), the form's dimensional inaccuracies  $\Delta_{отн}/s$  are established.

#### References

1. Бертолотти М. История лазера: Научное издание. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.
3. Ковалев О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 256 с.
4. Оришич А.М., Фомин В.М. Актуальные проблемы физики лазерной резки металлов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012 г., ISBN 978-5-7692-1212-3.
5. Панченко В.Я., Голубев В.С., Васильцов В.В. и др. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / Под ред. В. Я. Панченко. М.: Физматлит, 2009.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ БЕРЕЗОВЫХ БРУСКОВ В СВЧ УСТАНОВКЕ

***Аинов Р.С.***

профессор кафедры электрических машин и электрооборудования, д-р техн. наук, профессор, Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

***Ахметшин А.Т.***

доцент кафедры электроснабжения и применения электрической энергии в с.х., канд. техн. наук, доцент, Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

***Тухватуллин М.И.***

ст. преподаватель кафедры электроснабжения и применения электрической энергии в с.х., Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

В статье проведены исследования процесса сушки пиломатериалов электромагнитной энергии сверхвысокой частоты в установке с дискретным расположением источников СВЧ энергии. Авторами выполнены экспериментальные и теоретические исследования процесса СВЧ сушки березовых брусков, применяемых в дальнейшем для изготовления мебели.

*Ключевые слова:* установка, березовые бруски, время, влажность, температура, электромагнитная энергия сверхвысокой частоты.



При изготовлении большого количества изделий влага является серьезной помехой и должна быть удалена из древесины предварительно, до употребления ее в дело. С этой целью древесину сушат до определенной влажности, соответствующей условиям эксплуатации сооружения или изделия. Так, например, древесина для изготовления мебели должна высушиваться до влажности 6...10 %, а доски для обшивки дома достаточно сушить до 16...18 % [2, с. 6].

Энергия СВЧ-поля передается в древесину путем излучения свободных, не связанных линией передачи энергии (контуром) колебаний в пространство герметичной металлической камеры, где располагается штабель пиломатериалов. В этом случае взаимодействие электромагнитного поля с древесиной максимально и не зависит от характеристик древесины и нагрузочных способностей генераторов [2, с. 19].

В целом производительность СВЧ-сушилок примерно в 5 раз выше производительности сушилок традиционного типа при одинаковой потребляемой мощности от силовой электросети, а качество готовых изделий при СВЧ-сушке существенно выше [3, с. 118].

Целью исследования является экспериментальное и теоретическое обоснование оптимального режима сушки березовых брусков в СВЧ установке.

Авторами проведены серии экспериментов по сушки березовых брусков электромагнитной энергией сверхвысокой частоты в экспериментальной установке.

Равномерное распределение температурного поля внутри рабочей камеры экспериментальной установки достигается за счет облучения материала встречно направленными потоками электромагнитной энергии сверхвысокой частоты от источников, расположенных в шахматном порядке, а также за счет вращения пиломатериалов вдоль своей оси [1, с. 7].

Перед началом эксперимента проведены измерения начальной влажности, внутренней и поверхностной температуры березовых брусков с помощью цифрового термометра влагомера AR847 с выносным датчиком. Начальная влажность составила от 68...74 %, начальная внутренняя и поверхностная температуры соответственно равны 14...17 °С. Общий процент покоробленной древесины не превышал 5% от общего количества брусков. Березовые бруски были уложены в 5 рядов по ширине и в 5 рядов по высоте.

На рисунке 1 представлено внутреннее пространство рабочей камеры СВЧ установки.



Рис. 1. Внутреннее пространство рабочей камеры СВЧ установки

После 12 часовой СВЧ обработки конечная влажность березовых брусков составила – 8...10 %, поверхностная температура наружных и внутренних образцов штабеля практически равны, внешних и торцевых растрескиваний древесины не наблюдалось. Общий процент покоробленной древесины увеличился незначительно и составил 7%.

На рисунке 2 представлено изменение влажности березовых брусков в течение времени сушки, полученное экспериментальным путем.

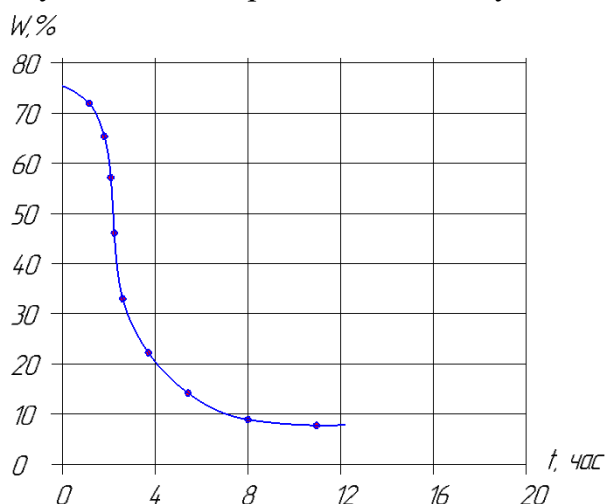


Рис. 2. Изменение влажности березовых брусков в течение времени сушки, полученное экспериментальным путем

Как видно из рисунка, в течение первого часа влажность уменьшается незначительно, скорость сушки мала. Это объясняется тем, что в начальной стадии процесса сушки энергия электромагнитного поля сверхвысокой частоты в основном расходуется на нагрев древесины изнутри и поэтому парообразование незначительно. После первого часа происходит интенсивное превращение воды в пар, который путем термодиффузии вытесняется на поверхность.

В дальнейшем, как видно из рисунка, идет процесс интенсивного удаления влаги, т.е. сушки материала с почти постоянной скоростью.

На рисунке 3 представлено изменение температуры березовых брусков в течение времени сушки полученное экспериментальным путем.

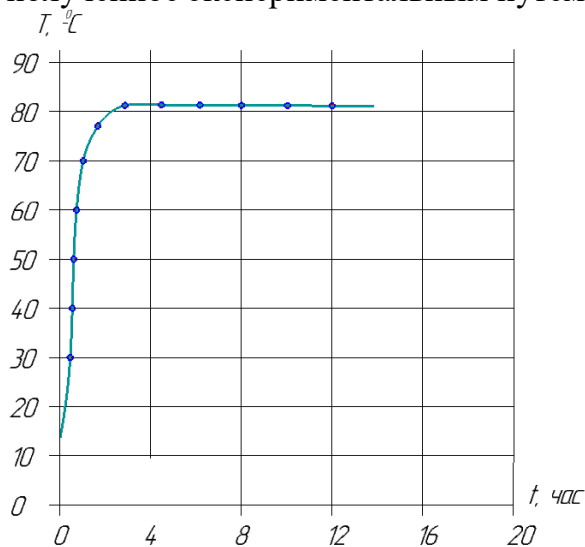


Рис. 3. Изменение температуры березовых брусков в течение времени сушки, полученное экспериментальным путем

После 2 часов СВЧ обработки березовых брусков температура в центре образца становится больше, чем на его поверхности. Меньшее значение температуры на поверхности древесины объясняется тем, что с поверхности идет интенсивный процесс испарения, что приводит к ее охлаждению. Перепад температур невелик, по мере остывания температуры выравниваются.

Закономерности тепло- и массопереноса при сушке древесины электромагнитной энергией сверхвысокой частоты могут быть описаны следующей системой дифференциальных уравнений.

$$\begin{cases} \frac{dt}{d\tau} = \alpha \Delta t + \frac{\varepsilon r_0 \left(\frac{du}{d\tau}\right)}{c} + \frac{Q_v}{c \rho_0}; \\ \frac{du}{d\tau} = a_m \Delta u + \alpha_m \delta \Delta t + \varepsilon \left(\frac{du}{d\tau}\right); \\ \frac{dp}{d\tau} = \alpha_p \Delta p + \frac{\varepsilon \left(\frac{du}{d\tau}\right)}{c}. \end{cases} \quad (1)$$

Численное решение системы уравнений (1) было реализовано авторами в пакете Mathcad.

На рисунке 4 представлено изменение влажности березовых брусков в течение времени сушки, реализованное на основании экспериментальных данных в пакете Mathcad.

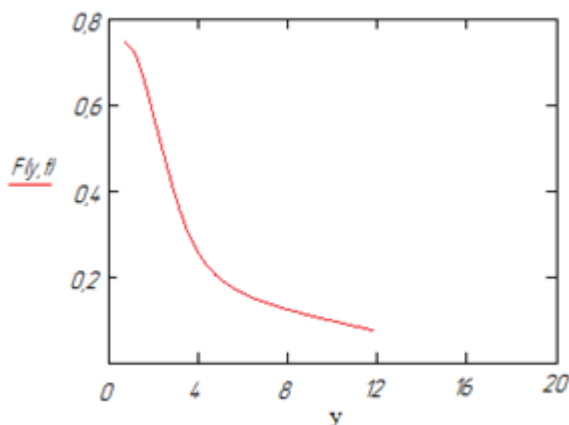


Рис. 4. Изменение влажности березовых брусков в течение времени сушки, реализованное на основании экспериментальных данных в пакете Mathcad:

$F(y,t)$  – влажность древесины,  $y$  – время сушки

На рисунке 5 представлено изменение температуры березовых брусков в течение времени сушки, реализованное на основании экспериментальных данных в пакете Mathcad.

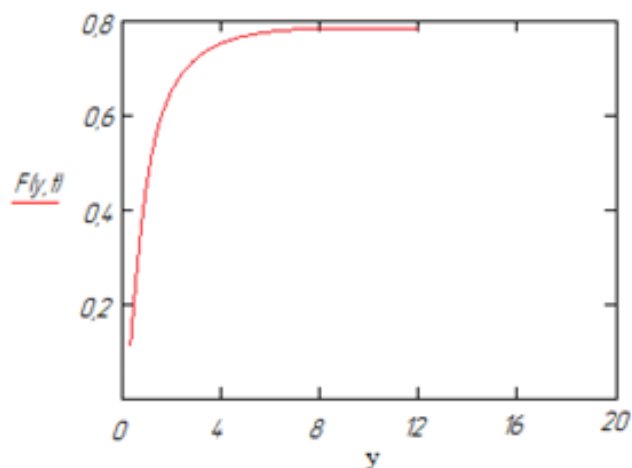


Рис. 5. Изменение температуры березовых брусков в течение времени сушки, реализованное на основании экспериментальных данных в пакете Mathcad:  
 $F(y,t)$  – температура древесины,  $y$  – время сушки

Результаты экспериментальных и теоретических исследований процесса сушки березовых брусков электромагнитной энергией сверхвысокой частоты практически совпадают, погрешность исследований не превышает 10%.

Таким образом, исследуемый режим сушки березовых брусков в установке с источниками электромагнитной энергией сверхвысокой частоты обеспечивает более равномерное распределение температуры в камере, что способствует уменьшению скорости сушки. Качество высушиваемой древесины при этом не ухудшается.

#### Список литературы

1. Аипов Р.С., Тухватуллин М.И. Повышение эффективности сушки вращающихся пиломатериалов дискретным расположением магнетронов СВЧ установки // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы III Международная научно-практическая конференция. Саратов. 2012. С. 7-9.
2. Болдырев П.Б. Сушка древесины: практическое руководство. СПб.: Проффикс, 2002. 156 с.
3. Диденко А.Н. СВЧ энергетика Теория и практика: монография. М.: Наука, 2003. 446 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

**Акчуринов С.В.**

доцент кафедры электрических машин и электрооборудования, к.т.н.,  
 Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

**Наумов С.В.**

магистрант кафедры электрических машин и электрооборудования,  
 Башкирский государственный аграрный университет, Россия, г. Уфа

В статье авторами разработана автоматизированная система управления вентиляцией административного здания. Система автоматизации направлена на повышение точности, быстродействия регулирования параметров воздухообмена и необходимого температурного режима. Алгоритм работы системы на базе программируемых контроллеров предусматривает два режима работы в зависимости от времени года.

*Ключевые слова:* автоматизированная система, воздухообмен, температура, контроллер, интерфейсный модуль, вентилятор, датчик.

Основными нормируемыми параметрами воздуха в помещении являются: температура, влажность, скорость движения, газовый состав, наличие механических частиц пыли. Создание оптимального состава воздушной среды в помещении может осуществляться путем удаления образовавшихся тепло-, газо- и влагоизбытков, пыли и добавления необходимого количества свежего воздуха с предварительной его подготовкой [1, с. 9].

В помещениях административного здания в зимний период года применяют рециркуляцию воздуха. Вентиляция с рециркуляцией воздуха представляет собой систему, в которой часть забираемого из помещения воздуха смешивается с холодным наружным воздухом, нагревает его до необходимой температуры и подает в помещение.

Авторами разработана автоматизированная система вентиляции административного здания. Для реализации данной системы использованы программируемые логические контроллеры марки Siemens LOGO 230 RC.

Структурная схема автоматизированной системы вентиляции административного здания приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы вентиляции административного здания

Система вентиляции включает в себя приточный и вытяжной вентиляторы; рекуперативный теплообменник; частотные преобразователи двигателей вентиляторов; приводы притока и вытяжки; датчики температуры.

Алгоритм автоматизированной системы предусматривает два режима работы. Смена режимов происходит автоматически по датчику температуры наружного воздуха. Управление осуществляется за счет регулирования положения клапанов, скорости вращения вентиляторов и работы рекуперативного теплообменника.

Автоматизированная система обеспечивает следующие функции:

- сбор и анализ информации с датчиков и измерительных приборов о параметрах работы системы вентиляции;
- отображение оперативной информации в виде мнемосхем на мониторах диспетчера;
- запись событий системы;
- технологическая сигнализация;
- дистанционное и автоматическое регулирование вентиляционными установками;
- работа в автоматическом режиме по расписанию.

Системой вентиляции управляет интерфейсный модуль Siemens Simatic ET200SP с процессором. Интерфейсный модуль позволяет осуществлять полный и независимый контроль над процессом вентиляции, может быть использован как автономный процессор. Интерфейсный модуль соединен по сети интернет с ведущим контроллером Siemens LOGO 230 RC, внешний вид которого приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Контроллер Siemens LOGO 230 RC

Ведущий контроллер соединен с компьютером диспетчера по сети Ethernet в серверной административного здания.

В серверной диспетчер может анализировать полученную информацию, контролировать и управлять системой вентиляции административного здания в дистанционном режиме, изменять основные параметры системы.

Контроллер Siemens LOGO 230 RC и интерфейсные модули Siemens Simatic ET200SP программируются с помощью программного обеспечения Siemens Simatic Step7.

Автоматизированная система управления вентиляцией административного здания выполнена на языке STL. Передача данных осуществляется по сети Internet для обеспечения единовременной работы приточных и вытяжных вентиляторов. После запуска приточного вентилятора по сети Internet передаются данные состояния в интерфейсный модуль Siemens Simatic ET200SP. Так как скорость передачи высокая, то задержки между включением вентиляторов не происходит. Передача



данных осуществляется через ведущее устройство по принципу master-slave с помощью специальных функций SFC14 и SFC15. За один цикл обмена можно передать 6 байт информации. Данный способ используется, чтобы сохранить единую иерархию старой и новой систем. В каждом ведомом программируемом контроллере создаются два блока данных (один для приема, другой для передачи). В ведущем контроллере создается по паре блоков данных для каждого ведомого устройства.

Другой способ передачи данных – SEND-RECEIVE более эффективен. За один цикл можно передать большой объем информации, и осуществлять передачу между контроллерами в сети напрямую.

Авторами выполнены экспериментальные и теоретические исследования изменения температуры в помещении административного здания при использовании автоматизированной системы вентиляции.

График изменения температуры в помещении приведен на рисунке 3.

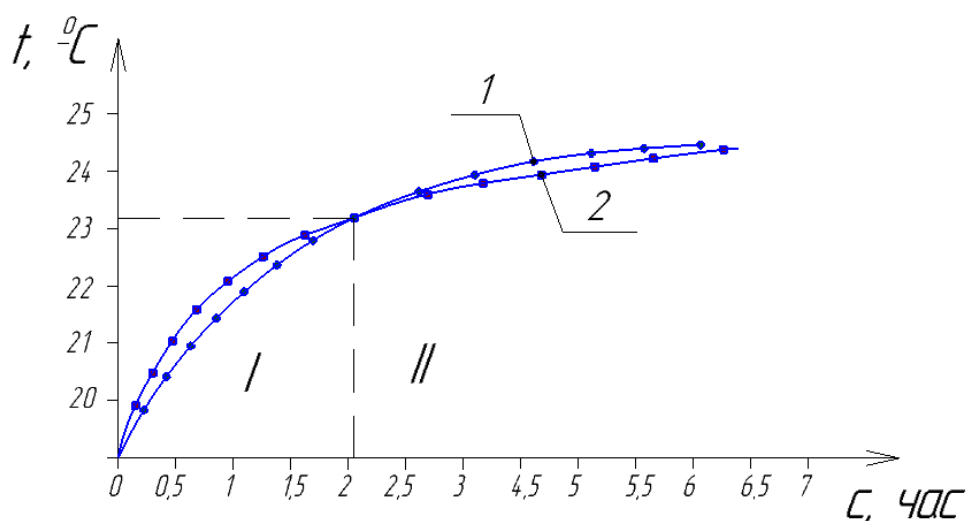


Рис. 3. График изменения температуры в помещении

Как видно из графика экспериментальные и теоретические исследования практически совпадают. Процесс изменения температуры в помещении имеет два ярко выраженных участка. На первом участке процесс изменения температуры происходит быстро. На втором участке скорость изменения температуры замедляется.

В статье авторами рассмотрены основные элементы и алгоритм работы автоматизированной системы управления вентиляцией административного здания. Выполнены экспериментальные и теоретические исследования изменения температуры в процессе автоматического регулирования воздухообмена, которые свидетельствуют о целесообразности автоматизации системы вентиляции.

#### Список литературы

1. Бондырь, Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] : учеб. пособие / Е.С. Бондырь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич; под. общ. ред. Е.С. Бондырь. – К.: ТОВ «Видавчий будинок «Аванпост-Прим», 2005. – 560 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ И NOSQL СУБД

*Аникеев Д.В.*

ассистент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ),  
Рязанский радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

*Аникеев С.В.*

доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ), канд. техн. наук,  
Рязанский радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

*Маркин А.В.*

доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ), канд. техн. наук,  
Рязанский радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

*Пудова А.В.*

студент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ),  
Рязанский радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

В статье исследуются преимущества совместного использования в биллинговой системе реляционных и NoSQL СУБД, на примере MS SQL Server, Firebird и MongoDB. Проведено сравнение функциональных возможностей схемы, включающей MS SQL Server и Firebird, до и после внедрения MongoDB. Сделан вывод о преимуществах взаимодействия, рассматриваемых видов СУБД.

*Ключевые слова:* документо-ориентированные СУБД, биллинговая система, MongoDB, MS SQL Server, Firebird.

Рассматривается внедрение документо-ориентированной СУБД MongoDB [1] в биллинговую систему на примере платежной системы расчетно-платежного комплекса (РПК) «Абонент+» [7], включающей реляционные СУБД кроссплатформенную, «легкую» Firebird [2] и «тяжелую» MS SQL Server [3].

Для выявления преимуществ совместного использования указанных видов СУБД приведена характеристика MongoDB и описание схем работы системы до и после ее внедрения.

### **Обзор СУБД MongoDB**

MongoDB является документо-ориентированной СУБД, основанной на теореме CAP (Consistency – согласованность, Availability – полная доступность данных, Partition Tollerance – устойчивое распределение БД по физическим узлам) [1].

Таблицы в реляционных БД жестко структурированы [6, с. 79-84], в то время как в MongoDB можно создавать документы произвольной длины.

В MongoDB структура данных выглядит так:

***База данных -> Коллекция -> Документ -> ключ + значение.***

БД MongoDB состоит из коллекций (аналог таблиц), которые состоят из документов (аналог строк). Документы в свою очередь состоят из полей (аналог столбцов), которые могут быть уникальными, т.е. в одной коллекции могут быть документы с разными наборами полей.

Существующие механизмы поиска позволяют находить как документы целиком, так и части документов, а иерархическая структура организовывать вложенные коллекции.



СУБД позволяет создавать синхронизированную распределенную базу данных и обрабатывать неструктурированные данные.

### Описание структуры и работы системы до интеграции MongoDB

РПК «Абонент+» предназначен для автоматизации расчетов с физическими лицами (абонентами) за жилищно-коммунальные услуги для нужд ресурсоснабжающих и управляющих компаний. Он состоит из расчетных систем, установленных в различных ресурсоснабжающих и управляющих компаниях, а также в расчетно-кассовых центрах, и платежной системы.

Расчетная система используется для оперативного учета, обработки и хранения исходных данных и вычисления на их основе размеров платы за потребленные коммунальные ресурсы и оказанные услуги.

До внедрения MongoDB платежная система РПК «Абонент+» состояла из процессингового центра, включающего MS SQL Server, и сети распределенных клиентских приложений (клиентов), взаимодействующих с локальной БД СУБД Firebird, в которой содержится вся информация, необходимая для приема в реальном времени платежей от абонентов.

На рис. 1 представлена схема взаимодействия клиентов с базами данных до использования СУБД MongoDB.

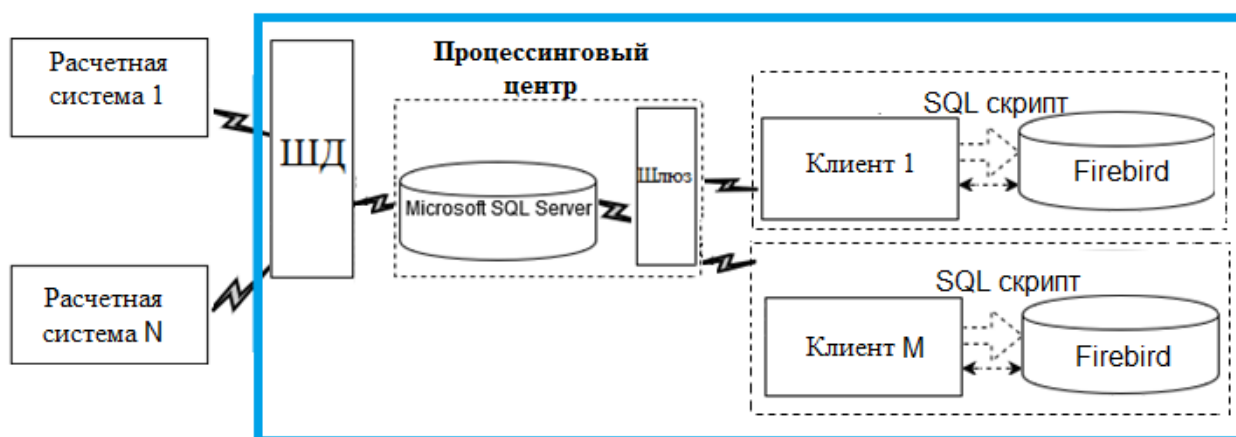


Рис. 1. Исходная схема платежной системы

Оперативные данные из расчетных систем РПК передаются через шину данных (ШД) в БД MS SQL Server процессингового центра.

Взаимодействие между СУБД Firebird и MS SQL Server осуществляется через клиент. Все клиенты обращаются через шлюз к СУБД MS SQL Server для получения данных, что приводит к увеличению нагрузки на сервер СУБД и требований к пропускной способности канала связи.

Для осуществления передачи данных процессинговый центр собирает данные в форме объектов. Сформированные объекты распределяются и передаются через шлюз на клиенты. На основании полученных объектов клиент формирует SQL – скрипт, с помощью которого осуществляется запись или обновление данных в Firebird.

Использование локальных СУБД Firebird увеличивает надежность системы, сохраняя работоспособность клиентов при потере соединения с сетью Интернет, и позволяет обеспечить достаточную скорость обработки данных.

Расчеты размера платы по каждому абоненту производятся раз в месяц. Однако в зависимости от видов используемых услуг и наличия приборов учета коммунальных ресурсов согласно постановлению 354 Правительства РФ [5] возможен

перерасчет платы для отдельных параметров. Особенностью оплаты коммунальных услуг является возможность ее внесения в течение всего календарного месяца. Как показывает практика, подавляющее большинство абонентов оплачивают жилищно-коммунальные услуги в середине или в конце каждого расчетного месяца. Для упрощения модели обновление данных в БД клиентов производится 2-3 раза в месяц (в среднем с периодичностью около 10-15 дней).

На практике было выявлено, что обновление данных объемом более 1 млн. абонентов у некоторых клиентов не успевает завершиться до поступления новых данных.

**В связи с выявленной проблемой поставлены следующие задачи:**

- 1) повышение оперативности обновления данных в БД клиентов платежной системы;
- 2) применение буфера для хранения сформированных объектов;
- 3) повышение надежности за счет использования более широко распространенных протоколов передачи, чем применяемые.

**Указанные задачи решены путем интеграции в процессинговый центр СУБД MongoDB, обладающей следующими преимуществами:**

- 1) широкая распространенность СУБД;
- 2) хранение объекта в формате BSON;
- 3) возможность создания синхронизированной распределенной базы данных;
- 4) возможность обработки неструктурированных данных;
- 5) наличие драйвера для взаимодействия с СУБД с поддержкой фреймворка .Net версии 4.0;
- 6) возможность осуществления контроля над переданными данными.

**Описание системы после интеграции MongoDB**

Структура платежной системы с использованием СУБД MongoDB представлена на рис. 2.

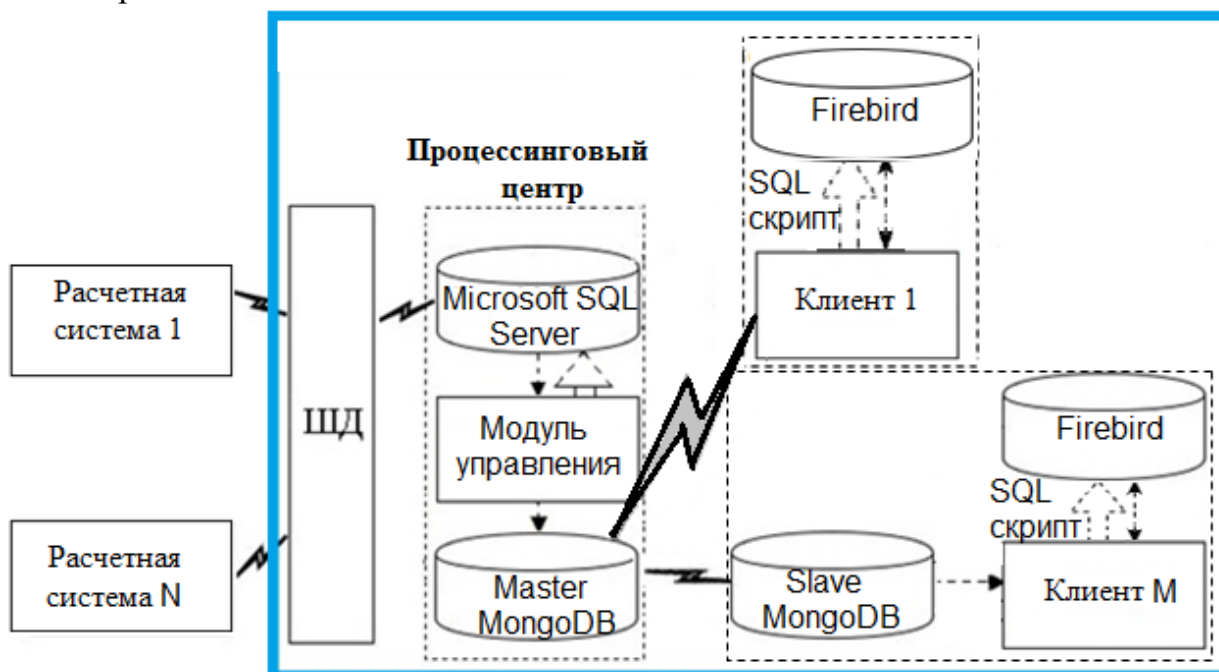


Рис. 2. Структура платежной системы РПК «Абонент+»

Взаимодействие СУБД MongoDB и MS SQL Server осуществляется с помощью модуля управления [4, с. 65 – 68]. При внесении из расчетных систем изменений в данные об абонентах, хранящиеся в БД СУБД MS SQL Server, формируется один объект, который поступает в БД СУБД MongoDB.

Поскольку процессинговый центр осуществляет не только прием платежей в БД СУБД MongoDB хранится меньше данных, чем в БД MS SQL Server, что сокращает время выборки данных на клиенте.

Благодаря внедрению в систему СУБД MongoDB подключение клиентов осуществляется без шлюза, напрямую взаимодействуя с Master MongoDB, что снижает нагрузку на MS SQL Server и требования к пропускной способности канала связи.

СУБД MongoDB позволяет масштабировать БД, реализовать репликацию на сервера клиентов. Благодаря использованию репликации уменьшается нагрузка на Master сервер.

Клиент, локально подключаясь к Slave серверу, взаимодействует с БД MongoDB и получает информацию об абонентах, но записываются данные в локальную БД, под управлением Firebird. Сделано это в связи с тем, что СУБД MongoDB, запущенная в режиме Slave, не позволяет производить запись данных.

Локальное использование MongoDB позволяет увеличить производительность и надежность системы, сохраняя работоспособность клиента при потере соединения с сетью Интернет.

Помимо решения поставленных задач СУБД MongoDB предоставляет средства администрирования для осуществления контроля над поступающими и хранящимися данными, что увеличивает безопасность передачи и хранения данных.

**Основными преимуществами совместного использования реляционных СУБД MS SQL Server, Firebird и документо-ориентированной СУБД MongoDB являются:**

- 1) сокращение нагрузки на сервер СУБД MS SQL Server, за счет уменьшения количества собираемых объектов для передачи данных до одного;
- 2) сокращение требований к пропускной способности канала связи, благодаря уменьшению количества подключений;
- 3) увеличение скорости выполнения операций на клиентах, за счет получения данных об абонентах без операции соединения таблиц;
- 4) уменьшение времени выборки данных, за счет локального подключения и уменьшения размеров БД MongoDB, по сравнению с БД MS SQL Server;
- 5) повышение надежности системы, благодаря уменьшению нагрузки на канал связи и локальному доступу к БД СУБД MongoDB;
- 6) повышение безопасности передачи и хранения данных.

#### **Выводы**

Совместное применение реляционных и NoSQL СУБД, на примере платежной системы РПК «Абонент+» выявило, что интеграция документо-ориентированной СУБД в биллинговую систему позволяет оптимизировать ее работу и повысить надежность, за счет использования преимуществ обеих технологий.

#### **Список литературы**

1. MongoDB [Электронный ресурс] // MongoDB for GIANT Ideas URL: <https://www.mongodb.com/> (дата обращения: 27.02.2018).
2. Firebird [Электронный ресурс] // Firebird URL: <http://firebirdsql.org/> (дата обращения: 28.02.2018).

3. Microsoft SQL Server [Электронный ресурс] //SQL Server 2017 URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2016/> (дата обращения 27.02.2018).
4. Маркин А.В., Шуваев В.А. Анализ средств NoSQL для построения распределенных баз данных в сфере ЖКХ. Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Современные технологии в науке и образовании». – Рязань: сб. тр. обл. науч. конф. Том 3, 2016. – С. 65-68.
5. Постановление Правительства РФ №354 о порядке предоставления коммунальных услуг. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/902280037/> (дата обращения 23.02.2018).
6. Программирование на SQL в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. В. Маркин. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс. – С. 79-84.
7. Расчетно-платежный комплекс «Абонент+» [Электронный ресурс] // «Абонент+» URL: <http://abonentplus.ru/> (дата обращения: 26.02.2018).

## **ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОТКАЗОВ ПРИ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ КУБАНИ**

***Багметов А.А.***

магистрант, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
Россия, г. Краснодар

***Сазыкин В.Г.***

профессор, доктор технических наук,  
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
Россия, г. Краснодар

***Кудряков А.Г.***

кандидат технических наук, доцент,  
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,  
Россия, г. Краснодар

В статье рассматриваются вопросы распределения отказов оборудования распределительных электросетей при оценке надежности. Выполнен анализ статистики отключений электрооборудования. Дана оценка практического применения экспоненциального и нормального законов распределения в области надежности электрических сетей.

*Ключевые слова:* распределение отказов, оценка надежности электрооборудования, экспоненциальный закон распределения, нормальный закон распределения.

Система электроснабжения является определяющим фактором функционирования и развития производства. Высокие требования по надежности и качеству электроснабжения связаны с увеличением потребления электроэнергии в мире, обусловленного ростом промышленности после 2000-х годов [5]. Но фактический срок работы электрооборудования до 60% от общего количества больше нормативного [4]. Системы сельского электроснабжения Краснодарского края характеризуются большим количеством подстанций (более 22 тысяч) и протяженностью линий (общая длина воздушных ЛЭП напряжением 0,4 кВ составляет более 73 тыс. км.). Сети отличаются большим количеством отключений (рис. 1).

В сельских электросетях [7] случается около 30 аварий за год из расчета на 100 км ВЛ и КЛ. Более 51% повреждений электрооборудования происходит вслед-

ствие влияния климатических факторов (рис. 2) [3], из которых 46% повреждений и разрушений происходит под воздействием ветра [2], оказывающего давление на провода, тросы и опоры, 35% отказов электрооборудования происходит вследствие воздействия гололеда [2], 7% отказов электрооборудования происходит по причине температурных колебаний.

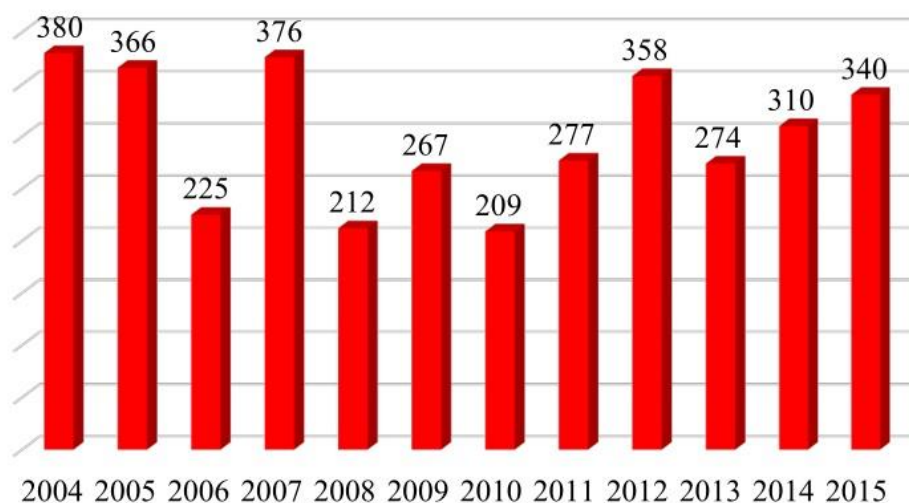


Рис. 1. Распределение количества отключений линий 10 кВ за 2004-2015 годы в электрических сетях Кубани



Рис. 2. Распределение причин нарушений, происшедших в 2014 году в электрических сетях Кубани напряжением 6-10 кВ

Распределительные электросети имеют большое количество электрооборудования, поэтому трудно рассмотреть весь перечень (рис. 3). Рассматривается только электрооборудование [1], отказ которого приводит к недоотпуску электроэнергии (таблица). При этом обработка статистических данных осуществляется в три этапа.



Рис. 3. Распределение технологических нарушений по видам повреждаемого оборудования за 2014 год

Первый этап – построение статистического ряда или плотности распределения случайной величины в виде гистограммы. Плотность распределения случайной величины [6] нужна для создания наглядного изображения при большом количестве исходных данных. Затем определяют закон распределения случайной величины. За случайную величину принимается отказ электрооборудования.

Второй этап – определение степени достоверности статистических данных с выбранным законом распределения. Причины и количество отказов электрооборудования в течении года распределены неоднородно (рис. 1, 2). Нормальное распределение используется при оценке надежности электрооборудования, на которое воздействует ряд случайных факторов. Экспоненциальный закон распределения вероятностей описывает системы, в которых интенсивность отказов постоянна. Для причин отказов, имеющих нормальный закон распределения случайной величины, выполняется расчет с использованием  $t$ - критерия Стьюдента.

Третий этап – определение числовых характеристик случайной величины по выборочным данным.

Главным критерием надежности является возможность безаварийного функционирования  $P(t)$  за определенный период  $t$ . Он находится следующим образом [6]:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} \quad (1)$$

где  $N_0$  – количество электрооборудования, функционирующее в первоначальном этапе;

$n(t)$  – количество электрооборудования, вышедшее из строя в промежутке от 0 до  $t$ .

Возможность аварии  $Q(t)$ , находится по следующей формуле:

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0} = 1 - P(t) \quad (2)$$

Критерий числа аварий определяется как отношение количества аварий  $n(t)$  из исследуемого электрооборудования  $N_0$  за случайную его наработку  $\Delta t$  к значению этой наработки:

$$w = \frac{n(t)}{(N_0 - n(t))\Delta t} \quad (3)$$

Анализ статистических данных показывает, что для распределительных электросетей наработка на отказ подчиняется показательному закону распределения. Нарботка на отказ  $T$  находится как отношение наработки электрооборудования к математически ожидаемому числу его аварий за время наработки:

$$T = \frac{1}{t} = \frac{N_0 - n(t)\Delta t}{n(t)} \quad (4)$$

Длительность устранения аварии единичного электрооборудования обуславливается показателем  $T_B$ , а время переключения нагрузки, потраченное на восстановление подачи электроэнергии потребителям –  $T_{II}$ . По статистическим данным определяется время ремонтно-восстановительных работ:

$$T_B = \frac{1}{n(t)} \sum_{i=1}^n T_{Bi} \quad (5)$$

где  $T_{Bi}$  – время аварийного ремонта электрооборудования при возникновении  $i$ -го отказа.

Время переключения  $T_{II}$  определяется как среднее арифметическое:

$$T_{II} = \frac{1}{n(t)} \sum_{i=1}^n T_{IIi} \quad (6)$$

Комплексной оценкой показателей надежности является коэффициент готовности  $K_G$ . Коэффициент готовности обуславливает свойства надежности, в том числе безотказность и ремонтпригодность. Он дает возможность суждения о готовности системы выполнять технологический или технический процесс. Находится как отношение средней наработки на отказ к её сумме со средним временем восстановления:

$$K_G = \frac{T}{T + T_B} \quad (7)$$

Таблица

**Показатели надежности электрооборудования за 2014 год**

Наименование	$P(t)$	$Q(t)$	$w$	$T$	$T_{II}$	$T_B$	$K_G$
Распределительный пункт	0,84	0,16	0,24	5,3	0,231	2,69	0,639
Трансформатор силовой	0,93	0,07	0,08	14,4	0,84	2,86	0,83
Воздушная линия 10 кВ	0,97	0,03	0,06	22	0,98	0,05	0,98
Масляный выключатель	0,92	0,08	0,08	14,7	0,1	0,94	0,92

Результаты расчета показателей надежности электрооборудования на основании статистических данных, а также графического анализа показывают, что характер возникновения отказов электрооборудования в процессе эксплуатации подчиняется экспоненциальному и нормальному законам, которые отличаются разнообразными возможностями естественной физической интерпретации и исключительной простотой, и удобством модельных свойств.

### Список литературы

1. Лопатин Е.И. Анализ надежности электрооборудования распределительных сетей напряжением 0,38-10 кВ / Е.И. Лопатин // Сельский механизатор. – 2011, №6. – С. 30-31.
2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Багметов А.А. Влияние гололедно-ветровых нагрузок на надежность линий электропередачи Кубани. Международный научный журнал «ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА» №6/2016.
3. Сазыкин В. Г., Багметов А.А. Оценка влияния климатических условий Кубани на надежность воздушных линий электропередачи. Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 71-й науч.-практ. конф. студентов по итогам НИР за 2015 год / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 864 с.
4. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Пронь В.В. Анализ проблем и возможностей эксплуатации изношенного электрооборудования. В сборнике: Мировая наука и образование в условиях современного общества. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 4 частях. ООО «АР-Консалт». 2014. – С. 145-147.
5. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г. Перспективы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта изношенного электрооборудования // Путь науки. 2015. – № 4 (14). – С. 18-21.
6. Теория вероятностей и математическая статистика для технических университетов. I. Теория вероятностей: учебное пособие / О.Л. Крицкий, А.А. Михальчук, А.Ю. Трифонов, М.Л. Шинкеев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 212 с.
7. Черкасова Н.И. Анализ состояния сельских электрических сетей 10 кВ в свете мониторинга отказов // Ползуновский вестник. 2012. – № 4.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

**Бунакова Ю.В.**

магистрант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления,  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются инструменты, обеспечивающие повышение эффективности деятельности как всей организации в целом, так и её отдельных элементов (структурных подразделений). В частности, приводится подробное описание таких методов как бенчмаркинг, SWOT-анализ, контрольные карты и FMEA анализ. Разбирая и анализируя их можно грамотно оценить ситуацию и принять необходимые меры.

*Ключевые слова:* методы, управление качеством, инструменты, повышение эффективности, анализ, управление процессами.

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросам качества связанных с деятельностью организаций. Потребительское поведение и конкурентная среда заставляют компании совершенствоваться и повышать эффективность своей деятельности.

В основе любой работы компании лежит определенная цель. Для ее осуществления задают необходимые операционные процессы и соответствующие объемы ресурсов, т.е. занимаются планированием качества. Чем эффективнее прорабатывается этот начальный этап, тем результативнее становится деятельность компании.

Руководящие указания по планированию качества прописаны в документации системы менеджмента качества, которые дают основу для проектирования новых систем планирования. Примерами уже существующих инструментов являются:



бенчмаркинг, SWOT-анализ, GAP-анализ, контрольные карты, FMEA анализ, система канбан и т.д.

Оценка уровня, или иначе, бенчмаркинг, используется на этапе разработки проекта будущих организационных структур. Как инструмент, бенчмаркинг представляет собой систему сравнения, продукции, услуг или процессов с другой схожей организацией. Концепцией данного инструмента является то, что компания может применить в своей работе лучшие практики, и методы другой организации, повысив тем самым свою эффективность. Выбор элементов, по которым происходит сравнение, зависит от многих факторов и изобретательности бизнес-аналитиков. Начало работы начинается со сбора информации, анализа, а заканчивается выявлением методов, по которым работает лучшая компания-конкурент. Этапы бенчмаркинга следующие: 1) выбор объекта бенчмаркинга и определение затрат; 2) выбор параметров; свойств и характеристик процесса, продукции или услуги; 3) создание команды по бенчмаркингу, в основном советуют набирать специалистов из разных подразделений, для более качественного проведения мероприятия; 4) выбор партнеров (конкурентов) для сравнения; 5) сбор необходимой информации и приведение его к единой системе для двух партнеров; 6) оценивание возможностей организации в приведении ее к достижению таких же результатов как у конкурентов; 7) определение необходимых изменений и их адаптация под организацию, проводящую для себя бенчмаркинг; 8) разработка целей и планов по новым изменениям. Такие новшества могут затрагивать систему работы систему управления организацией, ее культуру и т.д. Это зависит от масштабов изменений; 9) осуществление запланированных изменений (корректировка) и их контроль; 10) повторение этапов бенчмаркинга для новых условий, если компания решает пользоваться данным инструментом на постоянной основе.

Использование чужого опыта в настоящие дни очень важно для собственного выживания компании, хотя и предполагает двусторонний обмен информацией. В зависимости от сферы деятельности и целей данного анализа, выделяют различные виды бенчмаркинга. По источникам данных его подразделяют на: конкурентный, функциональный, внутренний и общий. По целям проведения он может быть стратегический и операционный.

Если бенчмаркинг проводится правильно, он дает компании посмотреть на себя со стороны, увидеть слабые стороны и найти новые пути развития. Он может подсказать как делать не надо, видя ошибки других организаций. Для этого необходимо детально разобрать и проанализировать все процессы компании свои и конкурентов и сделать это грамотно и профессионально.

SWOT-анализ (Strengths – сильные стороны; Weaknesses – слабые стороны; Opportunities – возможности; Threats – угрозы) является самым распространенным и очень полезным, в конкурентной разведке, инструментом. Его составляют с целью наметить уровень развития, до которого компания хотела бы прийти, следуя своему намеченному плану, т.е. для стратегического планирования деятельности организации. Помимо этого, swot-анализ активно применяют в HR-сфере, для формирования развития стратегии службы управления персоналом. Он основан на оценке текущей ситуации компании на рынке и включает в себя изучение сильных и слабых сторон компании, а также возможностей и угроз. Сильные и слабые стороны, это внутренние показатели компании, которая она имеет на текущий момент времени. Возможности и угрозы – внешние влияющие факторы. Перед основным началом работы по составлению матрицы swot-анализа, выбирают конкретную об-

ласть исследования, отбирают действительно актуальную информацию и большое количество исследований других специалистов этого же направления. Если не задать такие четкие параметры, то результат окажется слабым и неприменимым на практике.

Матрица swot-анализа представляет собой таблицу с четырьмя изучаемыми сторонами. При рассмотрении сильных и слабых сторон включают в рассмотрение: человеческие ресурсы, менеджмент, бизнес-процесс, финансы, маркетинг, издержки производства. При рассмотрении возможностей и угроз анализируют: экономическое положение в стране, развитие рынка, конкуренцию, изменение инфраструктуры, технологический прогресс и законодательные тенденции. Далее все малозначительные факторы отсеиваются, а к оставшимся присваивается ранг, который будет отражать степень влияния на положение компании. После, рассматривают как можно исправить слабые стороны компании и избежать или снизить угрозы.

Благодаря своей простоте swot-анализ может применяться в работе любой службы, помогая руководству расширять конкурентные преимущества, оценивать внутренний потенциал компании и создавать логическую и согласованную схему дальнейшего развития ее действий. Все эти преимущества помогают компании наиболее эффективно планировать свою деятельность.

Контрольные карты Шухарта, как графический инструмент эффективного планирования в области качества, представляет собой идею управления технологическими процессами с целью предупреждения появления несоответствий. Важным моментом здесь является то, что слежение за качеством должно основываться не на контроле, а на процессе деятельности. Ведь если выявлять несоответствие только в конце, то ошибки и брак невозможно уже будет исправить. Поэтому необходимо осуществлять предупредительное управление характеристиками процесса. Тем самым можно повысить производительность труда и понизить издержки производства.

Контрольные карты основаны на методах теории вероятности и математической статистике. Сама контрольная карта представляет собой график, отражающий выборку статистических данных, сделанных в последовательном порядке. На оси абсцисс откладывается время взятия выборки, на оси ординат – значения изучаемого параметра. Далее на карту наносят центральную линию (CL) и нижнюю (UCL) и верхнюю (LCL) границы. Изменение в результатах процесса отражает несоответствие главным требованиям и параметрам качества. Они зависят от изменения: «материалов, методов выполнения работ и используемого оборудования, навыков работников и приемов руководства ими, методов проверки результатов» [3, с. 7]. С помощью контрольных карт можно различить два вида изменчивости: первая – вызвана общими (случайными) причинами. По отдельности они почти не влияют на общий результат; вторая – вызвана специальными (неслучайными) причинами. Целью контрольных карт является как раз определение особых причин, которые резко влияют на изменения процесса. Именно выход за нижнюю и верхнюю границу свидетельствует об особых причинах и переход процесса в неуправляемое состояние.

Контрольные карты можно применять везде, где требуется постоянный мониторинг состояния процесса, а также давать оценку его воспроизводимости. Если процесс является неуправляемым, то применяют рычаги воздействия на него до того, как он выйдет из-под контроля, проводят корректирующие воздействия и в дальнейшем, проверку эффективности примененных мер.

FMEA анализ (от английского: Failure Mode and Effects Analysis, переводится как, анализ видов и последствий отказов). Данный метод является очень значимым

для компаний, т.к. помогает выявить несоответствия на первых этапах работы и исправить их до начала запуска производства или процесса. При таком раскладе компания не понесет больших затрат на исправление ошибок. Она сможет более тщательно провести проверку всех факторов влияния, снизит риски и проведет улучшение и оптимизацию конечного продукта. Суть метода заключается в определении потенциальных дефектов и несоответствий, а также причин их возникновения в процессах, продукции или услуге. Он помогает улучшить качество, увеличить безопасность и надежность и также уменьшить затраты компании.

FMEA анализ подразделяют на две категории: FMEA конструкции и FMEA процесса. При рассмотрении FMEA конструкции (по-другому еще пишут D-FMEA) входит анализ свойств материала, критических характеристик, взаимодействия с другими компонентами, влияния окружающей среды, износ материала и т.д. При рассмотрении FMEA процесса (P-FMEA) анализируют: методы производства, материалы и станки, человеческие факторы, измерительные системы и так же окружающую среду.

Этапы построения FMEA анализа:

1. Построение таких моделей как, структурная, функциональная, потоковая и компонентная. А также построение диаграммы Исикавы;
2. Исследование построенных моделей и диаграмм.

В любом из анализов дают оценку показателям: значимости отказа и вероятности возникновения отказа. Они оцениваются по десяти бальной шкале, где первом случае, 1 будет означать мало влияющие последствия, а 10 катастрофические последствия. Во-втором, 1-мало вероятное возникновение дефекта и 10 – неизбежное. Также рассчитывают комплексную оценку риска.

Благодаря данному методу компания может обеспечить устойчивое и эффективное производство. Повысить качество конкурентоспособной продукции и предотвратить большую часть дефектов.

Создавая хорошую основу для разработки планирования в области качества, следует применять методы и принципы совершенствования качества. К методам планирования относят: расчетно-аналитический, экспериментальный (опытный) и отчетно-статистический. Помимо этого, выделяют планирование снизу-вверх (от планов на местах через планы подразделений к общему плану), планирование сверху вниз (от общих планов организации вниз к рабочим местам) и встречное планирование (объединение двух предыдущих методов). Принципы планирования являются общими, на них базируется дальнейшая работа по проекту.

Важно отметить, что для повышения эффективности в области качества система должна быть разработана как инструмент управления, соответствующий конкретному проекту или организации. При ее использовании должна быть возможность выделять критические работы и риски, на которые стоит обратить внимание. Также система должна быть простой, функциональной и интегрируемой в деятельность организации.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Система менеджмента качества: основные положения и словарь.
2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта.
3. Солонин С.И. Метод контрольных карт. Учебное пособие. Екатеринбург 2014г.
4. Ребрин Ю.И. Управление качеством, Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
5. URL: [http://www.kpms.ru/General\\_info/Benchmarking.html](http://www.kpms.ru/General_info/Benchmarking.html) (дата обращения: 17.02.2018).

6. URL: <http://akmalov.ru/postroenie-brenda/razvitie-sobstvennyix-navyikov/swot-i-anti-swot-analiz-v-hr.html> (дата обращения: 18.02.2018).
7. URL: <http://worldsellers.ru/swot-analiz/html> (дата обращения: 18.02.2018).
8. URL: <http://boehme-weihs.ru/resursy/statii/chto-takoe-fmea-analiz.html> (дата обращения: 20.02.2018).
9. URL: <http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0027.html> (дата обращения: 20.02.2018).

## **УСТОЙЧИВЫЙ АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ ОБЪЕКТА С НЕТОЧНЫМИ ВХОДНЫМ И ВЫХОДНЫМ СИГНАЛАМИ**

**Воскобойников Ю.Е.**

заведующий кафедрой прикладной математики, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Новосибирск

**Крысов Д.А.**

аспирант кафедры автоматики,  
Новосибирский государственный технический университет,  
Россия, г. Новосибирск

Как известно, задача идентификации импульсной переходной функции динамической системы по измеренным значениям входного и выходного сигналов является некорректно поставленной. Для получения устойчивой оценки в работе предлагается локальный регуляризирующий алгоритм, в котором для каждого коэффициента разложения дискретного преобразования Фурье вычисляется свой регуляризирующий множитель из условия минимума среднеквадратической ошибки идентификации. Выполненный вычислительный эксперимент показал более высокую точность идентификации предложенным алгоритмом по сравнению с широко используемыми регуляризирующими алгоритмами, зависящими только от одного параметра регуляризации.

*Ключевые слова:* задача непараметрической идентификации, некорректно поставленные задачи, интегральное уравнение Вольтера I рода, локальный регуляризирующий алгоритм идентификации, итерационная процедура уточнения локального отношения «шум/сигнал», сходимости регуляризованного решения задачи идентификации.

**Введение.** Наиболее часто в качестве математической модели стационарной динамической системы используется интегральное уравнение Вольтера I рода с разностным ядром вида:

$$\int_0^t k(t-\tau)\varphi(\tau)d\tau = f(t). \quad (1)$$

Тогда задача непараметрической идентификации сводится к решению интегрального уравнения относительно  $k(\tau)$  – импульсной переходной функции (ИПФ) динамической системы (1),  $\varphi(\tau)$ ,  $f(t)$  – входной и выходной сигналы системы. Заметим, что эта задача относится к классу некорректно поставленных задач, когда могут нарушаться условия корректности по Адамару, в частности, появляется неустойчивость решения интегрального уравнения к погрешностям задания правой части  $f(t)$  уравнений (1) [4, с. 45-63].

Для нахождения единственного и устойчивого (но приближенного) решения уравнения (1) относительно функции  $\varphi(\tau)$  (обратная измерительная задача) используют различные методы регуляризации, как детерминированные, так и статистические [1, с. 76-89; 4, с. 15-26]. Эти же методы можно использовать и для решения задачи непараметрической идентификации, но уже в этом случае ядром уравнения (1) будет уже входной сигнал системы  $\varphi(\tau)$ . При этом характерными являются две особенности:

1. Упомянутые регуляризирующие алгоритмы имеют один «управляющий» параметр – параметр регуляризации – для всех коэффициентов ДПФ регуляризованного решения. К сожалению, наличие только одного параметра регуляризации не позволяет подобрать для каждого коэффициента ДПФ регуляризованного решения свой регуляризирующий множитель, минимизирующий как ошибку вычисления этого коэффициента, так и ошибку всего регуляризованного решения.

2. Делается предположение, что входной сигнал  $\varphi(\tau)$  идентифицируемой системы задан точно. Однако такое требование редко выполняется на практике так, как и входной и выходной сигналы системы измеряются и регистрируются приборами примерно одинакового класса точности и, следовательно, и входной и выходной сигналы задаются с случайными погрешностями.

В данной работе предлагается *локальный регуляризирующий алгоритм* (в котором для каждого коэффициента ДПФ регуляризованного решения находится свой регуляризирующий множитель) непараметрической идентификации при не точно заданных входном и выходном сигналах идентифицируемой системы. При этом **решаются следующие задачи:**

- построение локального оптимального регуляризирующего алгоритма, минимизирующего среднеквадратическую ошибку идентификации;
- построение итерационного алгоритма апостериорного уточнения отношения «шум/сигнал выхода», от которого зависит локальный регуляризирующий множитель;
- доказательство сходимости построенного регуляризованного решения;
- исследование эффективности построенного локального регуляризирующего алгоритма.

**Локальный регуляризирующий алгоритм.** Предположим, что выходной и входной сигналы динамической системы измерены (заданы) в дискретные моменты времени со случайными погрешностями (шумами):

$$\tilde{f}(t_i) = f(t_i) + \eta(t_i); \quad \tilde{\varphi}(\tau_j) = k(\tau_j) + \zeta(\tau_j),$$

где  $\eta(t_i), \zeta(\tau_j)$  – случайные величины с нулевыми средними и дисперсиями  $\sigma_\eta^2, \sigma_\zeta^2$ , соответственно, некоррелированные друг с другом. Построение регуляризованного решения с использованием дискретного преобразования Фурье (ДПФ) можно представить следующими «укрупненными» шагами (подробнее см. [3, с. 120-124]):

*Шаг 1.* Формирование по дискретным значениям  $\tilde{f}_i = \tilde{f}(t_i)$ ,  $\tilde{\varphi}_j = \tilde{\varphi}(\tau_j)$  периодических последовательностей  $\{\tilde{f}_p(i)\}$ ,  $\{\tilde{\varphi}_p(i)\}$ ,  $i = 0, \dots, N-1$ , где  $N$  – величина периода и взятия от этих последовательностей ДПФ, т.е. вычисление коэффициентов ДПФ  $\{\tilde{F}_p(l)\}$ ,  $\{\tilde{\Phi}_p(l)\}$ ,  $l = 0, \dots, N-1$ .

*Шаг 2.* Вычисление коэффициентов ДПФ  $\{K_{p\alpha}(l)\}$ ,  $l = 0, \dots, N - 1$ , регуляризованного решения.

*Шаг 3.* Вычисление периодического регуляризованного решения  $k_{p\alpha}(i)$ ,  $i = 0, \dots, N - 1$  (взятием обратного ДПФ от последовательности  $\{K_{p\alpha}(l)\}$ ) и формирование вектора непериодического регуляризованного решения  $k_{\alpha j}$ ,  $j = 0, \dots, N_k - 1$ , как оценку для значений решения интегрального уравнения в дискретные моменты времени:  $k(\tau_j)$ ,  $j = 0, \dots, N_k - 1$ .

Очевидно, что точность регуляризованного решения определяется способом вычисления коэффициентов  $\{K_{p\alpha}(l)\}$  на втором шаге, которые будем находить в виде:

$$K_{pq}(l) = \frac{\tilde{\Phi}_p^c(l)}{|\tilde{\Phi}_p(l)|^2 + q_p(l)} \cdot F_p(l), \quad l = 0, \dots, N - 1,$$

где  $q_p(l)$  - стабилизирующий член, определяемый ниже. Обозначим коэффициенты ДПФ точного решения, как  $\bar{K}_p(l)$  и ошибку оценивания коэффициента  $\bar{K}_p(l)$  определим условным математическим ожиданием

$$\Delta_{pq}(l) = M \left[ \left| K_{pq}(l) - \bar{K}_p(l) \right|^2 / \tilde{\Phi}_p(l) \right]$$

при заданном коэффициенте ДПФ  $\tilde{\Phi}_p(l)$  входного сигнала идентифицируемой системы. Справедливо

**Утверждение.** Минимум  $\Delta_{pq}(l)$  достигается при

$$q_{port}(l) = \sigma_{Z_p}^2 + \frac{\sigma_{H_p}^2}{|\bar{K}_p(l)|^2}$$

и коэффициенты ДПФ оптимального регуляризованного решения, имеющего наименьшую среднеквадратическую ошибку  $\Delta_{pq}(l)$  определяются выражением

$$K_{port}(l) = \frac{\Phi_p^c(l)}{|\Phi_p(l)|^2 (1 + S_{opt}(l))} \cdot F_p(l), \quad (2)$$

где  $\Phi_p^c(l)$  – величина, комплексно сопряженная с  $\Phi_p(l)$ ;

$$S_{opt}(l) = S_\zeta(l) + S_\eta(l) = \frac{\sigma_{Z_p}^2}{|\Phi_p(l)|^2} + \frac{\sigma_{H_p}^2}{|\Phi_p(l)|^2 \cdot |\bar{K}_p(l)|^2}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{Z_p}^2$ ,  $\sigma_{H_p}^2$  – дисперсии коэффициентов ДПФ периодических последовательностей  $\{\zeta_p(i)\}, \{\eta_p(i)\}$ .

Соотношение  $S_\zeta(l)$  можно трактовать как отношение «шум/сигнал» для коэффициентов ДПФ входного сигнала, а второе  $S_\eta(l)$  – «шум/сигнал» для коэффициентов ДПФ выходного сигнала. Очевидно, что, взяв обратное ДПФ от коэффициентов (2), каждый из которых имеет минимальную среднеквадратическую ошиб-

ку, получим оценку для импульсной переходной функции динамической системы с наименьшей среднеквадратической ошибкой.

К сожалению, алгоритм (2) не реализуем на практике, так как в отношении «шум/сигнал» выходного сигнала (второе слагаемое в (3)) входят неизвестные коэффициенты ДПФ  $\overline{K}_p(l)$  искомой импульсной переходной функции. Для ответа на этот вопрос предлагается итерационная процедура апостериорного уточнения отношения  $S_\eta(l)$ , которая является нетривиальным обобщением процедуры уточнения отношения «шум/сигнал», успешно используемой при вычислении регуляризованного решения обратной измерительной задачи при точно заданном ядре интегрального уравнения (1) (см. [5]).

**Итерационное уточнение отношения «шум/сигнал» выходного сигнала.** Так как отношение «шум/сигнал» коэффициентов ДПФ выходного сигнала  $S_\eta(l)$  (в уравнении (3) это второе слагаемое) зависит от неизвестного коэффициента ДПФ  $\overline{K}_p(l)$  точного решения, то предлагается следующая итерационная процедура апостериорного уточнения этого отношения. Процедура выполняется при вычислении каждого коэффициента ДПФ (т.е. для  $l = 0, \dots, N-1$ ) и имеет вид:

$$K_p^{(n+1)}(l) = \frac{\Phi_p(l)}{|\Phi_p(l)|^2 (1 + S_\zeta(l) + S_\eta^{(n)}(l))} F_p(l), \quad (4)$$

$$S_\eta^{(n)}(l) = \frac{\sigma_{H_p}^2}{|\Phi_p(l)|^2 |K_p^{(n)}(l)|^2}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (5)$$

где  $\hat{K}_p^{(0)}(l)$  – коэффициенты ДПФ «стартовой» функции  $\hat{k}^{(0)}(\tau_i)$ , которая должна удовлетворять определенному условию.

Находятся предельные точки  $\{K_p^*(l)\}$  этой итерационной процедуры, что существенно уменьшает затраты на вычисления коэффициентов ДПФ  $K_p^*(l)$ . Взяв обратное ДПФ от последовательности  $\{K_p^*(l)\}$ , получаем периодическую последовательность  $\{\hat{k}_p^*(i)\}$ , из которой формируется оценка  $\hat{k}^*(\tau_i)$  для импульсной переходной функции динамической системы в дискретные моменты времени  $\hat{k}^*(\tau_i) = \hat{k}_p^*(i), i = 0, \dots, N_k - 1$ .

Если начальный вектор  $\hat{k}^{(0)}$ , составленный из значений  $\hat{k}^{(0)}(\tau_i)$  «стартовой» функции  $\hat{k}^{(0)}(\tau)$ , сходится в среднеквадратическом к вектору точного решения  $\bar{k}$  при стремлении уровней погрешностей к нулю, т.е.

$$M \left[ \left\| \hat{k}^{(0)} - \bar{k} \right\|^2 \right] \rightarrow 0 \text{ при } \sigma_\eta^2, \sigma_\zeta^2 \rightarrow 0,$$

то имеет место среднеквадратическая сходимость построенного решения:

$$M \left[ \left\| \hat{k}^* - \bar{k} \right\|^2 \right] \rightarrow 0 \text{ при } \sigma_\eta^2, \sigma_\zeta^2 \rightarrow 0, \quad (6)$$

где  $\hat{k}^*, \bar{k}$  – векторы размерности  $N_k$ , составленные из значений  $\hat{k}^*(\tau_i), \bar{k}(\tau_i)$  соответственно.

Таким образом, предложенный алгоритм построения решения является регуляризирующим и его можно назвать *квазиоптимальным локальным регуляризирующим алгоритмом*. Слово квазиоптимальный отражает итерационное уточнение отношения «шум/сигнал» выходного сигнала идентифицируемой системы.

Предлагается процедура позволяющая с приемлемой точностью (5-10%) оценить дисперсии  $\sigma_{Z_p}^2$ ,  $\sigma_{H_p}^2$  соответствующих коэффициентов ДПФ. Даются рекомендации по выбору вектора  $\hat{k}^{(0)}$ , который должен удовлетворять условию (17).

**Исследование локального алгоритма идентификации.** Для ответа на вопрос об относительной точности предложенного алгоритма идентификации был проведен обширный вычислительный эксперимент. Остановимся на некоторых результатах этого эксперимента.

В качестве импульсной переходной функции использовались два вида функций, графики которых приведены на рисунке: «гладкая» ИПФ – кривая 1 (будем обозначать ИПФ1); «колебательная» ИПФ – кривая 2 (ИПФ2). Входной сигнал задавался двумя функциями: «узкополосным» (обозначим ВХОД1) и «широкополосным» (обозначим ВХОД2). Шумы измерения как входного, так и выходного сигналов моделировались псевдослучайными величинами с нормальным распределением, нулевым средним и дисперсией, определяемой относительными уровнями шума.

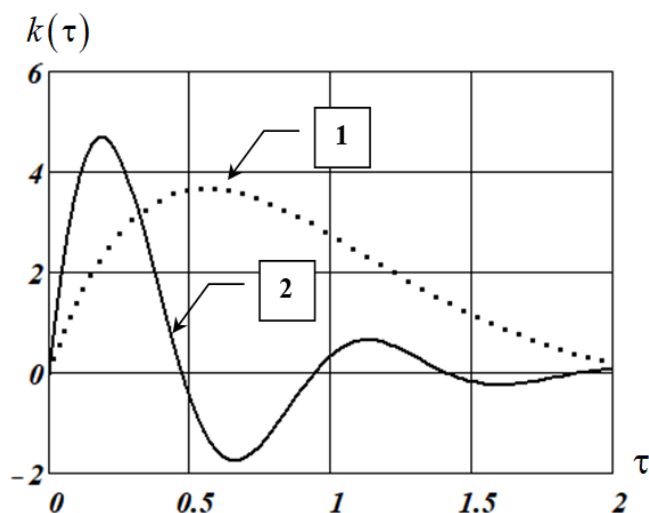


Рис. Идентифицируемые импульсные переходные функции  $k(\tau)$

Введен коэффициент эффективности  $K_{eff}$  локального алгоритма идентификации, определяемый соотношением:

$$K_{eff} = \frac{\|k_{\alpha_w} - \bar{k}\|}{\|\hat{k}^* - \bar{k}\|},$$

где  $k_{\alpha_w}$  – решение, построенное регуляризирующим алгоритмом с одним параметром регуляризации  $\alpha_w$  (подробнее см. [2]);  $\hat{k}^*$  – решение, построенное предложенным локальным алгоритмом идентификации. Если  $K_{eff} > 1$ , то предпочтение следует отдать локальному алгоритму идентификации, в противном случае – глобальному алгоритму. В табл. 1 приведены средние значения коэффициента эффективности  $\bar{K}_{eff}$  (вычисленные по выборке случайных значений  $K_{eff}$  объемом 50) при



идентификации ИПФ1 с двумя входными сигналами ВХОД1 и ВХОД2, а в табл. 2 – при идентификации ИПФ2. В обоих случаях относительный уровень шума входного сигнала был равен  $\delta_\varphi = 0.10$

Таблица 1

**Коэффициенты эффективности при идентификации ИПФ 1**

Уровень шума $\delta_f$	Значения коэффициента эффективности $\bar{K}_{eff}$	
	ВХОД1	ВХОД2
0.02	1.12	1.15
0.05	1.09	1.11
0.10	1.05	1.06

Таблица 2

**Коэффициенты эффективности при идентификации ИПФ 2**

Уровень шума $\delta_f$	Значения коэффициента эффективности $\bar{K}_{eff}$	
	ВХОД1	ВХОД2
0.02	1.14	1.15
0.05	1.11	1.12
0.10	1.07	1.08

Анализируя приведенные значения  $\bar{K}_{eff}$ , можно сделать следующие выводы:

- для всех уровней шума правой части и используемых входных сигналов более предпочтительным является локальный регуляризирующий алгоритм идентификации (т.к.  $\bar{K}_{eff} > 1$ );
- по мере увеличения уровня шума измерения правой части значение коэффициента эффективности уменьшается, но он остается больше 1.

**Заключение.** Предложенный локальный регуляризирующий алгоритм позволяет строить устойчивые решения с ошибками, меньше чем ошибки регуляризованных решений, зависящие только от одного параметра регуляризации. Алгоритм может быть использован для параметрической идентификации динамической системы, математической моделью которой выступает интегральное уравнение Фредгольма I рода.

**Список литературы**

1. Воскобойников Ю.Е., Преображенский Н.Г., Седельников А.И. Математическая обработка эксперимента в молекулярной газодинамике. – Новосибирск: Наука, 1984. – 238 с.
2. Воскобойников Ю.Е., Литасов В.А. Регуляризирующий алгоритм непараметрической идентификации при неточных исходных данных // Научный вестник НГТУ. – 2005. – № 2 (20). – С.33-45.
3. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые алгоритмы решения обратных измерительных задач. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2007. – 184 с.
4. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректно поставленных задач. – М.: Наука, 1979. – 278 с.
5. Voskoboinikov Yu.E., Mukhina I.N. Regularizing algorithm for image and signal reconstructions with refinement of the local noise to signal ratios // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 1999. N4. – P.60-70.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

*Гафарова Э.А., Шаяхметов А.М.*

магистранты второго курса,

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Россия, г. Уфа

*Арсланов И.Р., Мухаметова М.Ю.*

магистранты, Уфимский государственный нефтяной технический университет,

Россия, г. Уфа

В настоящее время в Российской Федерации серьезные бедствия в виде пожаров и взрывов обладают тенденцией к дальнейшему росту. Так по данным Ростехнадзора аварии в нефтегазовой отрасли в 49,5% случаев связаны со взрывами, а в 37,8% – с пожарами. Также в 2011 году Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору установлено, что термическое воздействие является основным травмирующим фактором. К объектам повышенной пожарной опасности относятся склады ГСМ, их безопасности следует уделять повышенное внимание. На автозаправочных станциях объемы размещенного топлива достигают многих десятков кубических метров, поэтому имеется высокий риск возникновения пожара. Именно поэтому необходимо точно соблюдать разработанные нормы и правила, инструкции по обеспечению безопасности на АЗС. Возрастает острота проблемы в обеспечении безопасности эксплуатации технологических трубопроводов АЗС, а именно в противокоррозионной защите.

*Ключевые слов:* АЗС, трубопроводы, безопасность, защита, теплоизоляция, покрытия, персонал.

При проведении работ по повторной изоляции действующих трубопроводов и резервуаров, а также при строительстве новых, используются различные изоляционные материалы и конструкции защитных покрытий. К сожалению, для обеспечения эффективной защиты трубопроводов и резервуаров от коррозии при различных условиях эксплуатации и строительства нет универсального покрытия. Наибольшую защиту и безопасность трубопроводов и резервуаров для хранения нефтепродуктов можно достичь путем обработки стенок металла с внешней и внутренней стороны. Однако такая обработка требует вовлечения специальных технологий и устройств. Именно в стационарных заводских или базовых условиях можно достигнуть высокого качества подготовки труб и нанесения защитных покрытий с использованием материалов, технологий и оборудования, которое невозможно применять при трассовом способе изоляции трубопроводов и резервуаров.

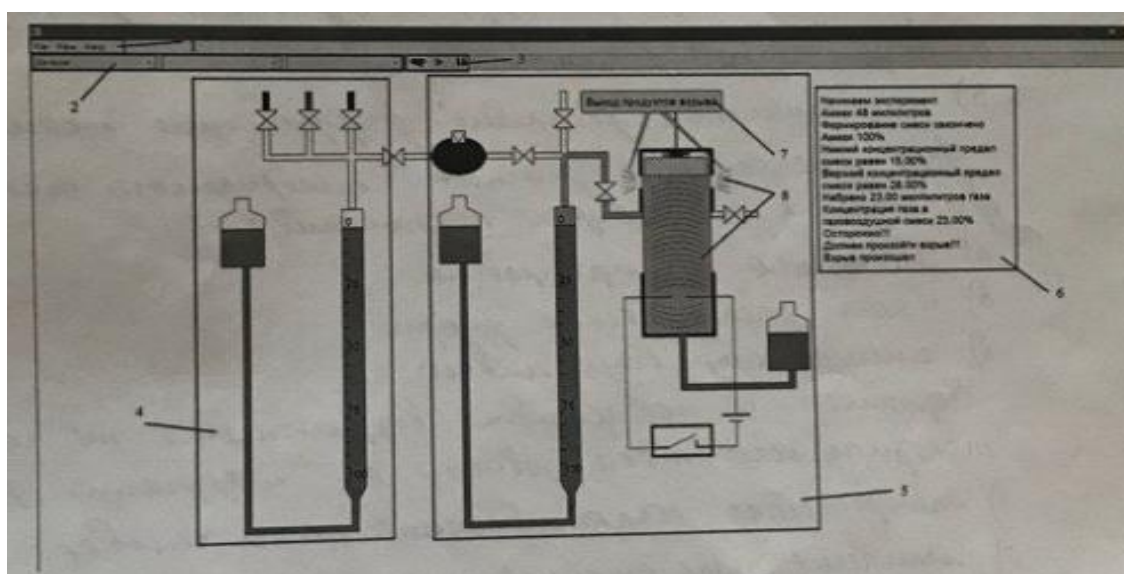
Для осуществления ремонта и изоляции применяются полимерные ленточные и битумно-мастичные покрытия нанесенного механическим способом. При строительстве нефтепроводов используют трубы и фасонные соединительные детали и задвижки трубопроводов, которые имеют заводские покрытия на основе современных полимерных материалов. Для работы в трассовых условиях допускается только изоляция зоны сварных стыков труб покрытиями на основе термоусаживающихся полимерных лент. В заводских условиях зачастую используются эпоксидные, полиэтиленовые, полипропиленовые защитные покрытия. В Канаде, США и Великобритании популярны покрытия толщиной 350-400 мкм. Эпоксидные покрытия имеют высокую адгезию к стали, повышенную теплостойкость и стойкость к катодному отслаиванию, но обладают низкой ударной прочностью. Именно поэтому полиэтиленовые покрытия труб являются более универсальными, чем оксидные.

Зарубежные предприятия все чаще обращаются к двухслойным эпоксидным покрытиям, не исключением стал и Волжский трубный завод. Данная технология обладает повышенной ударной прочностью (практически не изменяется при температуре от +40°C до -40°C), высокой стойкостью к абразивному износу. Покрытие имеет толщину 750-1000 мкм и два слоя: внутренний изоляционный и наружный защитный.

Наиболее перспективными в области безопасности наружных покрытий трубопроводов являются заводские полипропиленовые покрытия. Они характеризуются высокой теплостойкостью (до 110-140°C), повышенной стойкостью к удару, срезу и истиранию, продавливанию. Имеют низкий уровень влагопоглощения и повышенную механическую прочность. Но полипропиленовые покрытия имеют один серьезный недостаток – низкую морозостойкость, поэтому при температуре хранения изолированных труб ниже -20°C и температуре строительства трубопроводов ниже -10°C ограничивается возможность их применения.

Помимо технических методов обеспечения взрывопожарной безопасности на АЗС исключительное внимание следует уделять уровню профессиональной подготовки персонала, так как неотъемлемая часть всех причин катастроф связана с действием человеческого фактора. Непрофессиональные действия сотрудников, сопровождающиеся грубыми нарушениями регламента, приводят к изменению параметров ведения технологического процесса, вследствие чего возникают неуправляемые цепные реакции, заканчивающиеся взрывами на потенциально-опасных объектах.

Одной из причин проблем защищенности объектов нефтегазовой отрасли от взрывов и пожаров является недостаточная ориентация системы подготовки персонала на причины и способы образования возможных аварийных ситуаций. Именно поэтому необходимо знания работниками причин и способ образования взрывоопасных смесей. Так на базе кафедры «Промышленная безопасность и охрана труда» ФБОУ ВПО Уфимского государственного нефтяного технического университета была разработана компьютерная программа по визуализации процесса образования взрывоопасных смесей (рисунок).



1 – тулбар; 2 – выпадающие списки для выбора испытываемого газа; 3 – кнопки управления; 4 – область смешивания газов; 5 – область создания газозавдушной смеси и ее воспламенения; 6 – лог эксперимента; 7 – всплывающая подсказка; 8 – анимация взрыва

Рис. Окно приложения компьютерной программы

Взрывоопасность горючих газов и паров характеризуется концентрационными пределами распространения пламени. Данная программа позволяет учитывать этот параметр для всех имеющихся взрывоопасных газов. С помощью компьютерной визуализации можно самостоятельно образовывать различные газовые составы и следить за следствием данного образования в случае наличия источника зажигания. Результат эксперимента – схематическая анимация воспламенения газа в камере сгорания, а также соответствующая запись в логе файла. Особенностью данной разработки является возможность отрабатывать навыки проведения опасных работ до получения высокой степени подготовленности к их выполнению.

Таким образом, применение современных материалов и постоянное обеспечение внедрения новейших научных разработок в технической оснащенности оборудования на АЗС, а также разработка и применение виртуальных тренажеров по соблюдению безопасности работ позволит усилить качество подготовки специалистов для объектов нефтегазовой отрасли и повысить уровень производственной безопасности в целом.

#### Список литературы

1. Киреев И.Р., Гильмиярова Ф.Р. Обеспечение промышленной безопасности на предприятиях нефтегазового комплекса // Экологические проблемы нефтедобычи – 2013: Междунар. конф. с элементами науч. школы для молодежи / УГНТУ. – Уфа. 2013. – С. 128-129.
2. Киреев И.Р., Нуриева А.Ф. Использование новых конструкционных материалов в строительстве резервуаров // Актуальные вопросы науки и образования: тез. Всероссийский молодеж. науч.-практ. конф. – Уфа. – 2013 – С. 40-42.
3. Киреев И.Р., Нуриева А.Ф., Абдрахимов Ю.Р. Обеспечение охраны труда при зачистке резервуаров // 64-ая научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. материалов конф. – Уфа. – 2013. – Кн. 2. – С. 40-42.
4. Киреев И.Р., Саматова А.Р., Латыпова Г. И., Казакова С.Р. Охрана труда при подготовке резервуара к ремонту // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Уфа. – 2013. – Вып. 7. – С. 211-213.
5. Киреев И.Р., Саматова А.Р., Гильмиярова Ф.Р., Абдрахимов Ю.Р. Роль промышленной безопасности для предотвращения аварийных ситуаций в нефтегазовых компаниях // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: материалы Международ. науч.-техн. конф. – Уфа. – 2013. – Вып. 7. – С. 209-211.
6. Киреев И.Р., Закирова З.А., Латыпова Э.А. Борьба с пирофорными отложениями – как один из важных способов повышения взрывопожарной безопасности // Наукоемкие технологии в решении проблем нефтегазового комплекса: тезисы докл. Международ. молодеж. конф., г. Уфа, 23-29 ноября 2014г. – Уфа, 2014. – Ч.1. – С. 95-97.
7. Киреев И.Р., Саматова А.Р., Прохоров А.Е. Исследование причин разгерметизации резервуарного оборудования // Промышленная безопасность на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах: сб. материалов VIII науч.-практ. конф., 23-24 апр. 2014 г., г. Уфа / УГНТУ. – Уфа., 2014. – С. 141-144.
8. Киреев И.Р., Саматова А.Р., Абдрахимов Ю.Р. Влияние нефтегазовых предприятий на окружающую среду // Защиты окружающей среды от экотоксикантов: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф., 14-15 апр. 2014 г. / УГНТУ. – Уфа, 2014. – С. 172-174.
9. Киреев И.Р., Исмагилов М.Р., Шарафиев Р.Г., Зинатуллин М.Р., Фролов Ю.А., Ерофеев В.В. Использование современных полимерных материалов для защиты РВС от коррозии // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф., 10-12 марта 2015 г. / УГНТУ. – Уфа, 2015. – С. 451-456.
10. Киреев И.Р., Ибрагимова Р.А., Барахнина В.Б., Жолобова Г.Н., Гильманшин Р.А., Минигалиев Ф.Н. Разработка программного средства для определения степени загрязнения почвы при авариях на нефтепроводах // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф., 10-12 марта 2015 г. / УГНТУ. – Уфа, 2015. – С. 463-464.
11. Киреев И.Р., Абдрахманов Н.Х., Николаева И.А. Определение загазованности на объектах нефтегазовой промышленности при помощи газоанализатора // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. – 2016. – №1 (7). – С. 67-68.

12. Киреев И.Р., Филиппов В.Н., Агишева А.Р., Барахнина В.Б., Шарафиев Р.Г. Новое программное обеспечение для определения объема потерь нефтепродуктов при аварийных ситуациях на предприятиях транспорта и хранения нефти // Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / УГНТУ. – Уфа, 2017. – С. 38-41.

13. Киреев И.Р., Штур В.Б., Барахнина В.Б., Тукюева Р.Б. Влияние сварочных соединений на безопасность эксплуатации резервуаров // 68-ая научно – техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ: сб. материалов конф. / УГНТУ. – Уфа. -2017. – Кн. 2. – С. 145.

14. Закирова З.А., Жолобова Г.Н., Сальманов Н.М. 2D виртуальная лабораторная установка по определению концентрационных пределов распространения пламени по газоздушным смесям. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013660131 от 25.10.2013.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

*Гуков П.О.*

доцент кафедры электротехники и автоматики, доцент,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
Россия, г. Воронеж

*Кулешов Д.Ю.*

магистр кафедры электротехники и автоматики,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
Россия, г. Воронеж

В статье рассматривается возможность моделирования режима электрической сети с помощью пакета NI Multisim. Приведены выражения для расчета параметров схем замещения элементов сетей. На примере блока «линия-трансформатор» в сети 10 кВ показано хорошее совпадение результатов виртуальных измерений и расчетов режима.

*Ключевые слова:* режим электрической сети, параметры элементов схемы замещения, моделирование режима в среде NI Multisim.

Расчет режима электрической сети сводится, как правило, к определению напряжения и мощности в узлах схемы замещения [3]. Этого достаточно для расчета токов и перетоков мощности между узлами, потерь мощности и напряжения в сети [2]. Схемы замещения линий электропередачи, силовых трансформаторов и других элементов сетей выбирают в зависимости от конструкции и номинального напряжения. Например, для участков линий в сетях напряжением до 35 кВ достаточно учесть активное и реактивное сопротивление проводов или кабелей, для представления трансформаторов используют упрощенную Г-образную схему замещения [4].

Часто возникают задачи определения основных параметров режима при разных вариантах исходных данных: напряжения и мощности питающих узлов, мощности в нагрузочных узлах, различных марок проводов и типов трансформаторов. Проведение расчетов по известным методикам является основным источником информации о параметрах режима. Для реально действующих сетей можно получить сведения о величинах напряжений и мощностей по результатам соответствующих замеров. В распределительных сетях такие данные доступны, как правило, только для головных участков. В этих случаях целесообразно использовать программные комплексы, позволяющие моделировать режимы электрических сетей и получать

результаты замеров в рамках виртуальных экспериментов при различных исходных данных. Нами использовалась программа NI Multisim, в которой имеются все необходимые элементы для создания схем замещения и приборы для измерения параметров режима.

Приведем пример моделирования режима блока «линия-трансформатор» в сети 10 кВ (рис. 1).



Рис. 1. Блок «линия-трансформатор»

Схема замещения блока показана на рис. 2. Нагрузка представляется в виде последовательного соединения активного и индуктивного сопротивлений [1] (рис. 3).

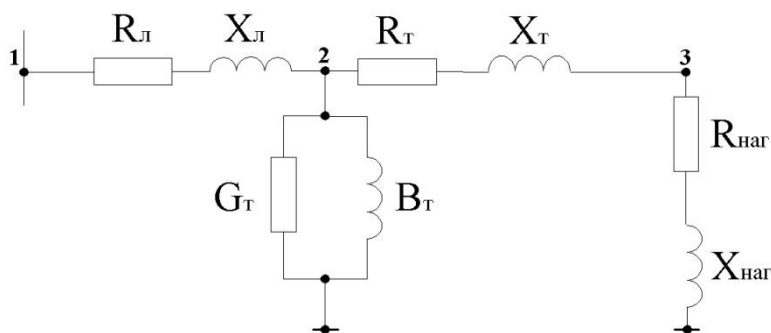


Рис. 2. Схема замещения блока «линия-трансформатор»

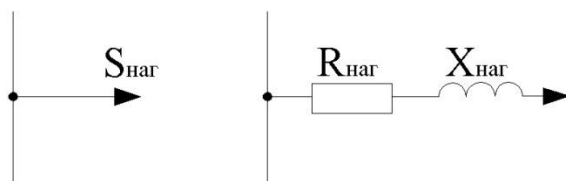


Рис. 3. Представление нагрузки в расчетах

Расчет параметров элементов схемы замещения проводится с учетом того, что в среде Multisim реактивные сопротивления  $X$  и проводимости  $B$  представляются в виде индуктивностей, активная проводимость  $G$  представляется сопротивлением. Ниже приведены выражения для расчета параметров элементов схемы замещения.

$$R_{л} = r_0 \cdot l, \quad X_{л} = x_0 \cdot l, \quad L_{л} = \frac{X_{л}}{314}$$

$$R_{т} = \Delta P_{к} \cdot \frac{U_{ном}^2}{S_{т}^2}, \quad X_{т} = \frac{u_{к} \%}{100 \%} \cdot \frac{U_{ном}^2}{S_{т}}, \quad L_{т} = \frac{X_{т}}{314}$$

$$G_{т} = \Delta P_{х} \cdot \frac{1}{U_{ном}^2}, \quad R'_{т} = \frac{1}{G_{т}}, \quad B_{т} = \frac{i_{х} \%}{100 \%} \cdot \frac{S_{т}}{U_{ном}^2}, \quad L'_{т} = \frac{1}{314 \cdot B_{т}}$$

$$R_{наг} = \frac{U_{ном}^2 \cos \varphi}{S_{наг}}, \quad X_{наг} = \frac{U_{ном}^2 \sin \varphi}{S_{наг}}, \quad L_{наг} = \frac{X_{наг}}{314}$$

Мощность трансформатора  $S_{т} = 100$  кВА, линия длиной 1 км выполнена проводом АС-50 ( $r_0 = 0,603$  Ом/км,  $x_0 = 0,35$  Ом/км). Параметры нагрузки:  $S_{наг} = 100$  кВА;  $\cos \varphi = 0,85$ ;  $R_{наг} = 850$  Ом;  $X_{наг} = 527$  Ом,  $L_{наг} = 1,68$  Гн.

Исходные данные и результаты расчетов параметров Г-образной схемы замещения трансформатора мощностью 100 кВА приведены в таблице 1.

Таблица 1

<b>Исходные данные и параметры схемы замещения трансформатора</b>								
$S_{НОМ}$ , кВА	$\omega_k$ , %	$i_x$ , %	$\Delta P_x$ , кВт	$\Delta P_k$ , кВт	$R_T$ , Ом	$X_T$ , Ом	$G_T$ , См	$B_T$ , См
100	4,5	2,2	0,28	1,97	19,7	45,0	$0,28 \cdot 10^{-5}$	$0,22 \cdot 10^{-4}$

В таблице 2 приведены параметры трансформатора для формирования схемы замещения в Multisim.

Таблица 2

**Параметры схем замещения трансформатора для моделирования**

$G_T$ , См	$R'_T$ , Ом	$B_T$ , См	$L'_T$ , Гн
$0,28 \cdot 10^{-5}$	$3,57 \cdot 10^5$	$0,22 \cdot 10^{-4}$	144,76

Результаты измерений приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты измерений параметров режима**

$P_1$ , кВт	$\cos\phi_1$	$P_3$ , кВт	$\cos\phi_3$	$U_1$ , кВ	$U_2$ , кВ
80,174	0,824	78,029	0,848	10,0	9,602

По величинам мощности и напряжения в начале линии был проведен расчет напряжений и мощности во всех узлах цепи. Ниже приведен алгоритм расчетов.

Потери мощности на участке 1-2 и мощность в узле 2:

$$\Delta P_{1-2} = R_l \cdot \frac{S_1^2}{U_1^2}, \quad \Delta Q_{1-2} = X_l \cdot \frac{S_1^2}{U_1^2},$$

$$P_2 = P_1 - \Delta P_{1-2}, \quad Q_2 = Q_1 - \Delta Q_{1-2}$$

Падение напряжения на участке 1-2 и напряжение в узле 2:

$$\Delta U_{1-2} = \frac{P_1 R_l + Q_1 X_l}{U_1}, \quad U_2 = U_1 - \Delta U_{1-2}$$

Мощность в начале участка 2-3

$$P_{2-3} = P_2 - \Delta P_x, \quad \Delta Q_x = \frac{i_x \%}{100 \%} \cdot S_T, \quad Q_{2-3} = Q_2 - \Delta Q_x$$

Потери мощности на участке 2-3 и мощность в узле 3:

$$\Delta P_{2-3} = R_T \cdot \frac{S_{2-3}^2}{U_2^2}, \quad \Delta Q_{2-3} = X_T \cdot \frac{S_{2-3}^2}{U_2^2},$$

$$P_3 = P_{2-3} - \Delta P_{2-3}, \quad Q_3 = Q_{2-3} - \Delta Q_{2-3}$$

Падение напряжения на участке 2-3 и напряжение в узле 3:

$$\Delta U_{2-3} = \frac{P_{2-3} R_T + Q_{2-3} X_T}{U_2}, \quad U_3 = U_2 - \Delta U_{2-3}$$

По результатам расчетов мощность и коэффициент мощности в нагрузке –  $P_3 = 78,03$  кВт,  $Q_3 = 48,76$  кВАр,  $\cos\phi = 0,848$ ; напряжение на нагрузке –  $U_3 = 9,598$  кВ. Совпадение результатов расчетов и результатов измерений из таблицы 3 свидетельствует о применимости схемы замещения блока «линии-трансформатор» (рис.3) для моделирования режима в среде Multisim. Программа обладает простым и удобным интерфейсом для формирования схем и подключения измерительных приборов, что открывает возможности ее использования в учебном процессе при изучении таких дисциплин, как «Электрические системы и сети».

### Список литературы

1. Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2008. – 715 с.
2. Гуков П.О. Анализ влияния распределения нагрузки в воздушных линиях 10 кВ на величину потерь мощности / П.О.Гуков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – №1. – С. 93-97.
3. Картавец В.В. Метод расчета режима распределительной электрической сети / В.В. Картавец, П.О. Гуков, Ю.М. Помогаев // Научное обозрение. – 2016. -№10. – С. 98-104.
4. Лыкин А.И. Электрические системы и сети: учеб. пособие / А.И. Лыкин. – М.: Логос, 2008. – 256 с.

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНСТРУМЕНТА НА НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ВЫСАДКЕ ЗАГОТОВКИ ГОЛОВКИ БОЛТА

*Ефремова Е.А.*

кандидат технических наук, доцент,

Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

*Хлопов О.И.*

студент четвертого курса, Донской государственный технический университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

Проведен анализ формоизменения при изготовлении заготовок болта с фланцем М10 по DIN 6921 на холодновысадочном автомате. Рассмотрены методы его изготовления, выявлены преимущества и недостатки. Промоделированы первый и второй переход и рассмотрены влияния геометрических параметров на напряженно- деформированное состояние.

*Ключевые слова:* болты с фланцем, высадка, редуцирование, инструмент, неравномерность деформации.

Одним из направлений в современном машиностроении является снижение расхода металла с одновременным повышением качества и эксплуатационных характеристик изделия. Это достигается за счет оптимизации технологических процессов и использования современных расчетных программ, основанных на аналитических методах теории обработки металлов давлением.

Холодная объемная штамповка является наиболее прогрессивным методом изготовления деталей таких как втулки, гайки, винты, валики, шпильки и болты. Большинство этих деталей изготавливается на высокоскоростном холодновысадочном оборудовании за несколько переходов. Объемы выпуска таких деталей велики, так как они используются не только в автомобилестроении, но и в сельхозмашиностроении, строительстве, мебельной промышленности, нефтепереработке и приборостроении. Поэтому основным направлением усовершенствования технологий являются снижение энергозатрат, экономия металла и повышение качества деталей.

Болты с фланцами относятся к новым видам крепежных изделий, в которых совмещаются несколько деталей, в данном случае болт с шайбой. Это обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики крепежных соединений и приводит к снижению себестоимости изготовления из-за сокращения количества операций и инструмента [1, 2].

Как болт с шестигранной головкой, он состоит из стержня с метрической резьбой, на одном конце которого располагается шестигранная головка, имеющая жесткое соединение с фланцем в виде «мертвой шайбы» (рис. 1), что упрощает



процесс скручивания деталей механизма и увеличивает поверхность соединения. Благодаря гладкой поверхности фланца, узел получается довольно герметичным, и под головку болта при плотном соединении с гладким корпусом ничего не попадает, даже в жидком состоянии [1].

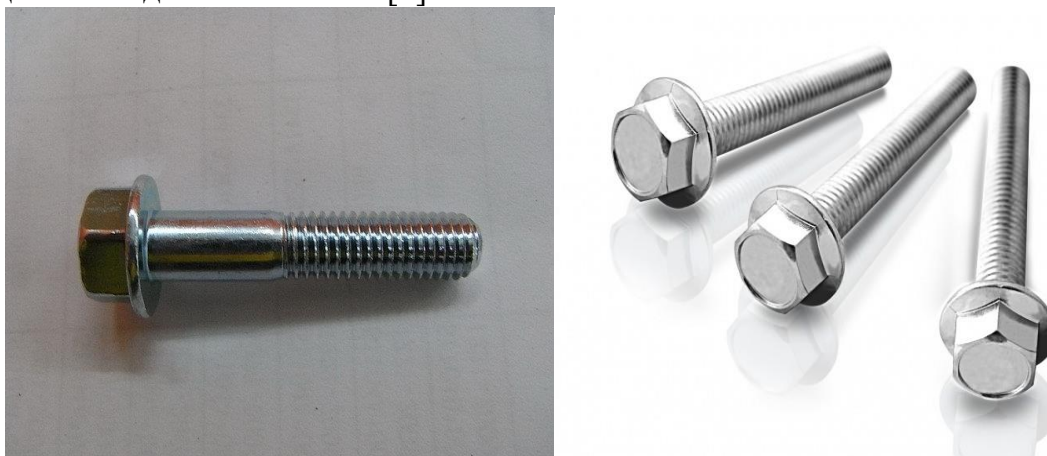


Рис. 1. Типы болтов с фланцем, изготовленные на холодновысадочном оборудовании

Болты с фланцем изготавливаются на многопозиционных холодновысадочных автоматах. Шестигранные головки болтов формируются различными способами: обрезкой граней головки и фланца, редуцированием шестигранной головки болта с последующей высадкой фланца в пуансоне [3, 4].

Болты фланцевые изготавливаются по DIN, согласно немецким стандартам. Основные параметры болта по DIN 6821 приведены на рисунке 2.

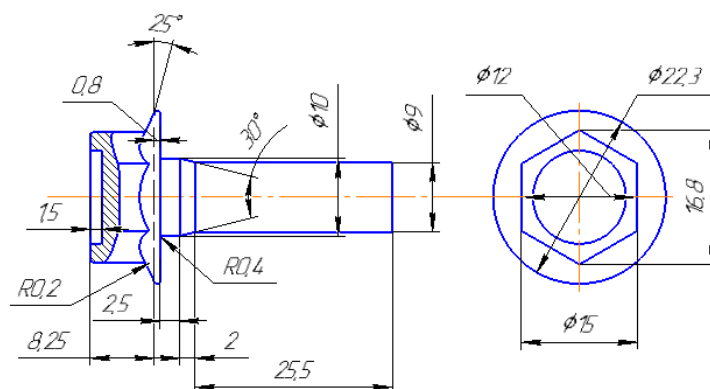


Рис. 2. Болт M10 по DIN 6821

За основу технологии изготовления болта M10 по DIN 6821 была принята технология, приведенная в работе [3]. Технологический процесс изготовления болта состоит из 3 переходов: отрезка мерной заготовки диаметром 10 мм; на первом переходе производится редуцирование стержня до диаметра 8,94 мм; на втором – высадка конической головки; на третьем – образование шестигранной головки с фланцем путем прошивки торцевой поверхности.

Целью данной работы являлся анализ особенностей течения металла, напряженного и деформированного состояния на первом и втором переходах и выбор оптимальных параметров инструмента, позволяющих снизить неравномерность деформаций при формировании головки заготовки.

В настоящей работе приведены результаты математического моделирования технологических переходов изготовления болта M10 по DIN6921. Расчеты производились в программном комплексе Q Form 2D/3D. Исходя из чертежа изделия,

были назначены допуски на холодную штамповку, разработан её чертеж, рассчитан объем заготовки и с учетом конфигурации полости изделия назначена геометрия рабочей части пуансона. Были приняты следующие размеры заготовки:  $D_3 \times H_3 = 9,8 \times 50,2$  мм, где  $D_3$  – диаметр заготовки,  $H_3$  ее высота. Ниже представлены условия моделирования процесса.

На основании технологии изготовления болта, приведенной в работе [2], включающей в себя отрезку заготовки, редуцирование стержня под резьбу, высадку конической головки болта, окончательную высадку головки болта шестигранным пуансоном с одновременной глухой прошивкой отверстия. Прошивку отверстия предлагается производить глубиной 1,5 мм цилиндрическим пуансоном диаметром 12 мм.

При анализе процесса рассматривались различные варианты подготовки заготовки на первом и втором переходе. Для этого производилось моделирование процесса редуцирования стержня и высадки конической головки.

Редуцирование стержня болта производилось на длину 30 мм. При этом рассматривались два варианта изготовления:

- формирование заготовки в пуансоне и матрице;
- формирование только матрицы

Как показали результаты расчетов, при редуцировании заготовки по первому варианту, когда расстояние между пуансоном и матрицей составляет 3 мм, металл вытекал в зазор между пуансоном и матрицей. При этом степени деформации на данном переходе достигают  $\varepsilon = 1,9$  со значительным градиентом по сечению (рис. 3).

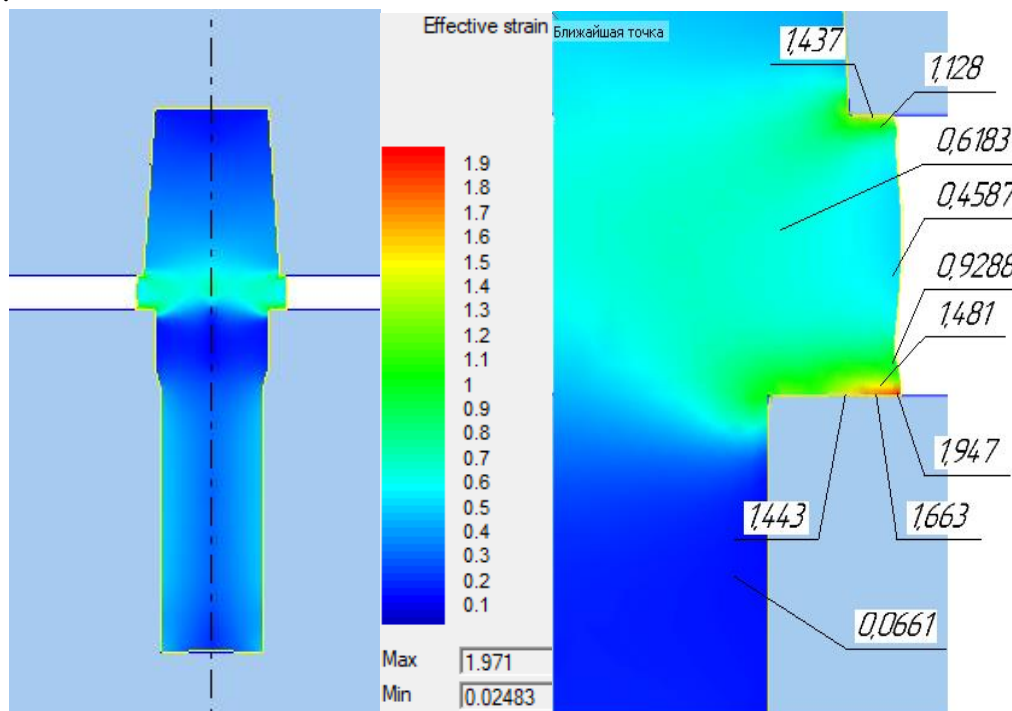


Рис. 3. Степени деформации при первом варианте

Для устранения этих недостатков рассматривалось формирование заготовки только в матрице, используя при этом заталкивающий пуансон диаметром 10 мм, оставляя зазор между блоком пуансоном пуансона и матрицы 0,7 мм

Как показали результаты расчетов, при редуцировании заготовки по второму варианту, изделие формируется полностью в матрице без вытекания в зазор между инструментами. При этом степени деформации на данном переходе значительно

меньше. Наибольшее значение  $\varepsilon = 0,4$  с незначительным градиентом по сечению (рис. 4).

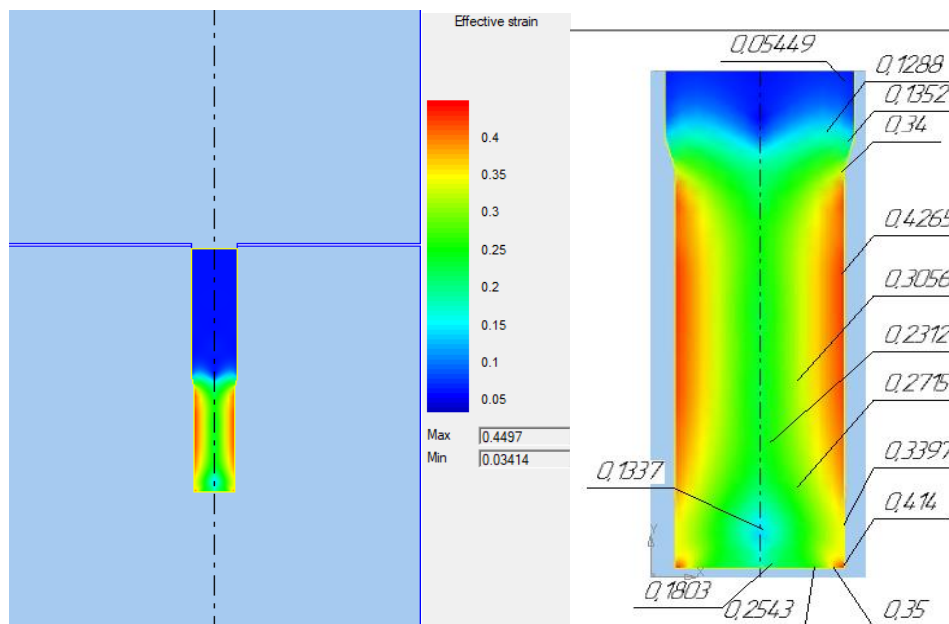


Рис. 4. Степени деформации при втором варианте

Расчет изготовления болта на втором переходе производили тоже по двум вариантам:

- высадка головки болта со скруглением на торце матрицы;
- высадка головки болта с фаской на торце матрицы.

Как показали результаты расчетов, при редуцировании заготовки по первому варианту, когда расстояние между пуансоном и матрицей составляет 1,25 мм, скругление на торце матрицы 0,4 мм, образовывалась головка необходимой формы. При этом степени деформации на данном переходе достигают  $\varepsilon = 2,2$  со значительным градиентом по сечению (рис. 4).

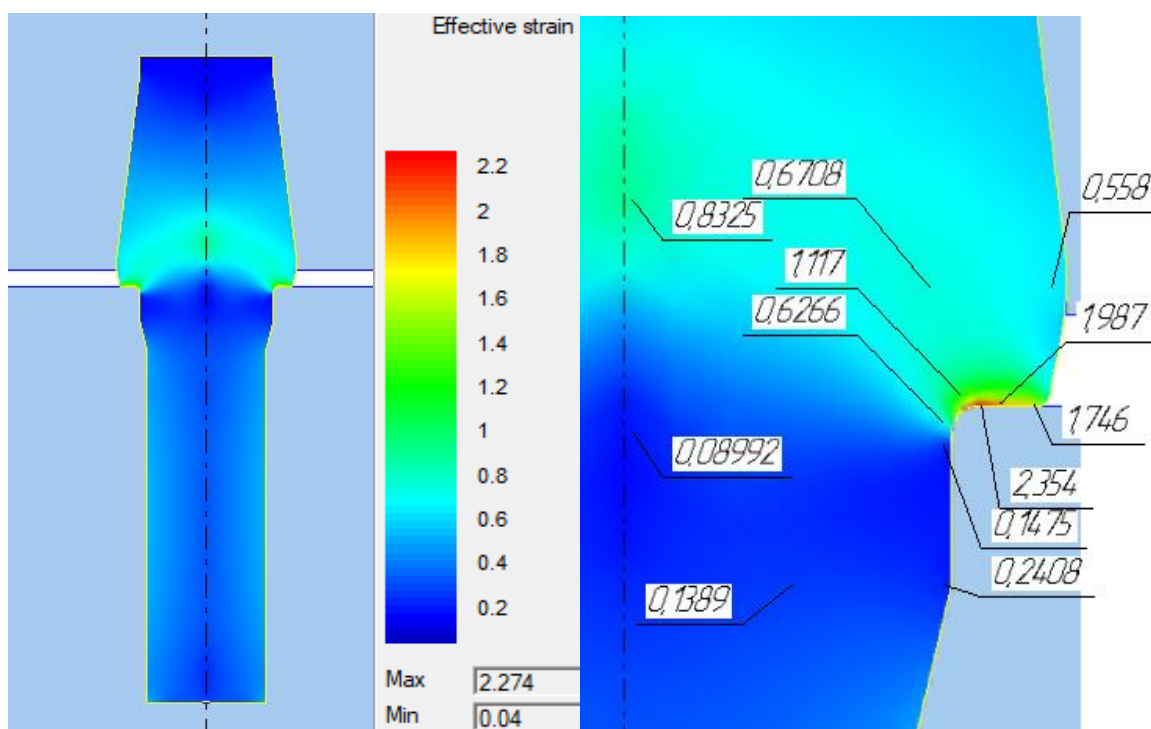


Рис. 5. Степени деформации на втором переходе (первый вариант)

Для устранения этих недостатков рассматривалось формирование заготовки в матрице с идентичными размерами, но фаской  $0,5 \times 45^\circ$  на торце. При этом зазор между пуансоном и матрицей оставался неизменным.

Как показали результаты расчетов, при высадке головки болта по второму варианту так же образуется головка требуемой формы. При этом степени деформации на данном переходе значительно меньше. Наибольшее значение  $\varepsilon = 1$ , с незначительным градиентом по сечению (рис. 6).

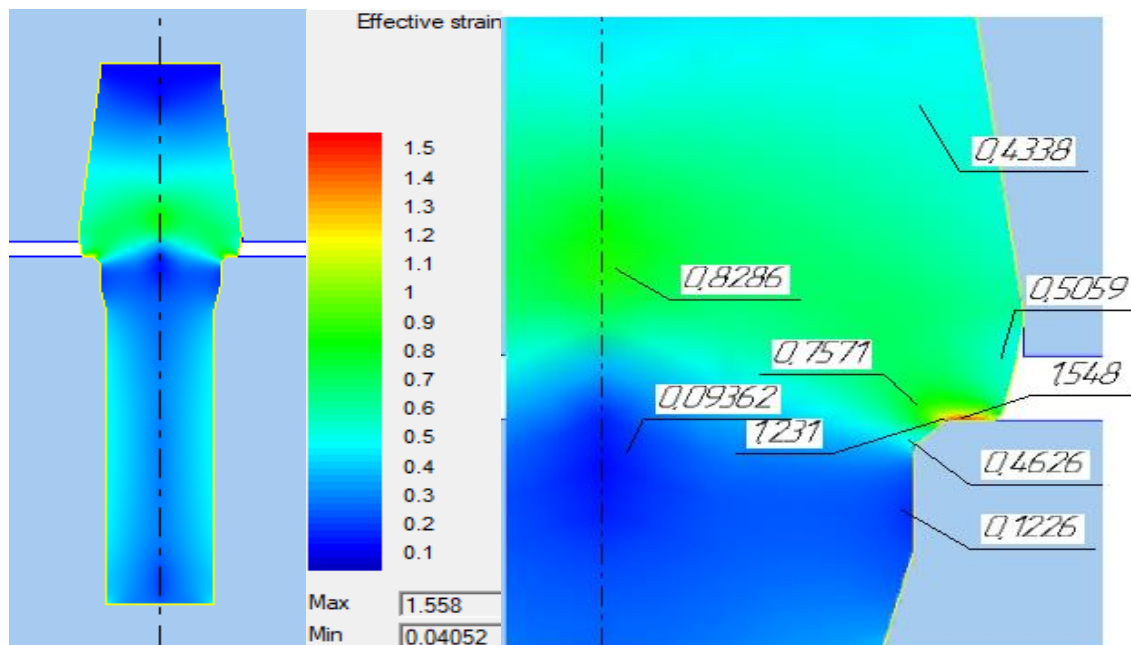


Рис. 6. Степени деформации на втором переходе (второй вариант)

Как показало моделирование изготовления заготовок болта М10 по DIN 6821 на первом и втором переходах, наиболее оптимальными являются геометрические параметры приведенные во вторых вариантах:

- при редуцировании стержня формирование заготовки должно проводиться только в матрице, с использованием заталкивающего пуансона диаметром 10 мм, оставляя зазор между блоком пуансоном пуансона и матрицы 0,7 мм;

- высадку конической головки на втором переходе, необходимо производить в матрице с фаской  $0,5 \times 45^\circ$  на торце при расстоянии между пуансоном и матрицей равном 1,25 мм.

Полученные расчеты в Q Form дают возможность детально анализировать напряженно-деформированные состояния на всех переходах высадки и корректировать их и соответствующую оснастку на этапе разработки технологии, что позволит сократить время на запуск в производство новых изделий.

#### Список литературы

1. Болт с фланцем – залог надежного соединения: [Электронный ресурс] // <http://ogodom.ru/bolt-s-flantsem-zalog-nadezhnogo-soedineniya.html> (Дата обращения: 20.02.2018).
2. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х. – М.: Машиностроение, 1987 – т. 3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г.Н. Навроцкого, 1987. – 387 с.
3. Напалков А.В. Схемы высадки головок стержневых крепежных деталей// 04.2008 <http://navtech.webservis.ru/atcl13/atcl13.htm>
4. Новиков С.В., Ефремова Е.А. Анализ вариантов изготовления шестигранных головок болтов с фланцем и выбор рационального метода // Разработка и внедрение ресурсосберегающих и импортозамещающих технологий и устройств: Сб. статей VII Международной научно-практической конференции – Пенза, 2016. С. 50-53.

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КОМКА ХЛОПКА-СЫРЦА ПО ПОВЕРХНОСТИ ЛОПАСТЕЙ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ

**Исмаилов И.А.**

старший преподаватель кафедры «ДМ и СДМ»,  
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,  
Таджикистан, г. Душанбе

**Акрамов Б.Н.**

заведующий кафедрой «ДМ и СДМ», кандидат технических наук, доцент,  
Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,  
Таджикистан, г. Душанбе

**Иброгимов Х.И.**

декан факультета «Технология и дизайн», профессор кафедры «Технология  
текстильных изделий и стандартизация», доктор технических наук,  
Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, г. Душанбе

**Курбонов Б.Д.**

ст. преподаватель кафедры «Технология текстильных изделий и стандартизация»,  
Технологический университет Таджикистана, Таджикистан, г. Душанбе

В статье приводятся результаты проведенных теоретических исследований движения комков хлопка-сырца в барабанной сушилке, имеющей различные формы лопастей, т.е. шесть кривых и шесть прямых. На основе использования законов теоретической механики определено движение комка хлопка-сырца при различном виде лопастей. Показано, как влияет форма лопастей на процесс сушки.

*Ключевые слова:* хлопок-сырец, сушильный барабан, кривые и прямые лопасти, равномерность сушки, эффективная площадь сечения, плоская пластина.

Барабанные сушилки применяются для сушки хлопка-сырца и других сыпучих материалов. Основным элементом барабанных сушилок является горизонтальный или наклонный вращающийся цилиндрический барабан, внутри которого перемещается по длине, перемешивается и сушится обрабатываемый материал.

Внутри барабана в зависимости от высушиваемого продукта установлены различные типы насадок, способствующие повышению эффективности процесса сушки. Конструкции насадок выбираются в соответствии с требованиями технологического процесса. Основной характеристикой сушильного барабана является его влагонапряжение по испарившейся влаге, ( $A = 6 \div 44$  кг/м<sup>3</sup> ч.), величина которого зависит от степени заполнения материалом камеры машины, частоты вращения барабана, теплофизических свойств и размеров продукта, а также температуры, влажности и скорости движения агента сушки.

В проведенных исследованиях [1] было установлено, что теплообмен с поверхности падающих частиц происходит в 70 раз интенсивнее, чем с наружной поверхности слоя материала, находящегося на лопастях и обечайке.

При сушке большое значение имеет тепло, полученное хлопком-сырцом путем конвекции при падении частиц с лопастей. При этом можно отметить, что повышение эффективности работы сушилки может быть достигнуто увеличением количества падающего с лопастей материала и времени его падения с лопастей, а

также созданием условий, при которых наибольшее количество падающих с лопастей частиц будет омываться сушильным агентом.

Выполнимость данных условий связана с числом, формой и высотой лопастей, а также с частотой вращения барабана.

### 1. Определение параметров полета (движения) комков хлопка-сырца при сходе с радиальных лопастей

Полет тела, брошенного под углом к горизонту-это задача известная из теоретической механики [2].

На рис. 1 изображена схема траектории полета тела в плоскости  $XOY$ , брошенного с начальной скоростью  $V_a$  под углом  $\alpha$  к горизонту.

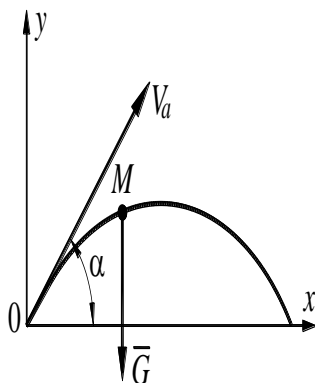


Рис. 1. Траектория полета комка хлопка-сырца

Под телом будем понимать комок хлопка-сырца весом  $G$ . Массу комка будем считать сосредоточенной в центре тяжести и равной  $m$ . Сопротивлением воздуха пренебрегаем.

Поместим начало координат в начальном положении комка (комок считаем материальной точкой). Угол между  $V_a$  и осью  $OX$  обозначим через  $\alpha$ .

На рис. 1 показана точка  $M$  в произвольном положении. На нее действует сила  $\bar{G}$ , проекции которой на оси координат будут

$$G_x = 0; G_y = -G. \quad (1)$$

Составим уравнения движения материальной точки в проекциях на оси координат

$$m \frac{dV_x}{dt} = 0; m \frac{dV_y}{dt} = -mg. \quad (2)$$

После сокращения на  $m$  получим

$$\frac{dV_x}{dt} = 0; \frac{dV_y}{dt} = -g. \quad (3)$$

Умножая обе части уравнений на  $dt$  и интегрируя, получим

$$V_x = C_1, V_y = -gt + C_2, \quad (4)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – произвольные постоянные интегрирования.

Из начальных условий при  $t = 0, x = 0, y = 0, V_x = V_a \cos \alpha, V_y = V_a \sin \alpha$  определим  $C_1 = V_a \cos \alpha; C_2 = V_a \sin \alpha$ .

Подставляя в (4)  $V_x = \frac{dx}{dt}$  и  $V_y = \frac{dy}{dt}$ , получим



$$\frac{dx}{dt} = V_a \cos \alpha ; \frac{dy}{dt} = V_a \sin \alpha - gt . \quad (5)$$

Интегрируя (5), получим

$$\begin{aligned} x &= V_a t \cos \alpha + C_3 , \\ y &= V_a t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} + C_4 . \end{aligned}$$

Из начальных условий  $C_3 = 0$ ;  $C_4 = 0$ .

Получаем систему уравнений, описывающих траекторию движения комков хлопка-сырца

$$\begin{aligned} x &= V_a t \cos \alpha , \\ y &= V_a t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} . \end{aligned} \quad (6)$$

Траектория точки в виде функции  $y = f(x)$  будет иметь вид [2]

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2V_a^2 \cos^2 \alpha} x^2 , \quad (7)$$

Горизонтальная дальность полета при  $y = 0$  составит:

$$x = \left( \frac{V_0^2}{g} \right) \sin 2\alpha . \quad (8)$$

Подставляя в (7) необходимое значение ординаты  $y = -H_i$ , где  $H_i$  – координата размещения сетчатых насадок, что позволяет легко определить дальность полёта комка на уровне  $y = -H_i$ .

Таким образом, определены основные уравнения, позволяющие рассчитать параметры траектории в зависимости от начальной скорости  $V_a$  и уровня падения частиц  $H_i$ .

## 2. Определяем движение комка хлопка-сырца по поверхности по двум видам лопастей

В [3, 4] предложена конструкция барабанной сушилки с наклонными по отношению к радиусу барабана лопастями. На рис. 2. показано объем барабана заполненный хлопком-сырцом.

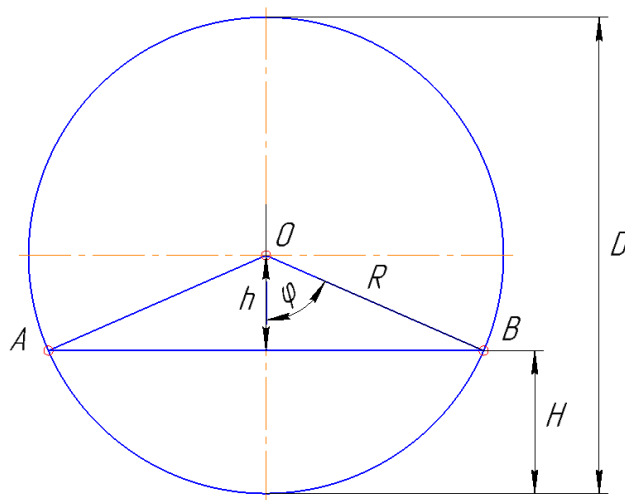


Рис. 2. Объем барабана заполненный хлопком-сырцом

На рис. 2,  $H$  – высота заполнения сечения барабана хлопком-сырцом (уровень поверху хлопка).

Требуется определить длину дуги АВ равную  $S_{\text{ср}}$ .

$S_{\text{ср}}$  – часть окружности, которая при движении барабана остаётся закрытой хлопком сырцом.

$$\begin{aligned} h &= R - H, \\ \frac{h}{R} &= \cos\varphi, \\ \varphi &= \arccos\left(\frac{h}{R}\right) = \arccos\left(\frac{R - H}{R}\right) = \arccos\left(1 - \frac{H}{R}\right) \\ S_{\text{ср}} &= 2 \cdot \varphi \cdot R = D \cdot \varphi = D \cdot \arccos\left(1 - \frac{2H}{D}\right) \end{aligned} \quad (1)$$

Окружная скорость барабана:

$$V_{\text{окр}} = \omega \cdot \frac{D}{2} = \frac{\pi n}{30} \cdot \frac{D}{2} = \frac{\pi n D}{60} \quad (2)$$

Время нахождения хлопка в завале:

$$\tau_{\text{зл}} = \frac{S_{\text{ср}}}{V_{\text{окр}}} = \frac{D \cdot \arccos\left(1 - \frac{2H}{D}\right) \cdot 60}{\pi n D} = \frac{60}{\pi n} \cdot \arccos\left(1 - \frac{2H}{D}\right) \quad (3)$$

Определение объема (эффективная площадь сечения) АСВ хлопка сохраняющегося на площадке лопасти в виде плоской пластины длиной  $l$ .

а) Участок движения при  $\beta < \alpha$  (рис. 3):

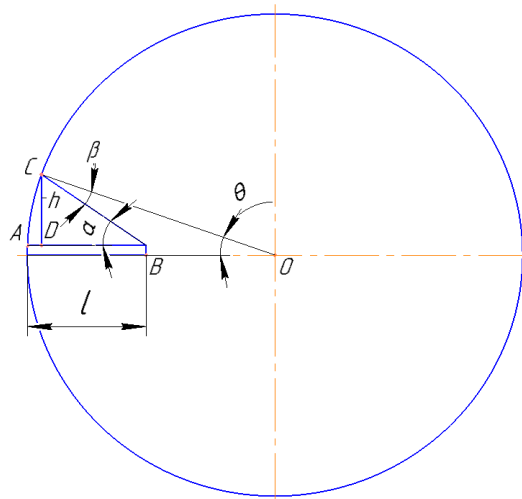


Рис. 3. Плоская лопасть

**Дано:**  $AB = l$ ,  $OC = R$ , найти: площадь треугольника  $A_{\text{ACB}}$  –?

Из треугольника  $\Delta OBC$  по теореме синусов:

$$\frac{R}{\sin(180^\circ - \alpha)} = \frac{R}{\sin\alpha} = \frac{R-l}{\sin\beta} = \frac{R-l}{\sin(\alpha - \theta)}, \quad (4)$$

$$\beta = 180^\circ - (180^\circ - \alpha) - \theta = \alpha - \theta$$

$$\text{Из (1)} \sin(\alpha - \theta) = \frac{R-l}{R} \cdot \sin\alpha, \theta = \alpha - \arcsin\left[\frac{R-l}{R} \cdot \sin\alpha\right], \quad (5)$$

$$h = R \cdot \sin\theta,$$

$$A_{AOC} = \frac{R^2}{2} \cdot \theta$$

$$A_{OCD} = \frac{1}{2} h \cdot OD = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \sin\theta \cdot R \cdot \cos\theta = \frac{R^2}{4} \cdot \sin(2\theta)$$



$$A_{ACD} = A_{AOC} - A_{OCD} = \left[ \frac{R^2}{2} \cdot \theta \right] - \left[ \frac{R^2}{4} \cdot \sin(2\theta) \right] = \frac{R^2}{4} \cdot [2\theta - \sin(2\theta)]$$

$$A_{BDC} = \frac{1}{2} \cdot h \cdot BD$$

$$AD = a = R - R \cdot \cos\theta = R(1 - \cos\theta), \quad (6)$$

$$BD = l - a = l - R(1 - \cos\theta), \quad (7)$$

$$h = BD \cdot \operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\alpha \cdot [l - R(1 - \cos\theta)], \quad (8)$$

$$A_{\beta_i} = A_{ACB} = \frac{1}{2} \operatorname{tg}\alpha \cdot \{l - R(1 - \cos\theta)\}^2 + \frac{R^2}{4} \cdot \{2 \cdot \theta - \sin(2\theta)\}, \quad (9)$$

Число летучек при  $A_{\text{л}} = \pi r^2$  ( $r \rightarrow$  летучка в виде шара с радиусом  $-r$ )

$$n = \frac{A_{ACB}}{A_{\text{л}}},$$

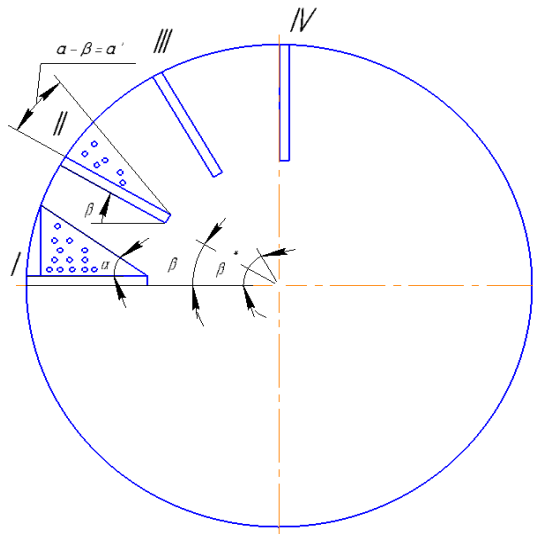


Рис. 4. Рабочие положения плоской лопасти в виде плоской пластины (прямой лопасти)

б) Участок движение при  $\beta > \alpha$  (рис. 4)

I – исходное положения прямой лопасти;

II – произвольное положение прямой лопасти;

III, IV – положения, где все летучки хлопка выпали.

$\alpha$  – угол естественного откоса для хлопка.

Формулы те же только вместо  $\alpha$  подставим  $\alpha^I = \alpha - \beta$ .

При проведении расчетов пренебрегаем трением между летучкой и лопастью, трением между летучками (силой сцепления их друг с другом).

Расчет: –  $\theta$  вычисляем по формуле (2); –  $A_{ACB}$  находим по формуле (6). Везде в место  $\alpha$  ставим  $\alpha' = \alpha - \beta$ . Критический угол  $\beta^* = \alpha$

Все летучки покинут лопасти при  $\beta^* = \alpha$ .

Разобьем интервал движения барабана от  $0 \leq \beta \leq \beta^*$  на  $k$  одинаковых участков.

$$\beta_i = \frac{\beta^* - 0}{k} \cdot i, \text{ где } (i = \overline{0 \div k}). \quad (10)$$

Площадь фигуры ABC изменится на интервале движения  $\beta_{i-1} \leq \beta \leq \beta_i$ :

$$\Delta A_{\beta_i} = A_{\beta_{i-1}} - A_{\beta_i} \quad (11)$$

Средняя высота падения на участке поворота (считаем падение с лопасти летучек равномерным).

$$h_{\beta_{i\text{cp}}} = \frac{1}{2} \cdot (h_{\beta_i} + h_{\beta_{i-1}}) \quad (12)$$

$(i = 1, 2, \dots k)$

Или подставив значение  $h_{\beta_i}$

$$h_{\beta_{i\text{cp}}} = \frac{1}{2} \cdot (R - l) \cdot \{\sin\beta_i + \sin\beta_{i-1}\} \quad (13)$$

Число выпавших летучек на участке  $\beta_{i-1} \leq \beta \leq \beta_i$ :

$$\Delta n_i = \frac{\Delta A_{\beta_i}}{A_{\text{л}}}, \quad (14)$$

Средняя высота падения летучек с лопастей:

$$h_{\text{ncp}} = \frac{\sum(\Delta n_i \cdot h_{\beta_{i\text{cp}}})}{\sum \Delta n_i}, \quad (15)$$

Экспериментальными исследованиями ЦНИИХпрома [4] установлена эмпирическая зависимость средней скорости падения частиц хлопка:

$$V_{\text{ncp}} = 1,7 + 3l_g \cdot h_{\text{ncp}} \quad (16)$$

Отсюда время падения летучек хлопка составит:

$$\tau_n = \frac{h_{\text{ncp}}}{V_{\text{ncp}}}, \quad (17)$$

Для проверки: при сравнительно малых высотах падения частиц хлопка-сырца с лопастей пренебрегая сопротивлением теплоносителя можно принять:

$$\tau_n = \sqrt{\frac{2 \cdot h_{\text{ncp}}}{g}} = \frac{1}{2.23} \sqrt{h_{\text{ncp}}} \quad (18)$$

Плоские лопасти (их всего  $n=6$  штук) установлены равномерно под углом

$$\gamma = \frac{360^\circ}{n} = \frac{360^\circ}{6} = 60^\circ, \quad (19)$$

Поскольку  $\gamma > \alpha$  (угол падения хлопка с плоской лопасти), то каждая лопасть за 1 оборот барабана примет 1 раз участие в рабочем цикле. В общем, при  $n = 6$  плоские лопасти обеспечат время падения хлопка:

$$\tau_{n\Sigma}^I = \sum \tau_n = 6 \cdot \tau_n \quad (20)$$

Таким образом, в работе рассмотрено решение 1 и 2-й части поставленной задачи, т.е. теоретические вопросы движения комка хлопка-сырца в новой конструкции барабанной сушилки, имеющей шесть кривых и шесть прямых лопастей. Внутри барабана (по его радиальному сечению) располагаются два типа лопастей «черпающих» хлопок из расположенного в нижней части барабана «резервуара» хлопка-сырца. В процессе термообработки лопасти захватывая материал перемещают его в самом резервуаре и, увеличивая доступность его для сушки продуваемым через барабан (вдоль его оси) горячим воздухом. Одновременно лопасти, поднимаясь вверх из «резервуара» захватывают хлопок-сырец и обеспечивают его непрерывную сушку в процессе выпадения с площадок (плоской лопасти или из криволинейной лопасти). Чем больше высота падения хлопка (высота подъема над уровнем «резервуара»), тем больше эффективность действия на него продуваемого горячего воздуха. Установленное время (суммарное) нахождения хлопка-сырца в условиях падения и в самом резервуаре, позволит точно определить степень термообработки хлопка-сырца и его компоненты при данной конструкции барабана.

#### Список литературы

1. Михайлов Н.М. Теория и тепловой расчет барабанных сушилок: автореферат. дис. ... д-ра техн. наук / Н.М. Михайлов. – М., 1952.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М.: Высшая школа, 1986. 416 с.
3. Болтабоев С.Д., Парпиев А.П. Сушка хлопка-сырца. – Ташкент: «Укитувчи», 1980. 156 с.

4. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: «Машиностроение», 1972. 486 с.

5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Совместн. изд. “Тойбнер”, Лейпциг. – М.: Наука, 1981. 720 с.

## ВЛИЯНИЕ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА НАПРЯЖЕНИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА РЕЖИМА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

**Картавец В.В.**

доцент кафедры электротехники и автоматики, доцент,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
Россия, г. Воронеж

**Гуков П.О.**

доцент кафедры электротехники и автоматики, доцент,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
Россия, г. Воронеж

**Кравченко И.С.**

магистрант кафедры электротехники и автоматики,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
Россия, г. Воронеж

В статье анализируется влияние фазового сдвига напряжений в узлах распределительной сети на результаты расчета режима. Получены расчетные выражения с учетом всех составляющих падения напряжения. На примере участка линии 10 кВ показано, что учет поперечной составляющей существенно не влияет на точность определения параметров режима.

*Ключевые слова:* распределительная электрическая сеть, расчет параметров режима сети, фазовый сдвиг напряжений.

В работах [1, 2] был предложен метод составления и решения уравнений режима участка распределительной сети (рис.1) на основе теории четырехполюсников [4].

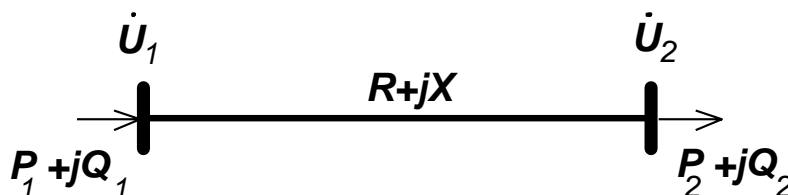


Рис. 1. Схема участка сети

При этом предполагалось отсутствие фазового сдвига между напряжениями узлов сети:

$$\dot{U}_1 = U_1; \dot{U}_2 = U_2. \quad (1)$$

Следствием указанного предположения является следующее соотношение параметров для любой ветви сети:

$$P_i X_i = Q_i R_i, \quad (2)$$

где  $P_i$ ,  $Q_i$  – нагрузка  $i$ -ой ветви, определяемая структурой сети и режимом нагру-

зочных узлов;  $R_i, X_i$  – параметры самой ветви, связанные с длиной линии, маркой и сечением провода.

Очевидно, что соотношение (2) нельзя заведомо считать правомерным для всех типов электропередач. Можно предположить, что указанное допущение несущественно для сетей 0,4 кВ и распределительных линий 6-10 кВ небольшой длины. Но для протяженных участков сетей 6-10 кВ, а также для линий 35-110 кВ, работающих в разомкнутом режиме, предложенные модели требуют уточнения.

При принятых допущениях преобразование основных уравнений четырехполюсника приводит к системе уравнений:

$$\begin{aligned} U_1 U_2 &= U_2^2 + P_2 R + Q_2 X ; \\ P_2 X - Q_2 R &= 0 ; \\ P_1 U_2 &= P_2 U_1 ; \\ Q_1 U_2 &= Q_2 U_1 . \end{aligned} \quad (3)$$

На основе уравнений (3) были предложены алгоритмы расчета режима на участке сети, в линии магистрального типа и для разветвленной распределительной сети.

Основные уравнения четырехполюсника имеют вид:

$$\dot{U}_1 = A \dot{U}_2 + B \frac{\hat{S}_2}{\hat{U}_2} ; \quad \frac{\hat{S}_1}{\hat{U}_1} = C \dot{U}_2 + D \frac{\hat{S}_2}{\hat{U}_2} . \quad (4)$$

Рассмотрим соотношения параметров режима для случая, когда мы не пренебрегаем поперечной составляющей падения напряжения (рис. 2).

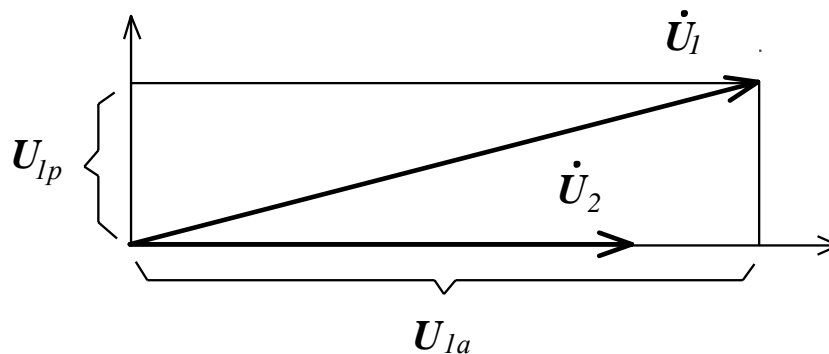


Рис. 2. Векторная диаграмма напряжений

Векторы напряжений:

$$\dot{U}_1 = U_{1a} + jU_{1p}, \quad \dot{U}_2 = U_2 \quad (5)$$

Коэффициенты четырехполюсника равны:

$$A = D = 1; \quad B = Z_1 = R + jX; \quad C = 0. \quad (6)$$

С учетом (5) и (6) система (4) принимает вид:

$$\begin{aligned} (U_{1a} + jU_{1p})U_2 &= U_2^2 + (R + jX)(P_2 - jQ_2); \\ (P_1 - jQ_1)U_2 &= (P_2 - jQ_2)(U_{1a} - jU_{1p}). \end{aligned} \quad (7)$$

После преобразований и разделения вещественной и мнимой частей получаем следующие уравнения:

$$U_{1a} U_2 = U_2^2 + P_2 R + Q_2 X ;$$

$$\begin{aligned}
U_{1p}U_2 &= P_2X - Q_2R; \\
P_1U_2 &= P_2U_{1a} - Q_2U_{1p}; \\
Q_1U_2 &= P_2U_{1p} + Q_2U_{1a}.
\end{aligned}
\tag{8}$$

Отметим, что при допущениях  $U_{1a} = U_1$  и  $U_{1p} = 0$  данная система уравнений преобразуется в систему (3).

Введем, как и в работах [1, 2], вспомогательные параметры, связывающие сопротивления участка и мощности нагрузки:

$$\begin{aligned}
M &= P_2R + Q_2X; \\
N &= P_2X - Q_2R.
\end{aligned}
\tag{9}$$

Для получения соотношения напряжений используем уравнения 1 и 2 системы (8):

$$U_{1p} = \frac{N}{U_2}; \quad U_{1a} = \sqrt{U_1^2 - U_{1p}^2} = \sqrt{U_1^2 - \frac{N^2}{U_2^2}}.$$

Уравнение 1 системы принимает вид:

$$\sqrt{U_1^2U_2^2 - N^2} = U_2^2 + M.$$

После возведения в квадрат обеих частей уравнения получим:

$$U_1^2U_2^2 - N^2 = U_2^4 + 2MU_2^2 + M^2$$

или

$$(U_2^2)^2 - (U_1^2 - 2M)U_2^2 + M^2 + N^2 = 0.
\tag{10}$$

При заданном напряжении в начале участка  $U_1$  напряжение  $U_2$  определяется как физически допустимое решение биквадратного уравнения (10).

Нагрузки в начале линии и потери мощности могут быть определены на основании уравнений 3 и 4 системы (8).

Рассмотрим на примере, насколько вносимые поправки влияют на параметры режима участка распределительной сети 10 кВ.

На рис.3 приведены параметры участка сети: напряжение в начале участка  $U_1 = 10,5$  кВ, нагрузка в конце участка  $P_2 + jQ_2 = 800 + j200$  кВА, провод АС-70 с погонными параметрами  $r_0 = 0,49$  Ом/км,  $x_0 = 0,34$  Ом/км.

Параметры линии и нагрузки приняты таким образом, чтобы поперечная составляющая падения напряжения была по возможности максимальной.

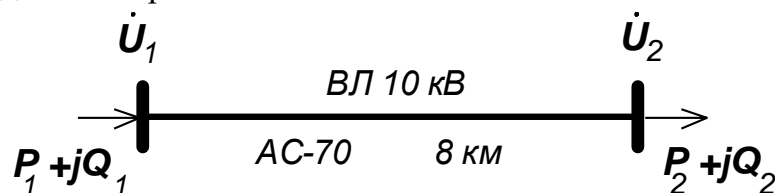


Рис. 3. Схема участка сети 10 кВ к примеру расчета

Сопротивления линии:

$$R = r_0l = 0,49 \cdot 8 = 3,92 \text{ Ом}; \quad X = x_0l = 0,34 \cdot 8 = 2,72 \text{ Ом}.$$

Вспомогательные параметры  $M$  и  $N$  соответственно равны:

$$M = P_2 R + Q_2 X = 0,8 \cdot 3,92 + 0,2 \cdot 2,72 = 3,68 \text{ кВ}^2;$$

$$N = P_2 X - Q_2 R = 0,8 \cdot 2,72 - 0,2 \cdot 3,92 = 1,392 \text{ кВ}^2.$$

1. Без учета угла между  $\dot{U}_1$  и  $\dot{U}_2$  напряжение в конце участка в соответствии с (3) определится:

$$U_2 = \frac{10,5}{2} + \sqrt{\left(\frac{10,5}{2}\right)^2 - 3,68} = 10,137 \text{ кВ.}$$

Перепад напряжений при этом составит:

$$\delta = \frac{U_1}{U_2} = 1,0358.$$

Нагрузка в начале участка:

$$P_1 = \delta P_2 = 828,64 \text{ Ом}; \quad Q_1 = \delta Q_2 = 207,16 \text{ Ом.}$$

2. В случае учета поперечной составляющей напряжение в конце участка  $U_2$  определится как решение уравнения (10). Подставляя числовые значения, получим:

$$\left(U_2^2\right)^2 - (10,5^2 - 2 \cdot 3,68)U_2^2 + 3,68^2 + 1,392^2 = 0;$$

$$\left(U_2^2\right)^2 - 102,89U_2^2 + 15,48 = 0.$$

Решением данного уравнения, обладающим физическим смыслом, является:

$$U_2^2 = \frac{102,89}{2} + \sqrt{\left(\frac{102,89}{2}\right)^2 - 15,48} = 102,739; \quad U_2 = 10,136.$$

Из уравнений 1 и 2 системы (8) определим составляющие  $\dot{U}_1$ :

$$U_{1a} = \frac{U_2^2 + M}{U_2} = U_2 + \frac{M}{U_2} = 10,136 + \frac{3,68}{10,136} = 10,499 \text{ кВ};$$

$$U_{1p} = \frac{N}{U_2} = \frac{1,392}{10,136} = 0,137 \text{ кВ.}$$

Нагрузки в начале участка определяются из уравнений 3 и 4 системы (8):

$$P_1 = \frac{P_2 U_{1a} - Q_2 U_{1p}}{U_2} = \frac{0,8 \cdot 10,499 - 0,2 \cdot 0,137}{10,136} 10^{-3} = 825,95 \text{ кВт};$$

$$Q_1 = \frac{P_2 U_{1p} + Q_2 U_{1a}}{U_2} = \frac{0,8 \cdot 0,137 + 0,2 \cdot 10,499}{10,136} 10^{-3} = 217,97 \text{ кВАр.}$$

Как видим, расхождения при определении параметров режима с точки зрения практических расчетов ничтожно малы. Предложенные в работах [1-3] алгоритмы расчета разветвленной распределительной сети могут считаться допустимыми.

### Выводы

1. Учет того обстоятельства, что соотношение (2) не всегда строго выполняется для всех элементов сети, существенно не влияет на точность определения параметров режима. Вносимая погрешность расчета составляет не более 1%.

2. При расчете режима разветвленной распределительной сети учет поперечной составляющей падений напряжения в ветвях приводит к неоправданному усложнению алгоритма расчета, не вызывая при этом существенного повышения точности.

### Список литературы

1. Гуков П.О. Модель расчета режима распределительной электрической сети / Гуков П.О., Картавец В.В // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. тр. по материалам VIII Международной научно-практической конференции. – Белгород: ИП Ткачева Е.П., 2015. – № 8, С. 40-44.
2. Картавец В.В. Метод расчета режима распределительной электрической сети / В.В. Картавец, П.О. Гуков, Ю.М. Помогаев // Научное обозрение. – 2016. – №10. – С. 98-104.
3. Картавец В.В. Моделирование режима распределительной электрической сети с учетом трансформаторных ветвей / В.В. Картавец, И.В. Лакомов, Ю.М. Помогаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. -№2(34). – С. 64-70.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Л.А. Бессонов. – М.: Высшая школа, 1996. – 638 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Киосова В.А.*

магистрант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,  
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
Россия, г. Архангельск

В статье рассмотрена актуальность использования программного обеспечения при моделировании физических процессов, а также пошагово рассмотрено построение геометрической модели в САД-системе, создание эскиза построение расчетных сеток. Дополнительно затронуты вопросы изучения основных характеристик: структуры сетки, согласованности, формы элементов, размеров сетки и сеточных элементов.

*Ключевые слова:* моделирование, программное обеспечение, научно-технический прогресс.

Научно-технический прогресс в современном понимании – это использование в научных исследованиях, испытаниях, опытах современной техники, в частности, компьютеров. Объем человеческого знания за последние десятилетия сильно увеличился, но изученные вопросы только порождают новые. Чтобы конструировать самолеты, автомобили, изучать свойства материалов и форм сегодня достаточно использовать программное обеспечение для компьютера, которое позволит, не выходя из кабинета, смоделировать ту или иную деталь, объект и т.д. И это, несомненно, очень удобно. Еще одним достоинством использования программных продуктов является их стоимость по сравнению с моделированием какого-либо объекта физически. Поэтому популярность вовлечения компьютерных продуктов в науку неуклонно растёт.

ANSYS – это многоцелевой пакет программ для численного моделирования физических процессов и явлений в области прочности, динамики жидкостей и газов, теплофизики, электромагнетизма, акустики и т.д. [1].

Для изучения поставленной при исследовании темы с целью разработки рекомендации по управлению технологическими режимами необходимо выбрать подходящий программный компонент (модуль), в котором реализована математическая модель и численные методы, необходимые для их решения.

Например, для гидрогазодинамики в программном обеспечении ANSYS существует множество компонентов, которые можно применять для моделирования течений жидкости и газа. Эти компоненты позволяют исследовать широкий спектр проблем, существующих при изучении физических процессов. Среди них стацио-

нарные и нестационарные, сжимаемые и несжимаемые течения, течения с химическими реакциями, течения через пористые среды невязкие, ламинарные и турбулентные течения, многокомпонентные и многофазные и т.д. [2].

Линейка модулей ANSYS для препроцессинга, решения и обработки результатов в задачах гидрогазодинамики включает модули: Fluent, CFX, Icespak, CFD-Flo, Vista TF, Icem CFD, TurboGrid, TGrid, BladeModeler, CFD-Post [3].

Для описания границ расчетной области пользуются геометрическими моделями. Это математическая модель, описывающая геометрию некоторого реального объекта.

Программное обеспечение ANSYS предоставляет следующие возможности в области геометрического моделирования:

- создание геометрии с нуля;
- импорт геометрии из сторонних CAD-систем (AutoCAD, SolidWorks, Компас-3D и др.);
- редактирование импортированной геометрии;
- двунаправленное параметрическое связывание с различными CAD-системами (импорт-экспорт модели).

Построение геометрической модели происходит путем выполнения последовательности операций, производящих преобразования геометрии. Все этапы построения геометрии хранятся в виде древовидной структуры, что позволяет изменять первоначальные параметры в любой момент создания геометрии.

Наибольшие сложности вызывает проектирование деталей со сложной геометрией. В подобных случаях необходимо использовать функционал по поверхностному моделированию. Схожие задачи встречаются и при проектировании лопаток, и при проектировании корпусов приборов, которые изготавливаются из пластика. Использование поверхностного моделирования позволит получить детали самой различной формы и тем самым обеспечить требования, выдвигаемые к данным изделиям – будь то обтекаемость или эргономика. Имеется множество вариантов построения сложных поверхностей: выдавливанием, вращением, кинематической операцией, по сечениям, по точкам, по пласту точек, по сети кривых.

Построение пространственной сетки – один из важнейших этапов в решении задач сплошной среды методами конечных объемов и конечных элементов. Качественная расчетная сетка в большинстве случаев является одним из ключевых аспектов получения достоверных результатов численного решения. Более того, расчет на сетке, которая недостаточно хорошо соответствует конкретной задаче, может привести к снижению точности решения, отсутствию сходимости, возникновению различного рода неустойчивостей и разрушению численного решения.

Структура сетки определяется законами, устанавливающими взаимосвязь между формой и расположением отдельных элементов сетки относительно друг друга. Если распределение узлов расчетной сетки определяется некоторым общим правилом, то такая сетка называется структурированной или регулярной. Если же множество узлов сетки не упорядочено (связь между соседними узлами изменяется от элемента к элементу), то такая сетка неструктурирована или нерегулярна.

Конформными или согласованными называются сетки, элементы которых удовлетворяют условию: если два любых элемента сетки пересекаются, то область их пересечения представляет собой их общую грань (или ребро).

Расчетные сетки могут различаться формой элементов, из которых они состоят. Так, для сеток на плоских (2D) геометриях выделяют два основных типа



элементов: элементы, построенные на основе треугольников и четырехугольников. Для объемных (3D) геометрий выделяют сетки с ячейками на основе гексаэдров, тетраэдров, призм и пирамид. Расчетные сетки могут быть гибридными и включать одновременно элементы различных типов, перечисленных выше.

Следует отметить, что сетки с четырехугольными элементами/гексаэдрами содержат меньшее число элементов на модель по сравнению с сетками на основе тетраэлементов, поэтому позволяют быстрее получить решение.

Рассмотрим каждую форму элементов в отдельности. У сетки с гексаэдрами хорошие элементы при моделировании пограничного слоя, лучший вариант с точки зрения затрат памяти и вычислительного времени в расчете на элемент, но такая сетка обладает относительной сложностью построения.

Тетраэдрическая сетка обладает высокой степенью автоматизации построения сетки, однако память и время в расчете на узел затрачивается в полтора раза больше по сравнению с гексаэдрической сеткой, получаются плохие элементы при моделировании пограничного слоя, нет ориентации по линиям тока, приходится компенсировать качество количеством.

Призмы лучше, чем тетраэдры, разрешают моделирование пограничного слоя, обладают высокой степенью автоматизации, комбинация тетраэдрической сетки со слоями призм. Но памяти и времени в расчете на узел затрачивается в полтора раза больше по сравнению с гексаэдрической сеткой, менее эффективны, чем гексаэдры, существуют топологические проблемы (углы, мелкие отверстия и т.д.). Пирамиды служат переходом от гексаэдрических сеток к тетраэдрическим.

Под размером расчетной сетки подразумевается количество узлов и/или элементов этой сетки, а размер сеточного элемента определяется максимально длинной гранью ячейки. С уменьшением размеров элементов сетка более точно аппроксимирует геометрию расчетной области, что позволяет получить более точное решение исходной задачи. Необходимо учитывать, что чем меньше размеры сеточных элементов, тем выше затраты вычислительных ресурсов, необходимых для проведения расчета, поэтому необходимо искать оптимальное соотношение этих показателей. Поэтому использование численного моделирования с одной стороны является достаточно сложной задачей, так как необходимо учитывать много особенностей. Однако, при определенных навыках использование программного обеспечения, в данном случае ANSYS, значительно облегчает и удешевляет работу с объектами, особенно если необходимо исследовать достаточно крупный или технически-сложный объект.

#### Список литературы

1. [Электронный ресурс]: Сайт компании ANSYS <http://www.ansys.com/>
2. Гарбарук А.В., Стрелец М.Х., Шур М.Л. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. СПб.: Изд-во Политехнического института, 2012. С. 52
3. Федорова Н.Н. и др. Основы работы в ANSYS 17. 2017. С. 65-68.

## МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

*Кулешов А.Н.*

старший преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище;  
аспирант Механико-технологического института,  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья,  
Россия, г. Тюмень

В статье рассматриваются методы и способы очистки воздуха, химический состав пыли и системы вентиляции, применяемые в помещениях и на предприятиях.

*Ключевые слова:* пыль, система вентиляции, воздухоочистка, кондиционирование, микроклимат, фильтры, пылеулавливатели.

**Очистка воздуха** в системах кондиционирования и вентиляции – это один из важнейших процессов обработки приточного воздуха, который, в свою очередь, поступает из окружающей нашу планету воздушной оболочки. К сожалению, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу привели к тому, что исходная объемно-массовая концентрация вредных соединений неорганических веществ в крупных городских и промышленных центрах стала достигать критических величин.

Для уменьшения процентной концентрации вредных веществ в воздухе компания-установщик **системы вентиляции** в обязательном порядке включает в ее состав механические устройства для очистки воздуха от пыли, шлаков, продуктов работы двигателей внутреннего сгорания и других отягощающих воздушную среду опасных включений.

Наиболее токсичными с точки зрения воздействия на человеческий организм являются оксиды азота, поступающие в атмосферу из выхлопных труб авто- и мототехники. Медленное, но неотвратимое отравление токсинами ожидает практически каждого жителя такого мегаполиса, как Москва, и особенно ее центра, где скученность машин в транспортных пробках не оставляет никаких шансов на получение хотя бы малой толики свежего воздуха, насыщенного кислородом и озоном, а не оксидами серы и соединениями полициклических углеводородов, вызывающих рак кожных покровов и внутренних органов.

Современные способы очистки воздуха с помощью приборов, установленных в вентиляционных каналах и дымоходах, в **приточных** и рекуперационных системах, позволяют радикально и качественно изменить химический и газовый состав воздуха, главный и решающий вклад в загрязнение которого вносят легковые автомобили и крупногабаритные грузовики и фуры дальнобойщиков, которые, стоя в заторах на МКАДе и центральных магистралях города, создают кольцо токсичности вокруг нашей столицы. Отменить пассажиропоток и грузоперевозки в стране мы не в силах, а вот установить в своем жилище или на работе систему **вентиляции** с воздухоочистными приборами – это в нашей власти.

### ***Что такое пыль и как с ней бороться.***

Можно со стопроцентной уверенностью утверждать, что пыль присутствует везде, где есть атмосфера. Согласно научным представлениям, пыль – это аэродисперсный аэрозоль, состоящий из твердых частиц разного калибра и происхождения, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе, который, в свою очередь,

является смесью различных газов, где львиную долю занимают инертный газ азот и необходимый для дыхания кислород.

Очистка воздуха от пыли и газоочистка осуществляются путем использования вентиляционных пылеулавливающих и газоулавливающих установок и агрегатов. Системы климатизации и вентиляции производственных и жилых помещений, согласно требованиям санитарных норм и правил, должны обеспечивать уровень концентрации пыли в пределах 0,15 миллиграммов на один кубический метр. Предусматриваются также очистка и дезодорация газовойоздушных выбросов, в которых превышено предельное содержание пыли (как токсичного, так и нетоксичного характера).

Выбор аппаратуры пылеулавливания и очистки газов в **установках вентиляции** полностью зависит от характера и предназначения кондиционируемого помещения. Соответственно, эффективность и технология пылеулавливания определяются проектировщиком на этапе **расчета вентиляции** как для производственных, так и для жилых помещений. К основным аппаратам пылеулавливания относятся:

- пористые фильтры (насыпные и набивные, тканевые и бумажные, сетчатые и ячеюковые, масляные и электрические);
- пылеуловители (циклонные, ротационные и центробежные), дымососы, стружкоотсосы.

Промышленные пористые фильтры очистки воздуха в системах вентиляции и аспирации имеют ограниченный срок службы, зависящий от пылеемкости фильтрационной ткани (бумаги, волокна, гравия и т.д.). Кроме того, имеет большое значение степень концентрации пыли в воздухе.

#### ***Химический и дисперсионный состав производственной пыли.***

Любая фирма, занимающаяся изготовлением и установкой **систем вентиляции и кондиционирования**, в своей производственной деятельности обязана учитывать, каким образом будет осуществляться контроль за соблюдением экологических нормативов качества атмосферного воздуха, подаваемого проектируемой вентиляционной системой. Использование правильных методов оценки качества как приточного, так и рециркуляционного воздуха, дает возможность реально оценить степень промышленной, биологической, бактериальной, микробной и пылевой загрязненности воздуха с применением комплексных оценок и нормативов.

В каждом конкретном помещении требуется тщательный анализ и расчет химического состава пыли. Так, на промышленном предприятии может образовываться пыль, связанная с характером производственных и технологических процессов. Например, на заводе по выработке алюминия непременно возникнет необходимость в вентиляционных приборах, улавливающих и устраняющих коксовую пыль. Особенно важно учитывать степень токсичности пыли, так как практически все ее виды, выделяемые на производствах, высокотоксичны и в больших концентрациях способны вызвать острое отравление организма человека.

Сюда относится и состав пыли цементного производства, и электроплавильных комбинатов, и пыль из абразивных частиц в цехах металлообработки, и каменноугольная пыль в забоях шахтерских предприятий. Список производств, способных спровоцировать интоксикацию организма отравляющими веществами, практически бесконечен. Константы отравляющих веществ, выделяемых в атмосферу фабрик и заводов, могут быть представлены как в виде газа, так и в виде пара.

Сюда относятся и альдегиды, и аминокосоединения, и бензины, и меркаптаны, и нитросоединения ароматического ряда, и фенолы, и соединения фосфора. Очистка воздуха фильтрами **промышленной вентиляции** обеспечивает освобождение атмосферной среды от аэрозолей, аммиака, табачного дыма, кислот и других небезопасных соединений, появляющихся в процессе изготовления той или иной продукции массового потребления или переработки сырья.

#### ***Домашняя вентиляция как система очистки воздуха в квартире.***

Химический анализ состава домашней пыли, кажущейся на первый взгляд совершенно безобидной, при внимательном рассмотрении заставляет о многом задуматься. Если рассмотреть в микроскоп содержимое самой обычной домашней пыли, то мы сможем обнаружить там и пылевых клещей-сапрофитов, и сильные бытовые аллергены, и самые разнообразные редуценты, и волосы людей и животных, и кусочки эпидермиса (отпавших чешуек кожи человека), и даже (не к столу будет сказано) фекалии домашних животных (муравьев, тараканов, клопов и т.п.). Все это "добро" успешно поднимается в воздух, который мы с вами вдыхаем, а потом судорожно ищем специалистов по лечению аллергии, полученной от клещей, размножающихся в домашней пыли.

**Вентиляция в жилых помещениях** позволяет очистить вдыхаемый воздух от всех вышеперечисленных примесей биологического, механического и химического происхождения путем полной его замены на новый, попутно решая задачу поддержания нормальной температуры и влажности воздуха в квартире. Основным методом очищения воздуха от пыли – использование вентиляционных фильтров, поглощающих не только частицы вредных соединений, но и лишние запахи.

В фильтрах вентиляции происходят три основных процесса обработки воздуха: грубая, средняя и тонкая очистка. Такая трехступенчатая схема очистки воздуха позволяет задерживать как крупные частицы пыли, так и ее мельчайшие фракции.

Установку в квартире вентиляционно-аспирационной системы очистки и обеззараживания воздуха настоятельно рекомендуют врачи-гигиенисты, справедливо считая ее основой санитарно-гигиенического "здоровья" жилого помещения. Если ваша "семейная экономика" позволяет выделить средства на благоустройство **микроклимата** вашего жилища, то лучше всего сделать это на этапе строительства или капитального ремонта дома.

#### ***Очистка воздуха в системах кондиционирования промышленных предприятий.***

Любая приточно-вытяжная вентиляция, работающая на производствах, связанных с выделением в атмосферу токсичных и других продуктов промышленного процесса, должна иметь в своем составе аппараты для очистки воздуха. В первую очередь это относится к предприятиям черной и цветной металлургии, строительного бизнеса, к заводам по производству силикатного кирпича и других стройматериалов, минеральных удобрений и пищевых продуктов. Во всех этих и многих других случаях вентиляционные системы промышленных предприятий обязаны иметь надежные устройства очистки воздуха как фильтровального, так и безфильтрового типа.

Цена установки и использования систем очистки воздуха с применением вентиляционных промышленных фильтров во много раз меньше той, которую предприниматель заплатит за потерю здоровья работника или ценных производственных станков и оборудования в случае несоблюдения санитарно-гигиенических требований к составу воздуха. Основными методами очистки воздуха на промышленных предприятиях являются сорбация и фильтрация.

При **разработке системы вентиляции** обязательно учитывается класс очистки воздуха, как приточного, так и вытяжного. Так, например, поступающий с улицы атмосферный состав, а также вторично используемый (рециркуляционный) воздух пропускают через установки тонкой очистки, а выбрасываемый наружу (утилизационный) воздух очищают в устройствах грубой механической очистки, технические требования к которым устанавливают строго определенные нормы выброса в атмосферу токсикогенных и других агрессивных сред, которые производятся предприятиями, выпускающими лекарственные препараты, химические и лакокрасочные материалы и другую продукцию со сходной ассортиментной матрицей.

#### ***Фильтры и пылеуловители в системах очистки воздуха предприятий.***

Наиболее часто в пористых фильтрах систем вентиляции применяются целлюлознобумажные и биоволокнистые массы, а также асбестовые материалы и порошки. Эти наполнители фильтров позволяют **системам кондиционирования воздуха** задерживать практически до ста процентов средне- и крупнофракционных частичек пыли и загрязнителей, а также химически агрессивных или взрывоопасных соединений. Для сверхэффективной очистки воздуха, требующейся в стерильных средах и помещениях (больницы, предприятия фармацевтики и т.п.), незаменимы фильтры тонкой очистки воздуха, результатом работы которых является остаточная концентрация загрязненности в пределах трех миллиграммов пыли на один кубический метр воздушного объема.

Приборы вентиляционной очистки воздуха нефильтрационного типа включают в себя сухие и влажные, инерционные и вихревые пылеуловители, ротационные пылеотделители, а также циклоны и пылеосажденные камеры. В очистные линии систем вентиляции включают также центробежные, жалюзийные, масляные и электронные пылеуловители, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки и применяется для улавливания определенного вида пыли.

#### **Список литературы**

1. Матвеев С.Д. Исследование и разработка коронно-разрядного озонатора для непрерывной дезинфекции яиц в инкубаторе: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2009. 110 с.
2. Чупалов В.С. Воздушные фильтры СПб.: СПГУТД, 2005. 166 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ**

***Кулешов А.Н.***

старший преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище;  
аспирант Механико-технологического института,  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья,  
Россия, г. Тюмень

В данной статье рассматриваются процессы, протекающие в микросхемах при воздействии на них радиации.

*Ключевые слова:* интегральные микросхемы, электронная аппаратура, радиация, деградация, электроны, диффузия, облучение.

Действие облучения на изделия электронной техники (ИЭТ) – интегральные

микросхемы (ИС) и транзисторы, исключительно специфично и проявляется в различного рода обратимых и необратимых процессах, протекающих в ИЭТ. Эти процессы могут в значительной мере, вплоть до потери, ухудшать работоспособность как элементной базы, так и электронной аппаратуры (ЭА) в целом. Количественной мерой степени сохранения работоспособности ИЭТ принято считать уровень радиационной стойкости (РС) элемента (системы) к определенному виду облучения. В этом отношении известен широкий класс методик, законченных физических исследований и практических приложений по прогнозированию и обеспечению радиационной стойкости ИЭТ и ЭА. Здесь необходимо учесть тот общепризнанный факт, что воздействие облучения до уровней, не приводящих к потере работоспособности изделий в процессе и после облучения не вызывает принципиально новых видов отказов при последующей эксплуатации, а только стимулирует физико-химические процессы, вызывающие обычные отказы: дрейф параметров под влиянием поверхностных эффектов, накопление зарядов в диэлектрике, деградацию металлизации и т.д. [1, 3]. Все многообразие применяемых ИС можно разделить на два класса в зависимости от технологии изготовления: биполярные и МДП (МОП) ИС. При оценке влияния облучения на ИС это деление имеет особое значение, так как механизмы отказов, или деградационные процессы, протекающие в элементах по окончании воздействия, определяются в основном технологией изготовления ИС. Надежность МОП микросхем при работе после воздействия облучения в составе РЭА лимитируется механизмами отказов, связанными с наличием тонкого подзатворного окисла, который находится в процессе работы МОП ИС при значительном воздействии электрического поля (1...2 МВ/см для ИС малой степени интеграции и 2...7 МВ/см для больших ИС). Причем параметры ИС с каналами р-типа остаются относительно стабильными в течение длительного времени (сотни и тысячи часов), в то время как параметры n-МОП ИС претерпевают значительную деградацию. При этом абсолютная величина ухода параметров ИС может существенно отличаться от значений параметров до воздействия облучения. В основу разрабатываемой модели отказа МОП ИС положена идея, что нестабильность параметров ИС обусловлена главным образом двумя взаимосвязанными процессами: освобождением воздействующей радиацией примеси, загрязняющей окисел, ее переносом и накоплением у границы раздела окисел-полупроводник; эмиссией заряда из полупроводника и его захватом в окисле. Последнее возможно за счет снижения потенциального барьера на границе раздела суммарным зарядом примеси. Правильность предлагаемой модели подтверждается экспериментальными данными, анализ которых позволяет различать кратковременную (за счет процесса переноса заряда ионов  $\text{Na}^+$ ) и долговременную (за счет эмиссии и захвата электронов) нестабильности, сопровождаемые сменой знака контролируемого параметра МОП-структуры с одной стороны, и повышенной стабильностью (на несколько порядков во временном измерении) р-МОП структур (где первая фаза нестабильности нереализуема) по сравнению с n-МОП-структурой с другой. При этом стабильность параметров р-МОП структур практически не зависит от условий полевого режима как при воздействии радиации, так и при испытаниях на безотказность.

Одним из возможных механизмов кратковременной нестабильности параметров может быть перераспределение заряда в окисле за счет дрейфодиффузионного процесса переноса ионов щелочных металлов. Ионы натрия образуют ионные пары с несвязанным кислородом в окисле типа  $\text{Na}^+\text{-O-Si=}$ . Воздействие облучения приводит к освобождению ионов  $\text{Na}^+$ , которые затем становятся

подвижными положительно заряженными частицами. В обычных условиях эксплуатации вероятность разрыва связи  $\text{Na}^+\text{-O}$  мала [2], однако воздействие облучения может в значительной мере ускорить этот процесс [3], приводя к одновременному освобождению до (10...12)% общего числа примеси ионов щелочных металлов. Примесь распределена неоднородно по толщине окисла. Наибольшая концентрация ее у границы раздела металл-окисел, где объемная плотность ионов имеет величину  $10^{17} \dots 10^{21} \text{ см}^{-3}$ .

За счет положительного смещения n-канальной МОП-структуры и за счет градиента концентрации примеси механизм переноса ионов носит дрейфодиффузионный характер с энергией активации в среднем равной  $E_a = 1,4 \text{ эВ}$ . Накопление ионов у границы раздела полупроводник – диэлектрик вызывает изменение напряжения плоских зон  $V_{FB}$ , порогового напряжения  $V_T$  и высоты потенциального барьера  $\Delta\phi_s$ . Процесс миграции ионов  $\text{Na}^+$  в окисле от границы раздела металл-полупроводник к границе раздела полупроводник-диэлектрик описывается уравнением непрерывности вида (1):

$$\frac{\partial n}{\partial t}(x,t) = D(E,T) \frac{\partial^2 m}{\partial x^2}(x,t) - \mu(E,T)E(x) \frac{\partial n}{\partial x}(x,t), \quad (1)$$

где  $D$  – коэффициент диффузии ионов  $\text{Na}^+$  в окисле,  $\mu$  – подвижность ионов  $\text{Na}$  в окисле,  $E$  напряженность электрического поля  $m$  – концентрация примеси. Задача решается при следующих допущениях, не нарушающих общности физических рассуждений: диэлектрический слой МОП-структуры однородный и его толщина мала по сравнению с размерами электрода, таким образом, задача может быть рассмотрена в одном измерении; не существует обмена зарядами между диэлектриком и электродом и диэлектриком-полупроводником (идеальные блокирующие электроды); в окисле, по окончании накопления ионов не существует более процессов генерации или рекомбинации зарядов; не существует эффектов захвата заряда с последующей нейтрализацией у границ раздела металл-полупроводник и диэлектрик-полупроводник.

Исходя из вышеизложенного можно сформулировать начальные и граничные условия для уравнения (1). Начальное условие:

$$m(x,0) = \varphi(x) = m_0 \exp(-x/\xi),$$

где  $\varphi(x)$  – плотность распределения ионов  $\text{Na}^+$  в окисле,  $\xi$  – параметр аппроксимации плотности распределения,  $m_0$  – начальная концентрация ионов в окисле. Граничные условия:

$$Dm_x \Big|_{0,l} - \mu Em \Big|_{0,l} = 0,$$

где  $l$  – толщина окисла;  $x$  координата. Решение (1) может быть представлено в виде (2):

$$m(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k f_k(x) \exp \left[ - \left( \frac{k^2 \pi^2}{l} D - \frac{\mu^2 E^2}{4D} \right) t \right], \quad (2)$$

где  $f_k(x)$  – собственные функции:

$$f_k(x) = \frac{2k\pi D}{\mu E l} \cos \frac{k\pi}{l} x + \sin \frac{k\pi}{l} x,$$

а  $C_k$  определится, как:

$$C_k = \frac{1}{\|\Phi_n\|^2} \int_0^l e^{\left(-\frac{\mu E}{D} x\right)} \left[ e^{\left(\frac{x}{\xi}\right)} - \frac{\frac{\mu E}{D} l}{e^{\left(-\frac{\mu E}{D} l\right)}} e^{\left(-\frac{\mu E}{D} x\right)} \right] f_k(x) dx.$$

Здесь  $\|\Phi_n\|$  – норма, определяемая, как:

$$\|\Phi_n\|^2 = \frac{2\pi^2 k^2 D^2}{\mu^2 E^2 l} + \frac{l}{2}.$$

Сосредоточение значительного заряда положительных ионов вблизи границы раздела приводит к снижению потенциального барьера между окислом и полупроводником, что облегчает эмиссию электронов из полупроводника в окисел и их захват на ловушках. В частности, расчет показывает, что для плотности накопленного заряда  $N_1=3 \cdot 10^{12} \text{см}^2$  величина снижения барьера составляет 0,3эВ. Для моделирования процессов долговременной нестабильности МОП-структур использовались уравнения вида (3). Уравнения (3) определяют процессы захвата эмиттированного заряда нейтральными и кулоновскими центрами захвата:

$$\frac{dn_T}{dt} = A_1 n V_g \sigma_n n_T; \quad \frac{dn_{TN}}{dt} = n V_g \sigma_{nT} n_{TN}, \quad (3)$$

где  $\sigma_n, \sigma_{nT}$  – сечения захвата кулоновского и нейтрального центров, соответственно;  $V_g$  – дрейфовая скорость электронов в окисле (для полей  $E > 0,2$  МВ/см дрейфовая скорость равна тепловой);  $n$  – количество эмиттировавших электронов в окисел;  $A_1$  – коэффициент захвата электрона ловушкой;  $n_T, n_{TN}$  – текущие плотности захваченных электронов. При этом эмиссия электронов приобретает характер эмиссии Пула-Френкеля. Расчеты, проведенные для трех значений плотностей накопленного заряда  $N_1=3 \cdot 10^{12} \text{см}^2$ ,  $N_2=10^{11} \text{см}^2$ ,  $N_3=10^{10} \text{см}^2$  дали значения плотностей тока через окисел  $J_1=2,65 \cdot 10^{-6} \text{А/см}^2$ ,  $J_2=2 \cdot 10^{-8} \text{А/см}^2$ ,  $J_3=8,8 \cdot 10^{-11} \text{А/см}^2$  соответственно. Рассчитанный в соответствии с (2,3) сдвиг напряжения плоских зон  $V_T$  показал хорошую степень совпадения с экспериментальными данными.

Физическая основа модели отказа биполярных цифровых ИС, построенных на базе транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) и логики Шоттки (ТТЛШ) состоит в том, что высвобожденная радиацией загрязняющая примесь под действием краевого поля р-п-перехода транзистора перемещается в надбазовую область, вызывая обеднение и инверсию проводимости подложки и увеличивая токи утечки транзистора и ИС в целом. При моделировании принят ряд допущений, оправданных имеющимися экспериментальными данными: в качестве примесного заряда выступают ионы  $\text{Na}^+$ ; в исходном состоянии примесной слой сосредоточен в тонком приповерхностном слое пассивирующего окисла; краевое поле р-п-перехода линейризовано; процесс переноса ионов одномерный продольный.

Для моделирования процесса переноса ионов в окисле использовалась система уравнений вида (4а,б), связывающие дрейфо-диффузионный процесс в области р-п-перехода и диффузионный процесс в надбазовой области транзистора:

$$\frac{\partial m_1}{\partial t}(x,t) = D \frac{\partial^2 m_1}{\partial x^2}(x,t) - \mu(E,T)E(x) \frac{\partial m_1}{\partial x}(x,t) \quad (4а)$$

$$\frac{\partial m_2}{\partial t}(x,t) = D \frac{\partial^2 m_2}{\partial x^2}(x,t). \quad (4б)$$

Уравнения (4) описывают процессы переноса ионов в области краевого поля р-п-перехода и базовой области транзистора соответственно. В выражениях (4а), (4б) обозначены:  $D$  – коэффициент диффузии ионов  $\text{Na}^+$  в окисле;  $\mu$  – подвижность ионов;  $E$  – напряженность краевого поля р-п-перехода;  $m_i(x,t)$ ,  $i=1,2$  – концентрация ионов в рассматриваемых областях. Так же, как и в модели (1), коэффициент диф-



фузии  $D$  и подвижность  $\mu$  ионов  $\text{Na}^+$  в окисле зависят от температуры  $T$  и приложенного поля  $E$ . Начальные и граничные условия для системы определяются, как:

$$\begin{aligned} m(x,0) &= m_0 \quad \forall x \in (0,l); \\ m_1(x,t) &= m_2(x,t); \\ Dm_{1x} \Big|_0 - \mu E m_1 \Big|_0 &= Dm_{2x} \Big|_0, \\ Dm_{2x} \Big|_l &= 0, \end{aligned}$$

где  $m_0$  – концентрация свободных накопленных ионов по окончании воздействия облучения;  $l$  – длина базовой области.

Искомая плотность заряда над базовой областью определится, как:

$$m(x,t) = m_0 \left\{ 1 + \left[ e^{\frac{\mu^2 E^2}{D} t - \frac{\mu E}{D} x} \operatorname{erfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{Dt}} - \frac{\mu E}{\sqrt{D}} \sqrt{t} \right) - \operatorname{erfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \right] \right\},$$

где  $\operatorname{erfc}(f)$  – дополнительный интеграл вероятностей. При обеднении приповерхностной области базы, обусловленной выталкивающим действием заряда окисла транзистора, возрастает генерационный ток утечки, вплоть до появления канального тока при инверсии полупроводника. Моделирование отказа по термотокковому режиму показало существенную температурную зависимость тока, что обусловлено преобладающим действием градиента концентрации и сильной температурной зависимостью коэффициента диффузии ионов, нежели действием поля р-п-перехода. Следующим этапом моделирования было выявление зависимости выходных параметров ИС от параметров деградирующего элемента транзистора. Рассмотрение топологии базового элемента ТТЛ ИС позволило выделить участок кристалла, в котором наиболее вероятно преимущественное скопление подвижного положительного заряда. Это участок поверхности базы под пассивирующим окислом транзистора, формирующего фронт импульса. Анализ работы базового элемента и расчет, проведенный по модели (4) показали [3], что влияние тока утечки сказывается на уровне логического нуля на выходе схемы.

Таким образом, проведенное моделирование отказа ИС по термотокковому режиму и испытания при повышенных температуре и напряжении питания подтвердили адекватность модели (4) и положение об источнике нестабильности загрязняющей окисел примеси.

Результаты моделирования показывают, что одним из основных механизмов отказов ИС является перераспределение заряда освобожденных ионов в системе окисел-подложка. Типовыми компонентами ненадежности при этом являются базовая р-область биполярного транзистора и окисел МОП-структуры, находящийся под положительным потенциалом. Определено, что при освобождении ионов загрязняющей примеси (в частности – ионов  $\text{Na}^+$  механизм деградации параметров и отказа ИС основывается на продольном переносе ионов в краевом поле р-п-перехода и их накоплении над базовой областью транзистора, формирующего фронт импульса в ТТЛ ИС и поперечном переносе ионов в окисле МОП-структуры и эмиссии электронов из n-канала n-МОП и кМОП ИС.

#### Список литературы

1. Коршунов Ф.П., Богатырев Ю.В., Вавилов В.А. Воздействие радиации на интегральные схемы. – Мн.: Наука и техника, 1986. 254 с.
2. Устюжанинов В.Н., Чепиженко А.З. Радиационные эффекты в биполярных интегральных микросхемах. М.: Радио и связь, 1989. 143 с.
3. Аспидов А.И., Половинкин О.В., Попов А.Н. Методология прогнозирования показателей безотказности радиоэлектронного вооружения в условиях ограничений, налагаемых воздействием облучений. Вестник ВВО АТН РФ. Серия: Высокие технологии в военном деле. Вып. 1. Н. Новгород. 1997. С. 27-33.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ**

*Магомадова З.С.*

старший преподаватель кафедры прикладной информатики,  
Чеченский государственный педагогический университет, Россия, г. Грозный

*Магомадов С.Р.*

магистрант кафедры прикладной информатики,  
Чеченский государственный педагогический университет, Россия, г. Грозный

В статье рассмотрены информационные системы, которые используются в современном образовательном учреждении: информационные системы; автоматизированные системы управления; системы тестирования. Автор рассматривает программные продукты, которые разработаны в России, позволяющие создавать автоматизированные рабочие места и организовывать профессиональную деятельность с активным использованием информационных технологий всех категорий работников образовательного учреждения. Приводятся примеры информационных систем, которые автор апробировал в образовательном учреждении на всех ступенях образования.

*Ключевые слова:* образовательное учреждение, информационные системы, автоматизированные системы управления, системы тестирования.

Квалифицированный профессионал, носитель знаний, становится главным источником инноваций, определяющих в конечном счёте глобальную конкурентоспособность социально-экономической системы, поэтому информатизация должна охватывать все ступени образования – об этом говорится в Государственной Программе РФ «Информационное общество (2011 – 2020 годы)» [1, с. 110].

В этой связи большое внимание уделяется внедрению и последующему эффективному функционированию информационных систем в образовательных учреждениях, в том числе и в школах. Остановимся подробнее на структуре и содержании информационной системы школы.

*Информационная система – это совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств.*

В настоящее время в образовательных учреждениях используются три основных типа информационных систем: ИКС – Информационно-контентные системы; АСУ – Автоматизированные системы управления; системы тестирования.

*Информационно-контентная система – это комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение и системный персонал, обеспечивающий поддержку динамической (изменяемой во времени) информационной модели системы образования для удовлетворения информационных потребностей в образовании личности, общества и государства [2].*

Информационно-контентная система призвана решать следующие образовательные задачи:

- сократить время администрации и педагога образовательного учреждения на выполнение анализа образовательной деятельности, различных рутинных операций, оперативного контроля, внедрить новые формы и методы работы;
- наполнить учебный процесс ученика качественным контентом с первых дней его пребывания в школе до последнего выпускного экзамена;

- способствовать развитию познавательной активности школьников повышению качества обучения.

Например, контентной образовательной информационной системы является информационный интегрированный продукт «Дневник.ру» (<https://dnevnik.ru/>). «Дневник.ру» содержит программные комплексы по управлению школой, интернет-сервисы, включающими систему сопровождения и поддержки всех участников образовательного процесса, предоставляя им круглосуточный доступ к образовательному portalу. Тем самым создаёт единое Интранет/Интернет-пространство [2, с. 200]. В нашей республике многие школы используют этот портал в своей работе.

Большое значение в образовательном пространстве России приобретает созданная Федеральным центром информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) *Единая коллекция Цифровых Образовательных Ресурсов* (<http://school-collection.edu.ru/>).

Единая Коллекция ЦОР предназначена для учреждений общего и начального профессионального образования и включает в себя разнообразные методические материалы, тематические коллекции, ЦОР, программные средства для поддержки учебной деятельности и организации учебного процесса.

*Автоматизированная система управления или АСУ* — комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия.

В последнее время АСУ успешно применяются в школах. Например, Программный комплекс «1С: Управление школой» предоставляет следующие возможности:

- систематизация данных об учащихся и сотрудниках;
- автоматизация вопросов организации учебного процесса, а также его планирования;
- сбор, учёт и анализ результатов учебной деятельности учащихся;
- управление хозяйственной и административно-финансовой деятельностью;
- организация учёта питания;
- автоматизация библиотечной деятельности и др. [3, с. 90].

Заслуживает внимания и разработка единого информационного портала (<https://edu95.ru/>) – комплексная информационная система для школ Чеченской Республики. Этот программный продукт позволяет и эффективно решать административные задачи, и вести сайты образовательных учреждений на данном портале.

*Системы тестирования* выполняют важную функцию. Рассмотрим ведущие отечественные тестирующие системы, позволяющие определить уровень знаний по предметам и подготовиться к ГИА и ЕГЭ.

*Система Интерактивного Тестирования Знаний «Решу ЕГЭ»* (<https://inf-ege.sdangia.ru>) – этот модуль, предназначенный для создания тестов, проведения тестирований и анализа полученных при тестировании результатов. Этот модуль имеет веб-интерфейс, который позволяет создавать учебные группы по e-mail адресам учащихся и вести строгую диагностику и учёт достижений учеников. Списки учеников, классов и т.д. берутся автоматически из зарегистрированных, поэтому нет необходимости вводить их ещё раз. После того как учащийся выполнит тест, оценка автоматически выставляется в электронный классный журнал системы. Затем из журнала щелчком мыши учитель открывает подробный отчёт о результатах тестирования ученика [3, с. 91].

Таким образом, все три типа информационных систем: информационно-контентные системы; автоматизированные системы управления; системы тестирования широко представлены в информационном пространстве России. Все программные продукты доступны, выделяются большие средства из бюджета РФ для оснащения школ всеми современными информационными системами. При этом одной из проблем является недостаточная информационная компетентность персонала школ, иногда нежелание тратить дополнительное время для освоения этих систем и их дальнейшей эксплуатации. Вместе с тем, использование информационных систем существенно позволяет повысить качество обучения, сделать квалифицированный мониторинг эффективности образовательного процесса.

#### Список литературы

1. Магомадова З.С., Магомадов С.Р. Использование информационных систем в образовательном пространстве учебного заведения // Современные проблемы науки, технологий, инновационной деятельности. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. В 4-х частях. Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. 2017. С. 110-112.
2. Магомадова З.С., Магомадов С.Р. Разработка информационно-управляющих систем для управления процессом образования в школе и Вузе // Результаты фундаментальных и прикладных исследований в области естественных и технических наук. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Агентство перспективных научных исследований (АПНИ). 2017. С. 199-201.
3. Магомадова З.С. Использование информационных систем в образовательном пространстве современной образовательной школы // Мир науки, культуры, образования. 2015. №2(51). С. 90-92.

### РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ ПАССАЖИРОВ В ПИКОВЫЕ ПЕРИОДЫ ОТДЫХА НАСЕЛЕНИЯ КУРОРТНОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Минатуллаев Ш.М.*

ассистент кафедры технической эксплуатации автомобилей,  
Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова,  
Россия, г. Махачкала

*Нестеренко Д.Х.*

ведущий инженер кафедры автомобильного транспорта,  
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

В статье рассмотрены критерии выбора оптимальной структуры подвижного состава для работы в условиях сезонной активности населения. Предлагаются средние интервалы движения ПС в зависимости от транспортной планировки районов агломерации и сезонов года. Предлагается методика, которая обеспечивает управление эффективностью автобусных перевозок в типовых условиях сезонной активности населения за счет обеспечения ритмичности взаимодействия пассажирского транспорта.

*Ключевые слова:* пассажиропоток, сезонная активность населения, ритмичность взаимодействия пассажирского транспорта.

Для анализа перевозочных процессов и принятия решений по их совершенствованию и моделированию на перспективу предлагается использовать доработанный алгоритм управления процессами перевозок пассажиров в курортных му-

ниципальных образованиях (КМО) предложенный Мотузка Д.А., в структуру которого для повышения надежности управления введен визуальный контроль с помощью, установленных в транспортных пересадочных узлах (ТПУ) видеокамер (рис. 1).



Рис. 1. Доработанный алгоритм управления автомобильными перевозками в КМО в условиях сезонной активности населения

Отличительной особенностью функционирования пассажирских средств (ПС) в ТПУ в условиях сезонной активности населения, является изменение количества маршрутов и ПС для летнего и зимнего периодов года (рис. 2). В результате меняется как величина среднего интервала движения ПС, так и коэффициента ритмичности:

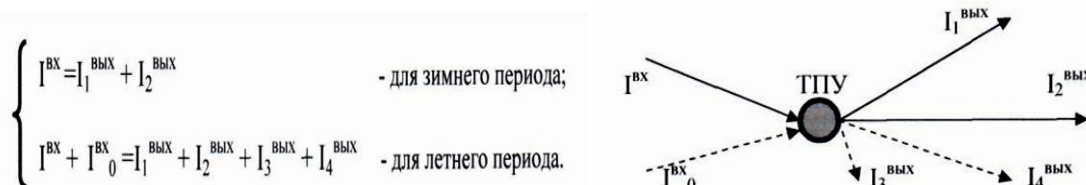


Рис. 2. Изменение среднего интервала движения автобусов в ТПУ курортных муниципальных образований

На рис. 2 видно, что в летний период в ТПУ входят дополнительные (пунктирные) стрелки, характеризующие увеличение пассажиропотоков. Стратегия управления АП в условиях сезонного взаимодействия автобусного транспорта с другими видами транспорта должна фактически учитывать влияние различных факторов, в том числе и прогнозируемых сезонных пассажиропотоков в КМО. Прогнозы, построенные на основе анализа изменения сезонной динамики и структуры пассажиропотоков, должны использоваться как при организации текущих, так и перспективных перевозок. Оперативное сезонное (пространственно-временное) управление пассажирскими перевозками в КМО, в зависимости от импульсных пассажиропотоков на регулярных автобусных маршрутах в условиях сезонной активности населения, требует дополнительного привлечения пассажирского автомобильного транспорта.

Основными критериями при выборе оптимальной структуры подвижного состава для работы в условиях сезонной активности населения является как ритмичность (R) взаимодействия различных видов пассажирского транспорта в ТПУ курортных МО, обеспеченная интервалом движения (I) подвижного состава (ПС), так и номинальная его вместимость ( $q_n$ ) [1, с. 15; 2, с. 73].

Необходимое и достаточное количество ПС целесообразно определять после выбора типа автобусного пассажирского транспорта (по его вместимости) с учетом расчетных интервалов движения, согласованных с другими видами пассажирского транспорта и других показателей, характеризующих качество транспортного сервиса.

Особую роль в управлении эффективностью перевозочных процессов играют сетевые и комплексные транспортно-пересадочные узлы, в которых осуществляется взаимодействие различных видов пассажирского транспорта. В связи с этим, информационно-коммуникационное обеспечение перевозочных процессов для операторов перевозочной деятельности и пассажиров должно подчиняться закону функционирования ТПУ: сумма входящего пассажиропотока должна соответствовать сумме выходящей его величины, выраженной через ритмичность взаимодействия пассажирского транспорта. Ритмичность взаимодействия пассажирского транспорта. (R), предлагается определять выражением:

$$Rf(C) = I_{cp} f(C) = \frac{60}{\frac{60}{t_{об1} f(V_3, L_m) / A_1 f(Q_{max})} + \frac{60}{t_{об2} f(V_3, L_m) / A_2 f(Q_{max})} + \dots + \frac{60}{t_{обn} f(V_3, L_m) / A_n f(Q_{max})}}, \quad (1)$$

где  $t_{об}$  – время обратного рейса пассажирского автомобильного транспорта (ПТ), ч., как функция от эксплуатационной скорости и длины маршрута;

$A_i$  – количество ПС на маршруте, ед., как функция от максимального пассажиропотока ( $Q_{max}$ ) в пиковые периоды, чел.

Коэффициент ритмичности функционирования локального ТПУ в конкретном курортном МО предлагается определять выражением:

$$K^{ТПУ} f(C) = \frac{I_{вых}^{cp} \rightarrow \text{средний интервал движения на выходе ТПУ}}{I_{вх}^{cp} \rightarrow \text{средний интервал движения на входе в ТПУ}} \quad (2)$$

При  $K^{ТПУ} > 1$  – преобладание исходящих маршрутов над входящими в ТПУ.

При  $K^{ТПУ} < 1$  – преобладание входящих маршрутов над исходящими в ТПУ.

При  $K^{ТПУ} = 1$  – равенство исходящих и входящих маршрутов в ТПУ.

С учетом результатов исследований, проведенных в сетевых ТПУ в г. Краснодара и рекомендаций доцента Кравченко А.Е. [3, с. 82-86] предлагаются средние интервалы движения ПС в зависимости от транспортной планировки районов агломерации и сезонов года (таблица).

Таблица

**Величины средних интервалов движения пассажирского транспорта для транспортных планировок районов г. Краснодар**

Показатель	Моно-магистральная планировка		Магистрально-периферийная планировка		Магистрально-комбинированная планировка		Магистрально-узловая планировка	
	зима	лето	Зима	лето	Зима	лето	зима	лето
$I_{ср}$ , мин	10-8	4-3	20-18	8-6	16-14	7-5	12-10	6-4

Реализация предложенных интервалов может быть обеспечена согласованным взаимодействием различных видов пассажирского транспорта (маршрутов) в ТПУ по предложенной методике с целью повышения эффективности и качества транспортного сервиса в условиях сезонной активности населения в КМО.

Критерием (функцией цели) при управлении ритмичным взаимодействием пассажирского транспорта в ТПУ может быть минимизация эксплуатационных затрат операторов перевозочной деятельности при использовании определенной структуры парка подвижного состава:

$$\sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^n R_{i,j} f(УДВ) \rightarrow \min \sum_{j=1}^l \sum_{i=1}^n SS_{i,j} f(I_{i,j}) ; \quad j = \overline{1, l}; i = \overline{1, n} \quad (3)$$

где  $SS_{i,j}$  – суммарная себестоимость одного рейса при эксплуатации  $j$  – ой марки ПС на маршруте, обслуживающего  $i$ -й терминал ТПУ, как функция от интервала движения ПС, руб.

$R_i$  – установленная ритмичность взаимодействия пассажирского транспорта в  $i$ -ом терминале ТПУ, как функция от управляющих диспетчерских воздействий, мин.

Схема ритмичного взаимодействия различных видов пассажирского транспорта в ТПУ полицентрической курортной агломерации для летнего и зимнего периодов года приведена на рисунке 3. Из схемы видно, что в летний период рекомендуется соблюдать ритмичность для большего количестве ТПУ, чем в зимний.



Рис. 3. Схема ритмичного взаимодействия различных видов пассажирского транспорта в ТПУ для летнего и зимнего периодов года

Предложенная методика обеспечивает управление эффективностью АП в типовых условиях сезонной активности населения за счет обеспечения ритмичности взаимодействия пассажирского транспорта в ТПУ с учетом интенсивности пассажиропотоков при соблюдении заявленного уровня качества транспортного обслуживания пассажиров (времени ожидания прибытия ПС).

#### Список литературы

1. Структурные методы совершенствования управления транспортными системами городов: монография / В. В Яворский, С. Ш. Акенов, О.А. Кизуб и др.; Карагандинский государственный технический университет. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2006. – 272 с.
2. Бойко Г.В. Методика оптимизации структуры транспорта для обслуживания городских пассажирских перевозок: автореф. дис... канд. техн. наук. – Волгоград: ВолгГТУ, 2006.
3. Каминская О.Ю. Влияние интервалов движения на качество обслуживания пассажиров и эксплуатационные показатели городского автомобильного транспорта.: Вопросы повышения эффективности и качества работы автомобильного транспорта / Под ред. В.Н.Иванова. – М., 1981. – С. 45-52.



## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТРУДОЕМКОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-САЙТОВ

*Прошкина С.А.*

ведущий эксперт института технологического развития РКП,  
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва

В настоящее время разработка веб-сайтов и веб-приложений является одним из быстроразвивающихся направлений ИТ, особенно в области e-commerce. При этом трудоемкость – это основной критерий при определении стоимости разработки практически любого программного обеспечения. В статье рассмотрены различные виды веб-сайтов, описаны методы расчета трудозатрат по разработке веб-приложений, позволяющие экономически обоснованно выбирать оптимальные варианты процессов проектирования.

*Ключевые слова:* веб-сайт, веб-приложение, трудоемкость разработки, системы управления контентом, CMS, СОСОМО, PERT, статистический метод, метод Делфи.

Основными факторами, влияющими на планирование и успешность завершения проекта, в сфере разработки программного обеспечения являются трудозатраты исполнителей, а также сложность создаваемых систем. При этом исходные требования к системам могут изменяться на разных этапах жизненного цикла, что снижает точность планирования и повышает риск неуспешного завершения проекта в целом. В целях определения реалистичности целей проекта, увеличения точности планирования при его разработке, используются различные методы оценки трудоемкости разработки программного обеспечения [1]. При разработке веб-сайта трудоемкость – это основной критерий при определении стоимости разработки. Проблема здесь заключается в основном в том, что в основном веб-разработчики используют готовые системы управления контентом (CMS). Системы контента CMS (Drupal, Joomla!, 1С: Битрикс и др.) позволяют достаточно быстро разработать сайт, не применяя языки программирования [2]. Но в определенных случаях также принимается решение о разработке сайта «с нуля», что затрудняет определение трудоемкости для дальнейших расчетов. В настоящее время для разработки веб-приложений достаточно широко распространены DHTML-CSS, Java, Adobe flash, Silverlight, Active X и др. (для разработки сайтов приложения клиентского типа); ASP.net, C/C++, Perl, PHP, Python, Ruby и др. (языки программирования на уровне сервера) и различные СУБД (Oracle, MySQL, MSSQLserver, Interbase и др.) [2].

К основным типам веб-сайтов (в зависимости от их содержания и возможностей) относятся статические и динамические сайты, информационные сайты и веб-приложения, порталы и специализированные сайты, т.е. веб-сайты, ориентированные на определенную тематику, функциональность и/или целевую аудиторию (блоги, форумы, корпоративные и персональные сайты, Wiki-сайты, социальные сети, Интернет-магазины и т.п.). Каждый вариант реализации веб-сайта подразумевает различную трудоемкость, зависящую от необходимых функций проектируемого приложения, необходимости освоения программного продукта, качества продукта и т.п. [3]. Основными этапами разработки веб-сайтов являются этапы проектирования (включающие разработку прототипа (постранично) и написание технического задания), дизайна, верстки и сборки. Трудоемкость процессов проектирования веб-приложений, создаваемых с помощью различных инструментальных

средств, определяется с помощью различных методов – по аналогии, алгоритмическими методами, статистическими методами [1].

Метод аналогий определяет трудоемкость процессов проектирования на основании сравнения с аналогичными процессами. Этот метод основан на эмпирических данных, используемых для оценки вновь создаваемых программных продуктов. К его недостаткам можно отнести недостаточную гибкость и адаптивность, отсутствие четких качественных и количественных показателей, а также субъективность, поскольку для различных исполнителей, использующих для проектирования языки различной сложности или CMS, эмпирическая база обычно не может быть настолько широка и репрезентативна, чтобы с достаточной точностью оценить трудозатраты на создание веб-проектов.

Среди алгоритмических методов для оценки трудоемкости проекта на ранних этапах разработки используется метод UCP (Use-case points). В отличие от метода функциональных точек, в методе UCP в качестве единиц измерения применяются варианты использования (Use Cases) [3]. Итоговое значение UCP вычисляется по формуле [4]:

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF, \quad (1)$$

где UUCP – нескорректированные UCP,

TCF – техническая сложность проекта,

EF – уровень квалификации разработчиков.

Также, к наиболее известным и разработанным алгоритмическим методам оценки трудоемкости разработки программного обеспечения можно отнести метод СОСОМО (СОnstructive СОst МОdel) [5]. В рамках этого метода для вычисления оценки стоимости трудозатрат для этапов верстки и сборки применяется формула (для каждого этапа):

$$PM = A \cdot KLOC^E \cdot EAF, \quad (2)$$

где  $A$  – постоянный коэффициент, зависящий от исполнителя и типа разрабатываемого программного обеспечения;

$KLOC$  – размерность программной системы, выраженная в количестве строк кода;

$E$  – показатель степени, выражающий коэффициент масштабируемости (для реализации больших проектов, варьируется в пределах от 1 до 1,5);

$EAF$  – произведение драйверов затрат, характеризующих проект и процесс создания программного обеспечения.

Для практического применения этой модели к оценке трудозатрат веб-сервисов необходимо дополнительно учесть трудоемкость этапов аналитики и дизайна (фактор сложности программирования) [5]:

$$PM_1 = TR + \sum_{i=1}^n (TP_i + TD_i), \quad (3)$$

где  $TR$  – трудоемкость написания технического задания;

$TP_i$  – трудоемкость разработки прототипа  $i$ -ой страницы;

$TD_i$  – трудоемкость разработки дизайна  $i$ -ой страниц;

$n$  – количество страниц.

Таким образом, общая трудоемкость разработки веб-сайта рассчитывается согласно этому методу (с учетом описанных поправок) по формуле:

$$PM = PM_1 + PM_2 + PM_3, \quad (4)$$

$$PM = TR + \sum_{i=1}^n (TP_i + TD_i) + A \cdot KLOC_{HTML}^E \cdot EAF + A \cdot KLOC_{DEV}^E \cdot EAF, \quad (5)$$

где  $KLOC_{HTML}$  – размер системы на этапе верстки;

$KLOC_{DEV}$  – размер системы на этапе сборки (программирования).

Уточнение оценки трудоемкости разработки производится при помощи коэффициента вариации архитектуры путем умножения его на полученный в результате расчетов результат [5]:

- обычный клиент-сервер (КА = 1)
- один сервис – много серверов (КА = 1,1)
- технология подключения через прокси-сервер (КА = 1,1)
- тонкий клиент (КА = 1,2).

Алгоритмические методы хороши тем, что они основаны на точных количественных показателях, дают хорошее приближение модели к реальным процессам, позволяют достаточно четко оценить трудозатраты на проектирование. К их недостаткам можно отнести большое количество факторов (драйверов), требующих оценки важности и влияния при расчетах.

Статистический метод основывается на проведении имитационного моделирования с учетом использования для оценки трудоемкости этапов метода Делфи, в результате применения которого, на основе экспертных мнений согласно методологии, определяется наиболее реальная трудоемкость процессов [4]. Синтез имитационной модели процесса проектирования производится на основании либо конвертирования модели в UML-диаграммы (если модель создавалась с использованием IDEF0), либо напрямую в системе СИМ-UML (если визуализация выполнялась с помощью UML). Далее, согласно методу, получают статистические характеристики процесса и статистические распределения величины затрат конкретных ресурсов на реализацию процесса проектирования веб-приложения [2].

Статистический метод универсален, и может быть применим к разработкам любых веб-приложений. Недостатком данного метода является сравнительная сложность и громоздкость расчетов по сравнению с другими методами, а также использование на этапе оценки трудозатрат метода экспертных оценок (хотя метод Делфи и является одним из наиболее точных экспертных методов, тем не менее, оценки, проведенные по нему, являются достаточно субъективными, и использование данного метода занимает много времени).

Следует отметить, что при использовании для расчетов трудоемкости проектов указанных методов, вероятность того, что фактическая трудоемкость превысит эту оценку, составляет более 50% [6]. Такое расхождение объясняется тем, что любая оценка трудоемкости проекта согласно описанным методам, представляет собой вероятностное утверждение, т.е. для него существует распределение вероятности. В связи с этим одним из наиболее точных статистических методов для расчетов трудоемкости является метод PERT, согласно которому вероятностные характеристики времени исполнения задач/этапов рассчитываются, исходя из предположения, что распределение длительности работ подчиняется нормальному распределению. Согласно этому методу, распределение вероятности подсчитывается на определенном интервале времени, причем его минимальная и максимальная границы определяются как сумма минимальных и максимальных значений продолжительностей этапов проекта. Математическое ожидание и дисперсия, также определяется через сумму средних значений и дисперсий продолжительностей этапов проекта, при этом инженерный метод PERT не требует построения распределения вероятностей для каждой задачи проекта [6].

Алгоритм метода состоит в следующем.

Исходными данными для инженерного метода PERT является перечень задач (этапов) проекта. Сначала оцениваются трудозатраты по каждому этапу работ –

минимальные (в случае, если ни один риск, способный задержать работу по этапу, не реализован), наиболее вероятные (реализация основных рисков) и максимальные (когда реализованы были все риски проекта, и работа по данному этапу затянулась настолько, насколько это было возможно). После этого производится оценка средней трудоемкости по каждому из этапов проекта (или по каждой из задач) по формуле:

$$E_i = (P_i + 4M_i + Q_i)/6, \quad (6)$$

где  $M_i$  – наиболее вероятная оценка трудозатрат;

$Q_i$  – минимально возможные трудозатраты (ни один риск не реализовался, но вероятность такого события равна 0);

$P_i$  – максимальные трудозатраты (все риски реализовались).

Далее оценивается среднеквадратичное отклонение (также по каждому этапу работ) по формуле:

$$СКО_i = (P_i - Q_i)/6. \quad (7)$$

После проведенных расчетов, согласно центральной предельной теореме теории вероятностей, суммарная трудоемкость проекта может быть рассчитана по формуле:

$$E = \sum E_i. \quad (8)$$

Среднеквадратичное отклонение для суммарной трудоемкости составит при этом:

$$СКО = \sqrt{\sum СКО_i^2}. \quad (9)$$

Тогда для оценки суммарной трудоемкости проекта, которую мы не превысим с вероятностью 95%, можно применить формулу:

$$E_{95\%} = E + 2СКО. \quad (10)$$

Расчет по инженерному методу PERT дает 95% вероятности того, что проведенная оценка трудоемкости наиболее верна, т.е. трудоемкость проекта (и его длительность) отклонится от расчетной лишь с 5%-ной вероятностью. Такая точность расчета при достаточной простоте и ненужности множества исходных данных является несомненным достоинством описанного метода расчета. При этом довольно большим его недостатком является то, что данный метод работает при расчете проекта в целом, но не будет точным при расчете трудоемкости каждого этапа, что и понятно.

Таким образом, приведенные методы расчета разработки веб-сайтов и веб-приложений позволяют экономически обоснованно выбирать оптимальные варианты процессов проектирования на основе оценки их трудоемкости, как наиболее затратного критерия стоимости работ.

#### Список литературы

1. Феоктистова О.А. Нормирование научно-исследовательского труда: методологические подходы / Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 5 (24). С. 138.
2. Хубаев Г.Н., Нзомвита Р. Статистический анализ трудоемкости реализации функций веб-приложений (на примере оценки качества жизни населения административно-территориальных образований) / Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2013. № 8 (56). С. 36.
3. Гольчевский Ю.В. Оценивание стоимости программного продукта при различных исходных данных / Прикладная информатика. 2017. Т. 12. № 3 (69). С. 30-39.
4. Ковалев Д.В. Оценка временных затрат разработки программного обеспечения / В сборнике: Современная культура коммуникации. социокультурные процессы в современном мире. Материалы II международной научно-практической конференции. 2015. С. 101-105.

5. Стерлягов С.П., Калмыкова Е.И. Особенности оценки стоимости разработки и формирования цены арендуемых веб-сервисов / Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 7 (101). С. 12.

6. Бутаев М.М., Смирнов С.А. Оценка временных статистических параметров критического пути в PERT-методе / В сб.: Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике. Сб. статей XV Межд. научно-техн. конф. Под ред. В.И. Горбаченко, В.В. Дрождина. 2015. С. 157-160.

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕКТОРА ШЕПЛИ ДЛЯ РАНЖИРОВАНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Ромашов В.И.**

студент кафедры информационной безопасности,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

*Научный руководитель – заведующий кафедрой ИУ8 Московского  
государственного технического университета им. Н.Э. Баумана,  
доктор физико-математических наук, профессор Басараб М.А.*

Произведён обзор темы ранжирование средств защиты информации с использованием методов теории коалиционных игр. Рассмотрена математическая постановка задачи покрытия угроз информационной безопасности и средств защиты информации, используя вектор Шепли, произведён анализ методов быстрых вычислений факториалов для данной задачи.

*Ключевые слова:* вектор Шепли, ранжирование, кооперативные игры, теория игр, информационная безопасность.

### 1. Вектор Шепли

Носителем игры называется такая коалиция  $T$ , что  $v(s) = v(S \cap T)$  для любой коалиции  $S$ . Это означает, что любой игрок, не принадлежащий носителю, является «болваном», т. е. не может ничего внести ни в какую коалицию [1].

Пусть  $v$  – игра  $n$  лиц,  $a$  – любая перестановка множества  $N$ . Тогда через  $\pi v$  мы обозначаем такую игру и, что для любой коалиции  $S = \{i_1, \dots, i_s\}$

$$v\{\pi(i_1), \dots, \pi(i_s)\} = v(s) \quad (1)$$

С помощью этих двух определений можно изложить аксиоматику Шепли. Заметим только, что так как игры в сущности отождествляются с вещественными функциями, можно говорить о сумме двух или большего числа игр, а также о произведении игры на число.

*Вектором Шепли* называется отображение, которое каждой игре в форме характеристической функции ставит в соответствие дележ в соответствующей игре, если оно удовлетворяет следующим условиям [2, 11, 12]:

$$1. \sum_{i \in K} \Phi^i(v) = v(K) \quad (2)$$

$$2. \Phi^i(v) = \Phi^{\pi(i)}(v), \text{ для любого автоморфизма игры } \pi \text{ (аксиома симметрии);} \quad (3)$$

$$3. \Phi(v' + v'') = \Phi(v') + \Phi(v''), \text{ для любых двух игр } \langle N, v' \rangle \text{ и } \langle N, v'' \rangle \text{ (аксиома агрегации).} \quad (4)$$

*Лемма 1.* Вместо аксиомы эффективности можно использовать следующее свойство [3]:

$$\Phi^i(v) = v(i), \text{ аксиома «болвана»} \quad (5)$$

Единственная функция, удовлетворяющая аксиомам Шепли, задается формулами:

$$\varphi(v)_i = \sum_{K \ni i} \frac{(k-1)!(n-k)!}{n!} (v(K) - v(K \setminus \{i\})), \quad i = 1, \dots, n; \quad k = |K| \quad (6)$$

где  $(v(K) - v(K \setminus \{i\}))$  – выигрыш, который приносит  $i$  игрок, приходя в коалицию  $K$  без  $i$ го игрока

$(k-1)!(n-k)!$  – количество порядков, в которых может сформироваться коалиция, в которую  $i$  игрок присоединился  $k$  (всего различных последовательностей)

$n!$  – количество способов упорядочить  $n$  игроков, т.е. усредняем по всем возможным порядкам формирования большой коалиции

Приведём общий алгоритм вычисления вектора Шепли (рис. 1) [4, 10]:

```

for  $v_i \in V(G)$  do
  |  $SV[v_i] = 0$  ;
end
for  $i = 1$  to  $maxIter$  do
  |  $shuffle(V(G))$ ;
  | Marginal Contribution block
  |   |  $P = \emptyset$  ;
  |   | for  $v_i \in V(G)$  do
  |   |   |  $SV[v_i] += v(P \cup \{v_i\}) - v(P)$  ;
  |   |   |  $P = P \cup \{v_i\}$  ;
  |   |   end
  | end
end
for  $v_i \in V(G)$  do
  |  $SV[v_i] = \frac{SV[v_i]}{maxIter}$  ;
end
return  $SV$  ;

```

Рис. 1. Алгоритм Шепли

```

function shapleyValueActionSet(N, i)
  local P = powerSet(N)
  local R = set{ }

  forEach(P, function(p)
    local subset = set{subtract(p, set{i})}
    if not isSubsetOrEquals(subset, R) then R = union(R, subset) end
  end)

  return R
end

```

Заметим, что вычисление больших факториалов займёт слишком много ресурсов и времени [5]. Можем применить для решения способ разложения числа, используя *Решето Эратосфена* (рис. 2)

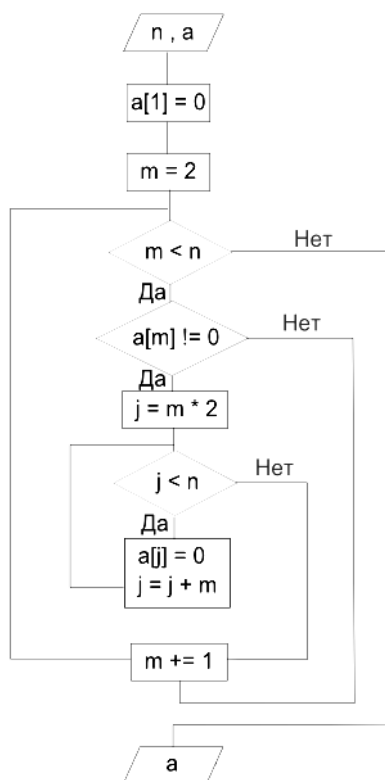


Рис. 2. Алгоритм Решето Эратосфена

## 2. Методы выбора угроз и средств защиты информации

Параметры (или в нашем случае требования к СЗИ) определяются исходя из смысла провозглашенной цели. Далее необходимо определить степень взаимосвязей и взаимоотношений между ними, т.е. зависимости или независимости [6, 9]. Характер зависимости или независимости (независимость по полезности, по предпочтению, по безразличию и т.д.) влияет на выбор метода оценки [7, 8].

Учет выше приведенных факторов позволяет на практике выбрать рациональный вариант оценки весовых коэффициентов (табл. 1).

Таблица 1

### Перечень элементов – возможных угроз

№	Угроза
1	Утечка конфиденциальной информации из сети по каналам связи (email, web и т.п.)
2	Нарушение конфиденциальности данных
3	Замена, вставка, удаление или изменение данных пользователей
4	Перехват паролей с целью последующего использования для обхода средств сетевой аутентификации
5	Внедрение несанкционированного, вредоносного программного кода (вирусов, троянских программ и т.п.)
6	Анализ и модификация установленного ПО
7	Статистический анализ сетевого трафика
8	Разведка побочных электромагнитных излучений и наводок электронных средств обработки информации, обеспечивающая добывание информации
9	Атаки на отказ в обслуживании

Теперь приведём таблицу с соотношениями возможных угроз и путей их предотвращения (рис. 3).

	Утечка конфиденциальной информации из сети по каналам связи (email, web и т.п.)	Нарушение конфиденциальности данных	Замена, вставка, удаление или изменение данных пользователей	Перехват паролей с целью последующего использования для обхода средств сетевой аутентификации	Внедрение несанкционированного, вредоносного программного кода (вирусов, троянских программ и т.п.)	Анализ и модификация установленного ПО	Статистический анализ сетевого трафика	Разведка побочных электромагнитных излучений и наводок электронных средств обработки информации, обеспечивающая добывание информации	Атаки на отказ в обслуживании
Простой антивирус	1	0	0	0	1	1	0	0	0
ПО по защите от шиф/дешиф эл подписей	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Средство для защиты от сетевых вторжений	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Средство обнаружения вторжений и несанкционированного доступа	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Межсетевой экран	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Электронный замок	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Средство защиты данных при взломе или краже дисков	0	1	0	0	0	0	0	1	0

Рис. 3. Соотношения возможных угроз и путей их предотвращения

## 2.1. Показатель качества выбора игроков

Для стороны защиты введем булеву переменную  $x_j \in \{0,1\}, \forall j \in M$ .

- $x_j = 1$ , если  $j$ -ое средство защиты будет применяться в автоматизированной системе для защиты от тех или иных угроз.

- $x_j = 0$ , в противном случае, то есть если  $j$ -ое средство не будет применяться.

Тогда  $\vec{X}$  – вектор булевых переменных  $x_j$

По аналогии для стороны нападения введем булеву переменную  $y_i \in \{0,1\}, \forall i \in N$ :

- $y_i = 1$ , если сторона нападения будет использовать  $i$ -ое средство атаки (реализовывать  $i$ -ую угрозу)

- $y_i = 0$ , в противном случае

Тогда  $\vec{Y}$  – вектор булевых переменных  $y_j$

Составим таблицу со значениями возможных для всех возможных вариантов коалиций ( $2^n$  – повторяющиеся элементы, порядок на данном этапе нам не важен) (табл. 2).



## Варианты коалиций

№	SEI	$S_i$
1	Утечка конфиденциальной информации из сети по каналам связи (email, web и т.п.)	1
2	Нарушение конфиденциальности данных	1
3	Замена, вставка, удаление или изменение данных пользователей	1
4	Перехват паролей с целью последующего использования для обхода средств сетевой аутентификации	1
5	Внедрение несанкционированного, вредоносного программного кода (вирусов, троянских программ и т.п.)	1
6	Анализ и модификация установленного ПО	1
7	Статистический анализ сетевого трафика	1
8	Разведка побочных электромагнитных излучений и наводок электронных средств обработки информации, обеспечивающая добычу информации	1
9	Атаки на отказ в обслуживании	1
12		$S_{12}$
13		$S_{13}$
14		$S_{14}$
...	...	...
19		$S_{19}$
21		$S_{21}$
22		$S_{22}$
...		...
99		$S_{99}$
123		$S_{12}$
124		$S_{12}$
...		...
129		
134		
135		
...		...
789		
1234		
...		...
6789		
12345		
...		...
123456789		

## Список литература

1. Оуэн Г. Теория Игр: М.: Изд-во «Мир», 1971. – 229 с.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
3. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьев Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
4. Walid Saad, Zhu Han, M'erouane Debbah, Are Hjorungnes and Tamer Bas Coalitional Game Theory for Communication Networks: A Tutorial, 2009, arXiv:0905.4057v1 [cs.IT]
5. Piotr Szczepański Fast Algorithms for Game-Theoretic Centrality Measures, 2015, arXiv:1512.01764v1 [cs.GT]
6. António Abreu, L.M. Camarinha-Matos Fair Distribution of Collaboration Benefits – The

- Shapley value, 2008, Encyclopedia of Networked and Virtual Organizations ISBN: 978-1-59904-885-7
7. Oskar Skibski, Algorithms for the Shapley and Myerson Values in Graph-restricted Games, 2013, arXiv:0913.4046v1
  8. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации; Винница “Универсум-Винница”, 1999. – 320 с.
  9. Wei T.H. The algebraic foundations of ranking theory Theses, Cambridge, 1952.
  10. Cogger K.O., Yu P. L. Eigenweight vector and least-distance approximation // J. Optimiz. Theory and Appl, 1985, V. 46, №4, p. 483-491.
  11. Studler Josef, Weights Search by the Marquardt method // Econ. Math. Obs, 1975, v.21, № 2, h.185-195.
  12. Тинтарев Э.М., Трофимов В.М. Аппроксимация коэффициентов важности функциями ранжирования // Экономика и мат. методы. 1975. Т.11, №7. С. 17-20.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СМАЗОК**

*Роцин М.Н.*

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Россия, г. Москва

В работе рассмотрены вопросы создания эффективной смазки для уменьшения износа в контакте колесо – рельс. Введение в смазку наноразмерных порошков алюмосиликатных материалов уменьшило износ в 2...4 раза.

*Ключевые слова:* износ, испытания, смазка, рельс, колесо, присадки, нанопорошки, нагрузка, контактное давление.

### **Введение**

Скорость изнашивания поверхностей в зоне контакта колесо – рельс зависит от целого ряда факторов, среди них: нагруженность зоны контакта, скорости относительного проскальзывания колеса (определяемые углами набегания колесных пар на рельсы), температурные условия эксплуатации, вид и режим движения локомотива, агрессивное воздействия окружающей среды, физико-химические модификации поверхностей в процессе трения. Наиболее быстро реализуемой мерой борьбы с износом рельс является лубрикация боковой поверхности головки рельсов. Качество смазочного материала оказывает решающее влияние на эффективность смазывающих устройств. в настоящее время для смазывания рельс применяются много масел и еще больше разработано и рекомендовано к применению. Смазочное действие определяется физико-химическими свойствами тончайшего слоя, образованного в результате адсорбции или хемосорбции веществ из полужидкой или пластичной (консистентной) смазок. При применении органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) адсорбционный слой имеет вид «молекулярного ворса» с очень низким сопротивлением сдвигу.

Пластичные смазки для обеспечения рельсо- и гребнесмазывания обычно представляют собой минеральные масла, загущённые мылами (или неорганическими загустителями) с различными добавками. Они должны обеспечивать образование устойчивых смазочных слоёв, эффективно разделяющих поверхности трения. Эти слои образуются в результате взаимодействия активных компонентов смазочного материала (поверхностно- или химически активных), а также взаимо-

действия контактирующих поверхностей с твёрдыми добавками, содержащимися в пластичных смазках (например, графита, дисульфида молибдена, серпентинитов и т.д.). Традиционные смазки для рельс практически подошли к пределу своих возможностей. Новые смазочные материалы должны содержать более эффективные поверхностно-активные веществ и твердые нанопорошки [1]. Эффективность применения пластичных смазок для конкретных условий эксплуатации, как показывает опыт эксплуатации, определяется такими свойствами, как:

а) смазочная способность (эта характеристика включает комплекс свойств смазочного материала, в том числе – способность образовывать на участках фрикционного контакта прочные смазочные слои, надежно разделяющие контактирующие поверхности в зоне смазывания в условиях действия рабочих нагрузок и суммарных температур и высокая температурная стойкость этих смазок, обеспечивающая их работоспособность при мгновенных температурных вспышках);

б) долговечность образовавшихся в трибологическом контакте граничных слоёв в течение заданного числа проходов колёс (здесь имеет значение прежде всего высокая энергия активации процессов трибохимических превращений активных компонентов смазочного материала в коксообразные продукты, не обладающие смазочной способностью, что особенно важно в условиях многократного циклического нагружения и, соответственно, циклического фрикционного подъёма температур);

в) температурная стойкость граничных смазочных слоёв.

Рациональный выбор смазки может основываться только на эксперименте. Действующие стандарты по испытанию масел, в частности ГОСТ 9490-75 «Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине», очень далеки от условий эксплуатации рельсового хозяйства. Интенсивность изнашивания твердых тел является интегральной характеристикой, зависящей от многих факторов и одними из основных являются микротвердость и шероховатость поверхности, а также режим трения (для рельс характерен режим скольжения с проскальзыванием).

Наибольшее распространение получили следующие смазочные материалы, применяемые в системах гребне- и рельсосмазывания: КР-400, Пума-МР, Пума-МГ, Пума-МЛ, СРК, РС-6«В», РС-6«Бу», СПЛ, СС-1, РАПС-2.

Смазка Вамива-4 – опытная смазка, разработана совместно ИМАШ РАН и Московским институтом тонкой химической технологии в рамках Программы Президиума РАН №21 "Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов". В процессе синтеза смазки Вамива-4 консистенция смазки опытно была подобрана по консистенции смазки Пума. Принципиальное отличие смазки Вамива-4 от известных традиционных смазок состоит в усилении роли поверхностно активных ингредиентов и вместо твердых смазочных материалов (графит, дисульфид молибдена, мягкие металлы и др.) введении в смазку наноразмерных порошков алюмосиликатных материалов.

Принимая во внимание огромные масштабы потребления пластичных смазочных материалов во ОАО РЖД важной экономической задачей является определение оптимальной концентрации присадки, поскольку избыточное насыщение смазочного материалами твердыми наночастицами может быть экономически не

выгодно. Оптимальное количество твердых наночастиц в смазочном материале определялось по критерию износостойкости смазываемых стальных поверхностей.

**Цель испытаний:**

- а) определение эксплуатационных свойств (противозадирные и противоизносные) смазок по показателю качества «смазывающие свойства» по ГОСТ 4.23-83;
- б) проведение сравнительного анализа характеристик триботехнической эффективности новых смазочных материалов.

Испытания проведены с целью определения трибологических характеристик образца смазки Вамива-4 в сравнении со смазками Пума осн., ПУМА МО, ПУМА В, МС-27.

Триботехнические испытания проводились по модельной схеме «роликовая аналогия» на машине для испытания материалов на трение и износ ИИ 5018 по программе методике «Лабораторно-стендовые триботехнические испытания смазок для лубрикации контакта гребня колеса с боковой поверхностью головки рельса» (Совместная разработка ИМАШ РАН и ОАО ВНИИЖТ 2012 г.).

Образцы-ролики изготовлены из стали в форме диск диаметром  $5 \cdot 10^{-2}$  м шириной  $1,2 \cdot 10^{-2}$  м, по схеме «роликовая аналогия» с проскальзыванием 20% при нагрузке 1500 Н и угловой скорости 380 об/мин. Наружная поверхность верхнего ролика изготовлена в виде сферы с радиусом 40 мм. Данная форма поверхности обеспечивает следующие преимущества при испытаниях: устраняет перекося поверхности при контакте роликов и расширяет диапазон контактных давлений при испытании. Контактное давление при нагрузке 1500 Н, рассчитанное по Герцу [4], составляет 2000 МПа.

Однократное нанесение на образец смазки обеспечивает работоспособность пары трения до задира в течение времени, характерного для этой смазки. На продолжительность работы пары трения влияют способность смазки к удержанию на поверхности трения, которое определяется свойствами адгезии смазки и способностью к «самодиффузии», т.е. способности самоперемещаться за счет сил поверхностного натяжения из области, примыкающей к фрикционному контакту, куда выдавливаются излишки смазки, в область фрикционного контакта.

Для проведения трибологических испытаний в качестве основного испытательного оборудования выбрана серийная сертифицированная Госстандартом РФ универсальная машина трения ИИ-5018 производитель: ОАО «Точприбор», г.Иваново.

Принцип действия машины заключается в истирании пары образцов, прижатых друг к другу силой Р. В процессе работы на нижнем образце измеряют момент трения.

Настоящие исследования проводили на паре образцов по схеме «ролик - ролик», изготовленных из углеродистой стали. Испытания проводились в соответствии с РД 50-662-88 «Методические указания. Методы экспериментальной оценки фрикционной совместимости материалов трущихся сопряжений».

Весовой износ определялся на аналитические весы электронные Shinko Vibra НTR-220 СЕ, производитель: Shinko Vibra, Япония.

После истечения заданного времени испытаний, образцы снимают, обезжиривают (бензин, ацетон), высушивают на воздухе, определяют износ  $\Delta q_1$  и  $\Delta q_2$  каждого образца. Суммарный износ пары трения составлял  $\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_2$ .

Помимо износов в процессе испытаний измеряют момент трения между образцами.

$$M_{тр} = Pfr,$$

где  $P$  – номинальная нагрузка на пару трения,

$f$  – коэффициент трения,

$r$  – номинальный радиус дорожки трения.

Порядок представления данных трибологических испытаний (по количеству и форме) сформулирован в соответствии с требованиями стандартного руководства для измерения и записи коэффициента трения (ASTM-6-115-98).

Антифрикционные свойства пар трения оценивали по моменту и коэффициенту трения.

Проведены сравнительные испытания на износ экспериментальных и серийных образцов смазочных материалов для рельсов, поставленных ВНИИЖТ в ИМАШ, а именно: Пума основа; Пума МО; Пума В; МС-27, а также образца смазки Вамива-4. Результаты испытаний приведены на рис.1.



Рис. 1. Диаграмма результатов испытания на износ при смазке: 1 – ПУМА осн., 2 – ПУМА МО, 3 – ПУМА В, 4 – МС-27, 5 – Вамива-4

Износостойкость серийной смазки МС-27 показана условно, потому что на принятых режимах трения она отработала только 26,5 мин. После чего наступил задир. Износ остальных образцов соответствует 2-х часовым испытаниям.

Принимая во внимание полученные ранее результаты испытаний [2] смазки КР-400, отметим крайне низкую эффективность лубрикации рельсов при применении серийных смазок МС-27 и КР-400, поэтому они не конкурентно способны со всеми испытанными экспериментальными смазками.

Было проведено исследование смазочной способности смазок Пума осн. и Вамива-4. Износ пары трения при смазке Пума осн. и нагрузке 1500 Н больше на 144%. Результаты испытаний на износ приведены на рис.2.

Основное преимущество предлагаемой к разработке смазки с твердыми наночастицами состоит в высокой эффективности повышения смазочной способности и насыщении поверхности трения твердыми наночастицами, что приводит к образованию в поверхностном слое остаточных сжимающих напряжений и повышению числа циклов нагружения единичных фрикционных связей до отделения частицы износа, т.е. к упрочнению поверхности.

Механическая стабильность смазок зависит от размера частиц наполнителя [3].

Технология синтеза смазочного материала, во всех её частях включая обработку и оптимизацию базовой рецептуры, может быть реализована с очень высокой производительностью, не имеет дорогих компонентов, поэтому в перспективе можно ожидать низкую стоимость конечного продукта, близкую к стоимости базового масла.

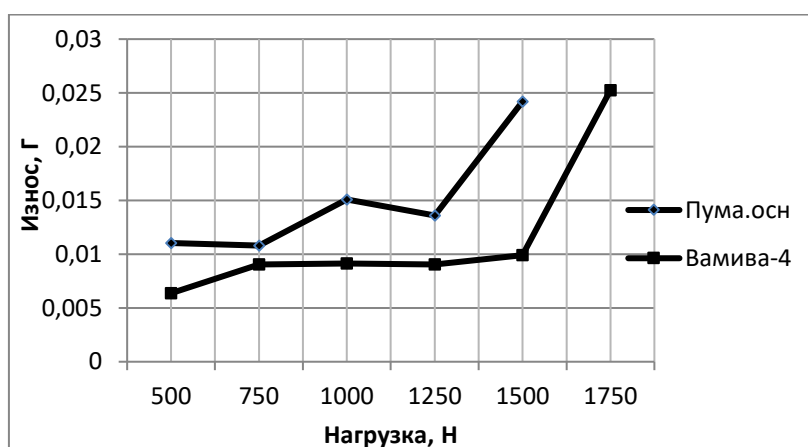


Рис. 2. Зависимость износа роликов от нагрузки

### Выводы.

1. Создан экспериментальный образец высокоэффективного смазочного материала, обеспечивающие 2-4 кратное повышение износостойкости стальных поверхностей.

2. Лабораторные эксперименты с экспериментальными образцами смазки в условиях скольжения стальных поверхностей показали перспективность применения смазки для лубрикации рельсов железнодорожного транспорта.

### Список литературы

1. Алисин В.В., Рощин М.Н., Покидько Б.В., Симакова Г.А. Зависимость триботехнических характеристик смазываемых поверхностей от содержания катионных модификаторов с наночастицами алюмосиликатов в смазке // Трение и смазка в машинах и механизмах. №1, 2014. С. 15-20.
2. Алисин В.В., Покидько Б.В., Симакова Г.А. Новый класс масел на основе устойчивых дисперсий твердых нанопорошков // Трение и износ. 2012. Т.33, №1. С. 585-590.
3. Курбатова М.В., Любинин И.А. Влияние компонентного состава на свойства бентонитовых смазок // Трение и смазка в машинах и механизмах. № 3, 2013.
4. Перель Л.Я., Филатов А.А. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1992. – 608 с.

## МИКРОТВЁРДОСТЬ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ КОНТАКТНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ

*Савенко В.С.*

доктор технических наук, профессор,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

*Зерница Д.А., Галенко Е.Н.*

магистранты кафедры физики и математики,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

*Гуненко А.В.*

аспирант кафедры физики и математики,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

В статье исследовались образцы деформационного алюминия без тока и с током. Измерение микротвёрдости методом невосстановленного отпечатка с использованием пирамиды Виккерса позволило определить влияние импульсного тока на деформацию металла, и соответственно, на механические характеристики, например, пластичность.

*Ключевые слова:* микротвёрдость, электропластическая деформация, локально-контактное деформирование, отпечаток, пирамида Виккерса.

В работе представлены результаты измерения микротвёрдости при локально-контактном деформировании образцов диаметром от 2,48 – 5 мм из электротехнической алюминиевой проволоки АКЛП-5ПТ при реализации деформации волочением без тока и с импульсным током, пропущенным через зону деформации АКЛП-5ПТ плотностью  $10^3 - 10^4 \text{ А/мм}^2$ , длительностью  $10^{-5} \text{ с}$  в условиях многопереходной прокатки (электропластическая деформация).

Пластическая деформация металла в условиях холодной обработки металлов давлением сопровождается нежелательными структурно-фазовыми превращениями, которые существенно влияют на служебные характеристики материала. Эти недостатки можно устранить или уменьшить при применении технологии электропластической деформации металлов (ЭПДМ).

Использование импульсного тока при большом амплитудном значении плотности  $10^5 \text{ А/мм}^2$  и длительности  $10^{-4} \text{ с}$  наиболее эффективно, так как ему свойственно пластифицирующее действие на металл в очаге деформации с передачей импульсов силы и энергии.

Для исследования образцов использовался метод микротвёрдости, как один из наиболее надежных и распространенных среди средств неразрушающего контроля качества материалов и их обработки. При использовании данного метода обеспечивается высокий уровень точности и воспроизводимости результатов, отсутствует необходимость подготовки специальных образцов и при проведении опытов они не разрушаются.

Этот метод прост и экономичен при его реализации, позволяет проводить испытания большого числа материалов от самых мягких до сверхтвёрдых, полу-

чать неразрушенные пластические отпечатки даже на хрупких материалах (таких, как минералы, стекла, полупроводниковые кристаллы, и т.п.).

Важно также отметить, что вдавливание индентора при локально контактном деформировании напрямую воспроизводит напряженно-деформированное состояние, которое возникает в реальных условиях при эксплуатации материалов.

Исследование микротвердости образцов алюминиевой проволоки проводилось на микротвердомере BuehlerMicromet 5114 с помощью программного обеспечения AtamiStudio 3.4, с использованием метода невозстановленного отпечатка с использованием четырехгранной пирамиды с квадратным основанием (пирамиды Виккерса) (рисунок 1,б).

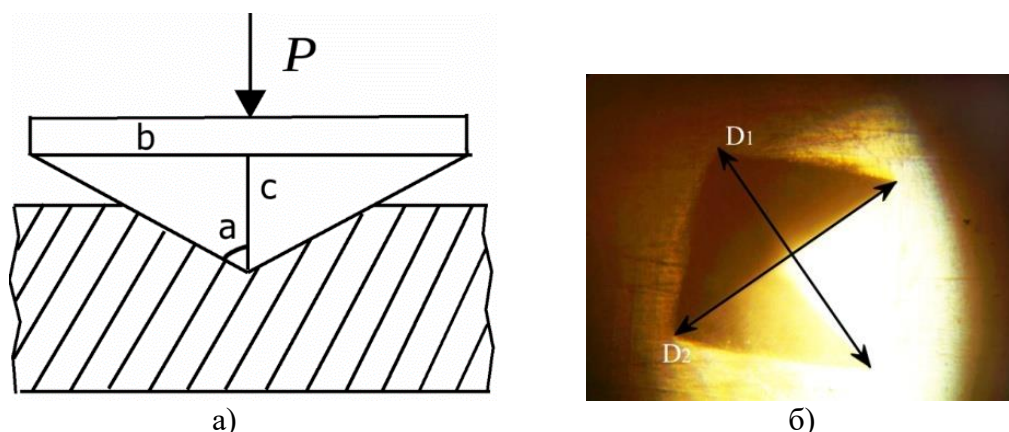


Рис. 1. Модель измерения микротвёрдости (а) и микрофотография отпечатка после вдавливания (б) при измерении микротвёрдости с использованием четырехгранной пирамиды Виккерса (500<sup>x</sup>)

Для определения глубины отпечатка использовались значения проекции ширины отпечатка и тангенс половины угла при вершине пирамиды (рисунок 1,а):

$$c = \frac{b}{\operatorname{tg}\alpha}, \quad (1)$$

где  $c$  – глубина отпечатка, мкм;

$\alpha$  – половина угла при вершине пирамиды Виккерса ( $68^\circ$ );

$b$  – половина ширины отпечатка, мкм [1, с.194].

Анализ значений глубины отпечатка пирамиды (рисунок 2) и микротвердости (рисунок 3) показал существенное влияние импульсов тока на процессы электропластичности образцов деформированного алюминия.

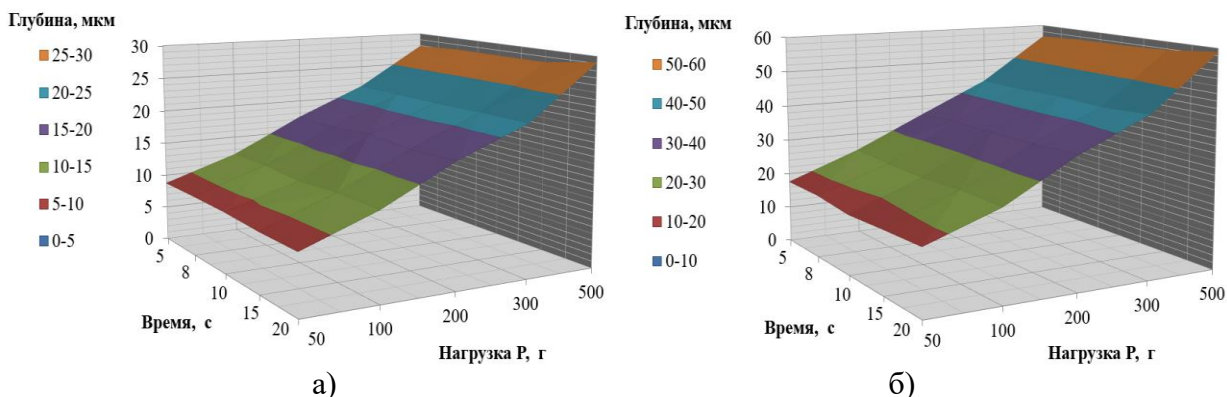


Рис. 2. Глубина отпечатка образца алюминия: без тока (а) и с током (б)



Реализация ЭПДМ волочением существенно модифицирует микроструктуру материала с созданием мелкозернистости, что приводит к уменьшению микротвёрдости и увеличению пластичности.

При воздействии импульсов электрического тока во время деформации волочением среднее значение показателя микротвёрдости в целом уменьшается (рисунок 3).

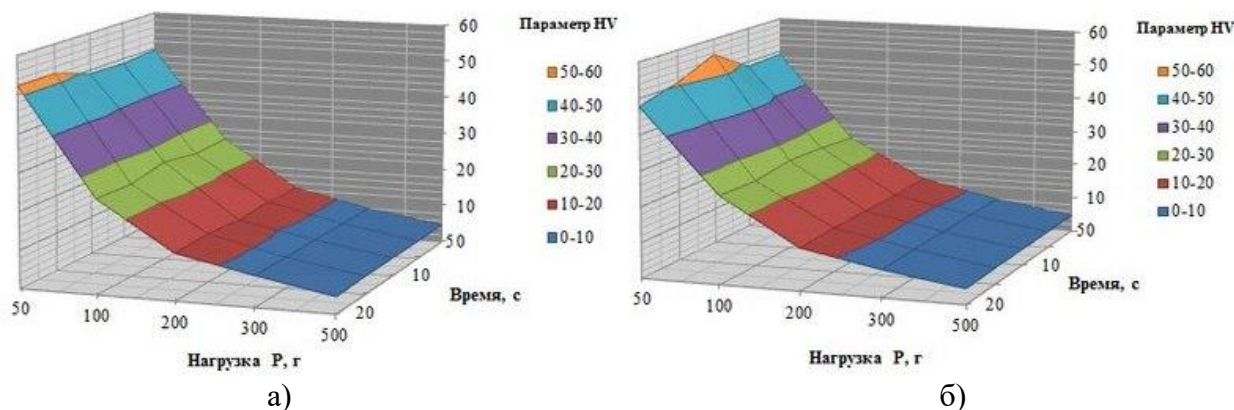


Рис. 3. Микротвёрдость отпечатка образца алюминия: без тока (а) и с током (б)

Наибольшее значение показателя микротвёрдости HV на образце без тока 52,27 HV наблюдается при нагрузке 50 г и экспозиции 15 с, а на образце с током при нагрузке 50 г с индентированием 10 с – 55,47 HV.

По результатам экспериментальных данных, средняя глубина отпечатка, имеющая линейную зависимость со средним диаметром отпечатка  $d$ , на образце с током больше, чем на образце без тока.

В соответствии с формулой расчёта эффективной деформации, она увеличивается на образце с током [2, с. 40]:

$$\delta = \frac{0,2d}{D}, \quad (2)$$

Также известна прямая зависимость  $\delta$  и  $\psi$  (деформация уширения в отпечатке), которая является качественным показателем пластичности. Это говорит о том, что при воздействии электрического тока на образец повышается его пластичность, что коррелирует с результатами опытов по повышению механической устойчивости и прочности листовых заготовок из алюминий-магниевых сплавов с использованием ЭПДМ (где подавались мощные короткие (100–150 мкс) импульсы тока плотностью 3,5–10 кА/мм<sup>2</sup>). В результате повысилась пластичность металла, снизилось сопротивление металла деформированию, повысилась производительность и качество обработки [3].

Таким образом, электропластическая прокатка позволяет реализовать технологию обработки металлов давлением с улучшением механических свойств, с возможностью сочетать достаточную пластичность материала с повышением его прочности [1, с. 196].

#### Список литературы

1. Троицкий, О.А. Физические и технологические основы электропластической деформации металлов: монография / О.А. Троицкий, В.С. Савенко. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2016. – 208 с.
2. Кошкин, В. И. Оценка структуры и механических свойств материалов по статистическим характеристикам микротвёрдости / В. И. Кошкин. – М.: МГИУ, 2001. – 62 с.
3. Патентный поиск, Поиск патентов и изобретений РФ и СССР [Электронный ресурс] / Информационный ресурс. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/262/2624877.html>. – Дата доступа 16.01.2018.

# МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЁТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗЁРЕН

**Савенко В.С.**

доктор технических наук, профессор,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

**Зерница Д.А., Галенко Е.Н.**

магистранты кафедры физики и математики,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

**Гуненко А.В.**

аспирант кафедры физики и математики,  
Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
Беларусь, г. Мозырь

В статье исследовались образцы деформационного алюминия без тока и с током. Применение различных методов определения величины зёрен позволило выявить влияние импульсного тока на микроструктуру образца, и как следствие, на механические характеристики, например, пластичность.

*Ключевые слова:* электропластическая деформация, морфология, средний диаметр зёрен, средний размер зерна.

В работе представлены результаты расчётов величины зёрен образцов диаметром от 2,48 – 5 мм из деформационного алюминия АКЛП-5ПТ. Исследования были проведены на образцах электротехнической алюминиевой проволоки. Один из образцов подвергнулся многоходовой прокатке в условиях электропластической деформации током большой плотности  $10^3$ – $10^4$  А/мм<sup>2</sup>, длительностью  $10^{-4}$  с, а второй проходил прокатку без тока.

Морфологический анализ изображения микроструктуры определялся прибором «Пост микроконтроль МК-3» с помощью компьютерной программы AutoscanObjects (рисунки 1, 2).

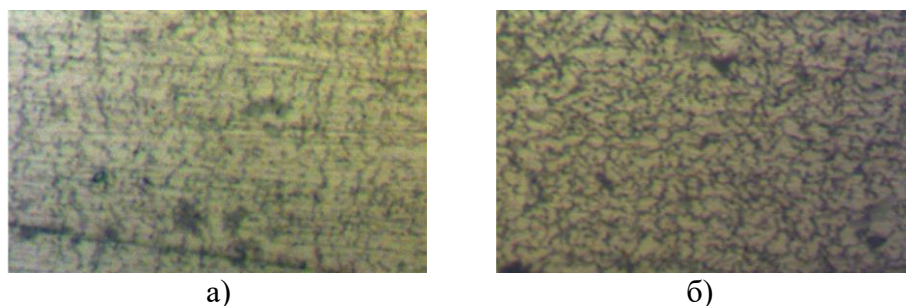


Рис. 1. Микроструктура образцов: без тока (а) и с током (б) (1000х)

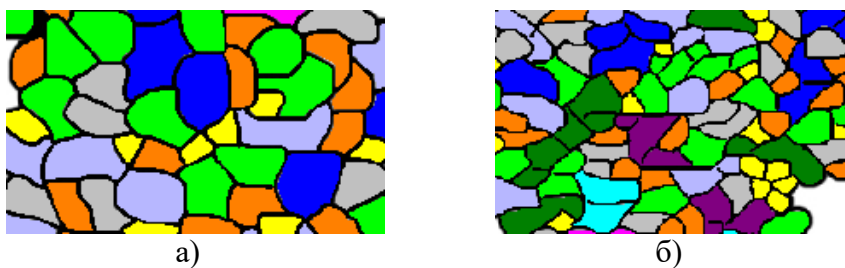


Рис. 2. Морфология образцов алюминиевой проволоки без тока (а) и с током (б) (1500х)

Были проведены расчёты по формулам Холла-Петча с определением количества зёрен на образцах.

Определение проводилось с фотографии, полученной с микроскопа при увеличении  $1500\times$ , на которой находилось не менее 50 зёрен. Результаты подсчёта количества зёрен на образцах без тока и с током приведены на рисунке 3.

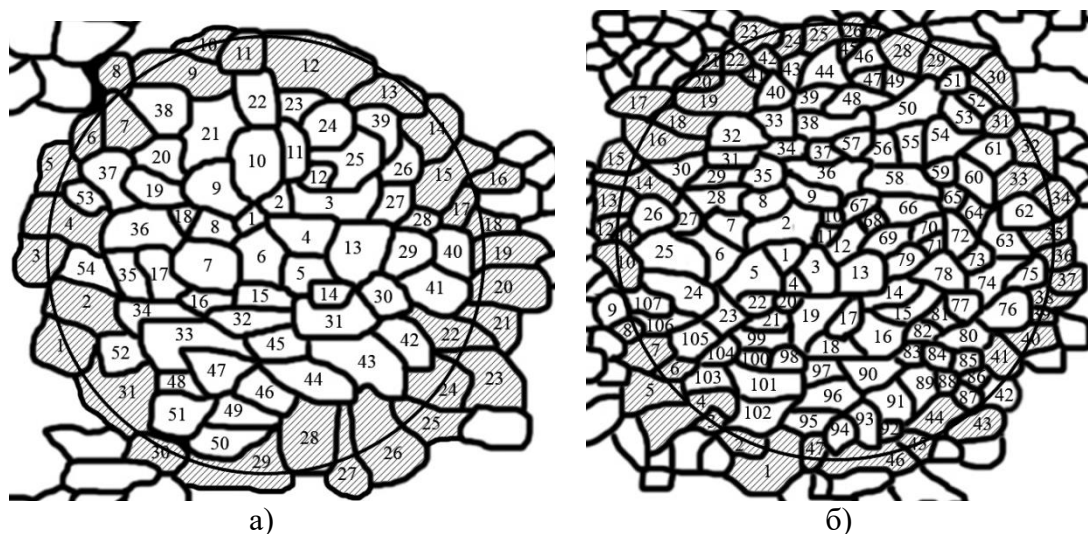


Рис. 3. Определение количества зёрен на образцах: без тока (а) и с током (б) ( $1500\times$ )

Общее количество зёрен  $m$  по формуле Холла-Петча для круга [1, с. 193]:

$$m = m_1 + 0,5m_2, \quad (1)$$

где  $m_1$  – количество целых зёрен;

$m_2$  – количество зёрен, перерезанных окружностью (таблица 1).

Число зерен  $m_g$  при увеличении  $g$  ( $1500\times$ ), приходящихся на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности шлифа, определяется по формуле:

$$m_g = 2 \times \left(\frac{g}{100}\right)^2 \times m, \quad (2)$$

По результатам, полученным с разных участков, рассчитывают среднее арифметическое значение  $m_{\text{ср}}$ .

Среднюю площадь зерна  $S_{\text{ср}}$  определяют по формуле:

$$S_{\text{ср}} = \frac{1}{m_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

Средний диаметр зерна  $d_m$  определяют по формуле

$$d_m = \frac{1}{\sqrt{m_{\text{ср}}}}, \quad (4)$$

Таким образом, образец без тока имеет номер зерна 12 (по переводной таблице номер зерна 4). Образец с током имеет номер зерна 13 (по переводной таблице номер зерна 5). Это свидетельствует о том, что образец с током имеет более мелкозернистую структуру [2, с. 11].

Результаты расчётов по формулам Холла-Петча внесены в таблицу 1.

Таблица 1

№	$m_1$	$m_2$	$m$	$m_g$	$m_{cp}$	$S_{cp}, \text{мм}^2$	$d_m, \text{мм}$	Номер зерна
Образец 1 (без тока)	54	31	69,5	31275	31275	0,00003197	0,00565	4
Образец 2 (без тока)	107	47	130,5	58725	58725	0,00001702852	0,004127	5

Измерение среднего условного диаметра зёрен методом подсчёта пересечений границ зёрен проводилось на фотографии, на которой при увеличении  $1500^x$  находилось не менее 50 зёрен [2, с. 15].

Были проведены в разных направлениях прямые линии произвольной длины  $L_i$  (мм), которые заканчиваются на границах зерен и пересекают не менее 10 зёрен. Было подсчитано количество зёрен  $n_i$ , пересекаемое каждой линией. Затем определена суммарная натуральная длина отрезков  $\sum L_i$  и суммарное число пересеченных зерен  $\sum n_i$ . В ходе расчётов определён условный диаметр зерна  $d_{усл}$ :

$$d_{усл} = \frac{\sum L_i}{M \sum n_i}, \quad (5)$$

Результаты расчётов среднего условного диаметра зёрен сведены в таблицу 2.

Таблица 2

№	$L_i$	$\sum L_i$	$n_i$	$\sum n_i$	$d_{усл}, \text{мм}$ (расчетное)	$d_{усл}, \text{мм}$ (табличное)	$S_{cp}, \text{мм}^2$	Номер зерна
БЕЗ ТОКА								
1	76	294	13	47	0,00417	0,0049	0,000031	4
2	60		10					
3	86		13					
4	72		11					
С ТОКОМ								
1	121	402	24	88	0,003045	0,0032	0,000016	5
2	104		21					
3	95		22					
4	82		21					

В соответствии с таблицей 2, номер зерна на образце без тока 12 (по переводной таблице номер зерна 4), а на образце с током 13 (по переводной таблице номер зерна 5). Результаты подсчёта количества зёрен на образцах без тока и с током по формулам Холла-Петча и среднему условному диаметру коррелируют друг с другом.

Полученные расчёты показали, что средний размер зерна образца, деформированного волочением в условиях электропластичности, меньше, чем у образца без тока с обычным волочением.

При электропластическом деформировании волочением происходит дробление зерен с уменьшением их фрагментации. Импульс электрического тока большой плотности, который проходит через деформационное поле алюминиевой проволоки во время волочения, приводит к повышению пластичности зоны деформации,

зерна в большей степени деформируются и приобретают неравноосную форму, увеличивается доля межзеренных границ [3, с.229].

Повышение пластичности деформационного алюминия в условиях электропластичности улучшает его обрабатываемость, способность получать остаточное изменение формы и размеров без нарушения сплошности, снижает усилия деформации, энергопотребление, улучшает служебные, электротехнические и механические характеристики.

#### **Список литературы**

1. Троицкий, О.А. Физические и технологические основы электропластической деформации металлов: монография/ О.А. Троицкий, В.С. Савенко. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2016. – 208 с.

2. Определение размера зерна поликристаллов: методические указания к лабораторной работе / Сост. Д.В. Лычагин, О.Б. Первалова. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 31 с.

3. Троицкий, О.А. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов / О.А. Троицкий, В.С. Савенко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 375 с.

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ АЛГОРИТМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОШИБОК ПЕРВОГО И ВТОРОГО РОДА**

*Соколов М.Н.*

аспирант кафедры информационной безопасности,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

В статье проблема биометрического распознавания пользователя. Рассматривается задача выбора параметра точности алгоритма распознавания. Приводится решение задачи минимизации ошибок первого и второго рода для алгоритма биометрической аутентификации на основе рисунка вен руки.

*Ключевые слова:* биометрия, распознавание образов, ошибки первого и второго рода, алгоритм аутентификации, рисунок вен.

### ***Введение***

В настоящее время широкую популярность приобрели системы биометрического распознавания пользователя. Такие системы удобны, так как человеку не приходится запоминать различные пароли и носить с собой специальные устройства аутентификации [1, с. 511]. При этом алгоритмы биометрической идентификации обеспечивают высокую точность распознавания.

Наиболее распространенными являются системы, основанные на сканировании отпечатков пальцев, но такие системы не могут гарантировать высокую степень защиты, так как на данный момент известно несколько способов подделки отпечатка пальцев [3, с. 280].

Более надежным решением будет использование алгоритма аутентификации на основе рисунка вен руки, обеспечивающего высокую точность распознавания и скрытность характеристики.

Любой алгоритм биометрической аутентификации основан на формировании и распознавании образов. Образы одного пользователя вычисленные в разные про-

межутки времени будут отличаться друг от друга в различной степени. При этом алгоритм распознавания должен учитывать эти отличия. Это достигается путем выбора параметра точности алгоритма, чем выше точность, тем меньше отличий должно быть между двумя образцами. При этом возникают ошибки первого и второго рода, когда происходит успешная аутентификация пользователя, отсутствующего в базе данных, или отказ в доступе легальному пользователю, соответственно.

Таким образом важной задачей является выбор параметров алгоритма биометрической аутентификации на основе рисунка вен руки из условия минимизации ошибок первого и второго рода.

### **Исходные данные**

$I\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$  – множество входных изображений субъектов аутентификации.

$C\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  – множество закодированных биометрических образов субъектов аутентификации, полученных при помощи функции  $f$ .

$D\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$  – множество закодированных биометрических образов субъектов аутентификации, хранящихся в базе данных.

$f(i \in I) \rightarrow c \in C$  – функция формирования биометрического образа из входного изображения.

$g(c \in C, T) \rightarrow \begin{cases} 1, & c \in D \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$  – функция проверки принадлежности базе данных закодированного биометрического образа субъекта аутентификации, где  $T = \overline{0,1}$  – параметр порогового значения аутентификации.

$n$  – количество входных изображений субъектов аутентификации.

$m$  – количество закодированных биометрических образов субъектов аутентификации, хранящихся в базе данных.

$E_{FAR} = \sum_{i=1}^n g(c_i, T)$ , где  $c_i \in C$   $c_i \notin D$  – количество ошибок 1-го рода.

$E_{FRR} = \sum_{i=1}^n (1 - g(c_i, T))$ , где  $c_i \in C$   $c_i \in D$  – количество ошибок 2-го рода.

$P_{FAR} = \frac{E_{FAR}}{N}$  – соотношение количества ошибок 1-го рода, к общему числу попыток аутентификации субъекта.

$P_{FRR} = \frac{E_{FRR}}{N}$  – соотношение количества ошибок 2-го рода, к общему числу попыток аутентификации субъекта.

$N$  – общее число попыток аутентификации субъекта.

Введем функцию  $F$  отображающую линейную комбинацию соотношений количества ошибок 1-го и 2-го рода:

$$F = \alpha P_{FAR} + \beta P_{FRR},$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – весовые коэффициенты.

Для определения параметров, удовлетворяющих условию задачи, необходимо минимизировать функцию  $F$ .

$$F \rightarrow \min$$

### **Выбор параметров**

Так как ошибки первого рода являются более критичным параметром, то коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  были выбраны как 0.75 и 0.25, соответственно. Экспериментальным путем из 441 образца были получены соотношения ошибок первого и второго рода, значение которых отображено в таблице и на рисунке.



Таблица

Соотношение ошибок первого и второго рода

T	FAR	FRR	F
0,40	1,00	0,00	0,75
0,45	0,94	0,00	0,71
0,50	0,87	0,00	0,65
0,55	0,76	0,00	0,57
0,60	0,56	0,00	0,42
0,65	0,38	0,00	0,29
0,70	0,08	0,00	0,06
0,75	0,05	0,00	0,04
0,76	0,03	0,00	0,02
0,77	0,02	0,10	0,04
0,78	0,00	0,19	0,05
0,79	0,00	0,24	0,06
0,80	0,00	0,33	0,08
0,85	0,00	0,81	0,20
0,90	0,00	0,95	0,24
0,95	0,00	1,00	0,25

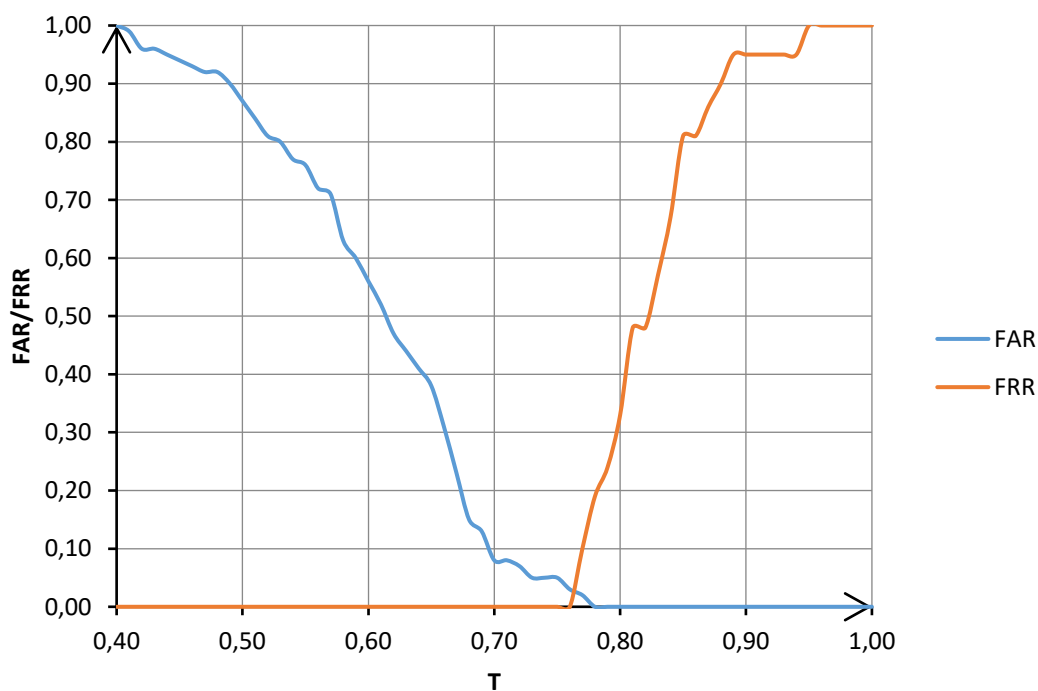


Рис. Соотношение ошибок первого и второго рода

Как видно из таблицы, функция  $F$  достигает своего минимального значения 0,02 при  $T$  равном 0,76, при этом значение ошибок первого рода составляет 3%, а ошибок второго рода 0%, но согласно правилу трех [2, с. 36] с доверительной вероятностью 95%, вероятность ошибки составит:

$$\frac{3}{441} \cdot 100\% = 0,68\%$$

Таким образом ошибки первого и второго рода были минимизированы, следовательно необходимая величина параметра точности равна 0,76.

### Список литературы

1. Глинская Е.В., Биометрическая технология васкуляриной идентификации личности. / Е.В. Глинская // Инженерный вестник. – 2015. – №5. – С. 511-516.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19795-1-2007. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Эксплуатационные испытания и протоколы испытаний в биометрии. Часть 1 – Принципы и структура. Москва: Стандартинформ, 2009. – 57 с.
3. Соколов М.Н. Анализ защищенности биометрических иммобилайзеров / М.Н. Соколов // "Безопасные информационные технологии". Сборник трудов Седьмой всероссийской научно-технической конференции – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – С. 278-283.

## УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

*Тусупова А.Е.*

сениор-лектор кафедры «Горные машины и оборудование», канд. техн. наук,  
Казахстанский национальный исследовательский технический  
университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алма-Ата

*Тусупов Д.М.*

аспирант, Кыргызский государственный технический  
университет им. И. Раззакова, Кыргызстан, г. Бишкек

Работа посвящена исследованию управления качеством в организации системы технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстан. Для создания и внедрения системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР), поддержки технического состояния грузовых автомобилей разработана комплексная организационно-экономическая модель процесса организации ТОиР с учетом конкретных условий эксплуатации.

*Ключевые слова:* автомобиль, транспорт, система, перевозки, поставки, качество, сервис, логистика.

### Введение

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе республики. Им регулярно обслуживается более 1,1 млн. предприятий, организаций и других коллективных клиентов народного хозяйства, а также население страны. Ежегодно автомобильным транспортом народного хозяйства перевозится более 80 % грузов, транспортом общего пользования – более 75 % пассажиров. Объем грузооборота в январе-феврале 2012г. составил 72,9 млрд. т·км (с учетом оценки объема грузооборота индивидуальных предпринимателей, занимающихся коммерческими перевозками) и вырос на 18,3% по сравнению с соответствующим периодом 2011г. [3].

Данная работа, согласно проводимой экономической политике республики с учетом конкретных условий развития, нацелена на повышение эффективности использования грузовых автомобилей на основе системного подхода к проблеме организации автосервисов грузовых автомобилей в условиях Казахстана. Так как проблема обеспечения транспортных средств качественным и своевременным техническим обслуживанием и ремонтом выходит на критический уровень и является препятствием для развития автомобильного рынка в республики. Например, в России по состоянию на начало 2015 года на одно действующее предприятие техниче-



ского обслуживания и ремонта приходится 1436 транспортных средств. В Евросоюзе этот показатель составляет 586, а вообще расчетная величина лежит на уровне 750 единиц автомобильного парка.

В Казахстане в пределах – 1 850-1 900, таким образом, мы ощущаем более трехкратной нехваткой предприятий технического сервиса в Республике Казахстан [2].

С другой стороны, в условиях региона Республики Казахстан с учетом отсутствия сервис-центров и дилеров конкретных заводов изготовителей, главным и основным фактором организации ТОиР является эффективная система управления поставками запасных частей и расходных материалов, поэтому она составляет важную часть процесса эксплуатации грузовых автомобилей иностранного производства.

Неэффективная организация поставок не позволяет в полной мере контролировать безопасность эксплуатации и обеспечить техническую готовность грузовых автомобилей. Поэтому в условиях региона Республики Казахстан повышение эффективности поставок запасных частей является важнейшей технологической и экономической проблемы.

### **Основная часть**

Планирование системы управления поставками запасных частей для обеспечения эксплуатации грузовых автомобилей иностранного производства строится на основе метода определения потребности в них. Система управляется с помощью обратной связи, отражающей действительное состояние эксплуатационного ресурса каждой марки грузовых автомобилей.

В целях достижения наилучшего соотношения расходов и результатов проводят поиск экономических компромиссов между интересами всех участников процесса поставок запасных частей и расходных материалов.

Поиск идет на стратегическом, организационном и оперативном уровнях. На стратегическом уровне происходит решение задач фундаментального характера: поиск и выбор поставщика. На следующем уровне организуются закупки запасных частей и расходных материалов, их доставка, прием, контроль качества, хранение и последующая транспортировка.

Компетенция оперативного уровня заключается в конкретизации и детализации организационных мероприятий: выборе поставщика, страны, завода-изготовителя, маршрута и вида транспорта в зависимости от размера партий груза, т.е. решение транспортных (оптимизационных) задач, что составляет лишь один из элементов в системе поддержки эксплуатации.

На каждом из указанных уровней специалисты в области логистики должны определить и удержать заданный уровень качества обслуживания. Такая организационная и аналитическая оптимизация минимизирует совокупные затраты и, следовательно, повышает эффективность обслуживания заказчика.

Рассматриваемая организационно-функциональная модель основывается на взаимодействии информационных потоков, представленных на рис. 1. На схеме выделены субъекты, участвующие в ТОиР грузовых автомобилей, и материальные и информационные потоки, связывающие их между собой.

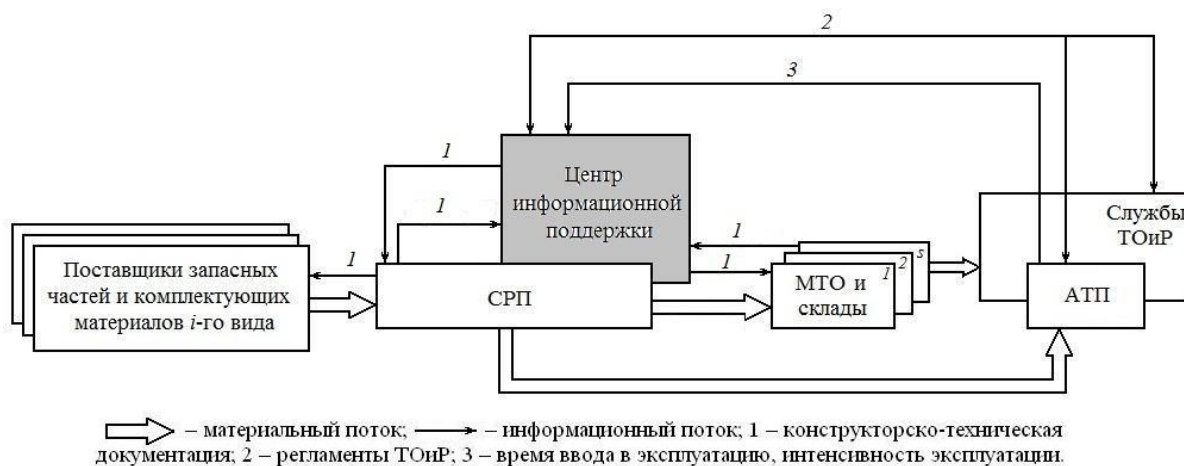


Рис. 1. Схема организационно-функциональной модели системы информационной поддержки материального обеспечения

Центр информационной поддержки (ЦИП) является структурой, создаваемой производителем грузовых автомобилей и осуществляющей планирование и управление. От диагностики в специализированное ремонтное предприятие поступает конструкторско-техническая документация и регламент ТОиР продукции (расход запчастей для проведения ремонтных работ по нормативу ТОиР; назначенный эксплуатационный ресурс).

От эксплуатанта в ЦИП регулярно поступает информация об интенсивности эксплуатации детали и узла; наработанном эксплуатационном ресурсе автомобиля; количестве автомобилей с наработанным эксплуатационным ресурсом. На основании этих данных, заказов из системы МТО (материально-технического обеспечения), состоящей из складов, от ЦИП поступают заказы производству на возмещение запасов на складах. Из ЦИП в систему МТО поступают данные о запаздывании информационного потока сообщений о поставках. От производителей в ЦИП передаются данные о запаздывании информационного потока сообщений о поставках и заказах, не выполненных производством, с целью предотвращения дефицита. Кроме того, поступает материальный поток в систему МТО: поставки деталей с завода-производителя на склад; количество деталей в процессе транспортировки с завода на склад. Далее материальный поток достигает системы ТОиР для дальнейшего использования.

В контекстной диаграмме Управление информационной модели по поддержанию техническое состояние грузовых автомобилей входными являются данные и статистика по эксплуатации, регламенты ТОиР, поступающие от производителей-разработчиков, заказы эксплуатантов, данные о запасах в МТО, о транспортных организациях, поставщиках; выходными – техническая документация, заказы на поставку, планы закупок, информация о поставках, отгрузках.

Управление осуществляется на основании стандартов, нормативов и алгоритмов управления через персонал отделов ЦИП и эксплуатантов.

Контекстная диаграмма в соответствии с целью моделирования декомпозируется на следующие функции:

- прогнозирование интенсивности эксплуатации и выработки ресурса;
- управление складами;
- управление поставками;
- управление ТОиР.

Планирование транспортировки и отгрузки запасных частей и расходных материалов осуществляется на основании оформленного заказа, данных о поставке и транспортных организациях.

Исходя из новизны такого структурно-организационного образования в регионах республики, как система ЦИП жизненного цикла грузовых автомобилей, необходимо рассматривать совокупность проблем организации, которые фокусируют на задаче разработки его организационной структуры.

В современном менеджменте под организационной структурой понимается совокупность обособленных составляющих организации, наделенных некоторыми функциями, правами, обязанностями и полномочиями, определяющими состав связей между ними.

Организационная структура должна создавать условия эффективного сочетания производственных и управленческих функций, формируя тесную связь и рациональное взаимодействие. Главная цель управления, состоящая в координации деятельности административно обособленных элементов организации, достигается в организационной структуре путем создания системы управления, распределения задач менеджмента и построения системной иерархии.

Логистическое управление реализуется ЦИП через функциональные подсистемы, между которыми разделены соответствующие функции, составляющие дирекцию логистической поддержки.

Одним из факторов показывающие эффективность управления системы поставок, это уменьшение транспортных расходов, за счет организаций централизованной поставок запасных частей и расходных материалов из-за рубежа. Поэтому было принято решение организовать региональный транспортно-логистический и распределительный центр (РТЛРЦ), основными и дополнительными задачами которого были определены [1]:

- централизация приема заказов на запасные части и на перевозку грузов;
- прием груза, упаковка, маркировка, временное хранение и погрузка;
- уменьшение влияния человеческого фактора на своевременность и качество перевозок;
- выбор транспортно-технологической схемы перевозки груза;
- выбор перевозчика и вида транспорта;
- маршрутизация перевозок и контроль движения груза в пути;
- обеспечение сохранности груза во время перевозки;
- совместное планирование различных видов транспорта в случае мультимодальных перевозок.

Исходя из цели исследования были сформулированы принципы логистической концепции управления материальными потоками и грузовыми перевозками в регионах Республики Казахстан в различных сообщениях: интеграция информационных технологий, применяемых на различных видах транспорта, синхронное перемещение в логистической цепи транспортных, грузовых и информационных потоков; полнота и своевременность передачи информации; взаимоувязка нормативно-справочной информации, применяемой на различных автотранспортных предприятиях, клиентурой, банками, таможенными и исполнительными органами (рис. 2).

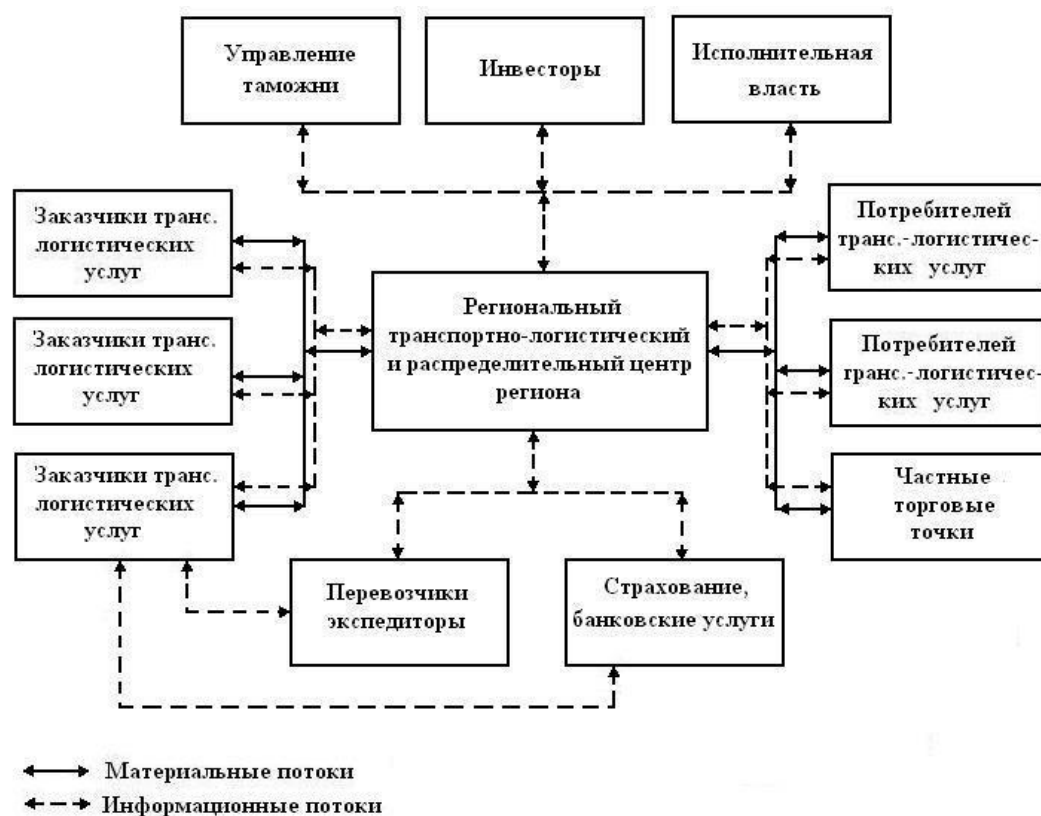


Рис. 2. Схема регионального транспортно-логистического и распределительного центра

Реализация приведенных принципов логистической концепции управления материальными потоками и грузовыми перевозками на основе региональных коммуникационных сетей позволит сформировать единое доступное информационное пространство для всех организаций транспортно-экспедиционной структуры и не только в конкретном регионе, но и по Республике Казахстан.

Экономический эффект от внедрения предложенного центра достигается за счет ликвидации потерь времени по организационным причинам, снижения эксплуатационных затрат и общей суммы приведенных расходов.

При формировании организационной структуры дирекции логистической поддержки за основу берется организационно-функциональная модель, определенная выше. Дирекция логистической поддержки является самостоятельным структурным подразделением обеспечивающие прямые связи с заводами изготовителями и поставщиками транспортных средств, соответствующих оборудований и инструментов, а также необходимыми запасными частями и расходными материалами для АТП региона Республики Казахстана. Ее возглавляет директор по логистической поддержке, который подчиняется непосредственно заместителю генерального директора. Принципиальная структура ЦИП представлена на рис. 3.



Рис. 3. Принципиальная схема структуры ЦИП

Задачи дирекции логистической поддержки:

- обеспечение поддержки на этапе эксплуатации грузовых автомобилей;
- организация взаимодействия предприятий компании, а также предприятий кооперации в процессах поддержки эксплуатации, хранения, ремонта и утилизации.

Функции дирекции логистической поддержки. При выполнении логистического управления информация поступает в центр логистики, где обрабатывается и, в зависимости от направленности задачи, требующей решения, направляется в соответствующие отделы. В рамках своей деятельности дирекция логистической поддержки выполняет следующие функции:

- организацию и управление работами по созданию системы ЦИП;
- организацию и управление работами по внедрению и сопровождению ЦИП заказчиков;
- координацию и управление предприятиями холдинга по ЦИП;
- организацию и обеспечение информационного взаимодействия центра логистики с субъектами системы ЦИП;
- организацию работ по проведению анализа логистической поддержки и формированию безопасности движения;
- организацию работ по созданию интерактивных электронных технических руководств и электронных каталогов;
- организацию взаимодействия предприятий по разработке нормативной документации системы ЦИП;
- участие в маркетинговых мероприятиях по предоставлению сервисных услуг;
- организацию работ и предоставление сервисных услуг заказчиком по технической эксплуатации продукции;

- организацию работ по ремонту и модернизации;
- организацию работ по созданию и обеспечению функционирования сервисных технических центров обслуживания;
- организацию работ по МТО эксплуатации, ремонта и модернизации продукции у заказчиков;
- проработку заявок заказчиков на оказание технического содействия в эксплуатации, ремонте и модернизации продукции;
- подготовку коммерческих предложений;
- подготовку и подписание контрактных и договорных документов на оказание технического содействия в эксплуатации, ремонте и модернизации;
- выполнение контрактов и договоров на оказание услуг по логистической поддержке.

При осуществлении этих функций дирекция логистической поддержки взаимодействует со многими другими подразделениями компании, предприятиями, поставщиками и внешними организациями.

Дирекции логистической поддержки подчиняются:

- Управление эксплуатации и ремонта.
- Управление МТО.
- Управление поставками.

Управление эксплуатации и ремонта состоит из отделов эксплуатации, ТО-иР, рекламации.

Управление МТО имеет в своем подчинении отдел планирования, отдел заявок, отдел складского хозяйства. Управление МТО выполняет планирование заказов, сбор информации по расходу и пополнению запасов, расчет потребностей в запасных частях, прием и выполнение заявок, группировку и ранжирование заказов, передачу заявок на производство.

Управление поставками состоит из отделов поставок и планирования поставок. Планирование поставок запасных частей для обеспечения эксплуатации строится на основании расчета потребности, а управление – на основании динамической модели. Управление поставками осуществляется на стратегическом, организационном и оперативном уровнях.

На стратегическом уровне происходит решение задач фундаментального характера: поиск и выбор поставщиков. На следующем уровне организуются закупки запасных частей и расходных материалов, доставка, прием, контроль качества, комплектация заказов, хранение и последующая транспортировка. Компетенцией оперативного уровня является выбор маршрута и вида транспорта.

### **Выводы**

Реализация централизованной логистической концепции управления материальными потоками (запасные части, расходные материалы для ремонта и обслуживания грузовых автомобилей) и грузовыми перевозками на основе региональных коммуникационных сетей позволит сформировать единое доступное информационное пространство для всех организаций транспортно-экспедиционной структуры и не только в конкретном регионе, но и по Республике Казахстан.

Экономический эффект от внедрения предложенного центра достигается за счет ликвидации потерь времени по организационным причинам, снижения эксплуатационных затрат и общей суммы приведенных расходов.

### Список литературы

1. Жанбирова, Ж.Г., Ибраев Ж.У. Совершенствование эффективности эксплуатации грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстан // Вестник ЦАУ. – Алматы: ЦАУ, 2011. – № 24. – С. 32-38.
2. Жанбирова, Ж.Г., Тусупов Д.М. Методика выбора запасных частей для ремонта грузовых автомобилей // Вестник ЦАУ. – Алматы: ЦАУ, 2011. – № 25. – С. 45-51.
3. Сборник статистических данных Республики Казахстан. Транспорт. Агентство по статистике РК. – Астана, 2011.

## ИННОВАЦИОННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ

**Фирстов Ю.П.**

доцент кафедры экономики и менеджмента в промышленности, канд. техн. наук,  
доцент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Россия, г. Москва

**Лапина О.А.**

магистрант кафедры экономики и менеджмента в промышленности,  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Россия, г. Москва

Политика фундаментального «прорыва» в современных условиях должна иметь целью освоение принципиально новых качеств, вызревающих в современной технико-экономической и социальной системах (переход к новому укладу). Политика нового свойства, прежде всего, должна быть реализована в области образования, где результаты могут быстро и в очевидной форме послужить демонстрацией методов преодоления интеллектуального кризиса современного общества, привлечь молодежь к решению фундаментальных задач модернизации, побудить создать широкое общественное созидательное движение. Это требует глубоких изменений в аналитическом аппарате принятия решений, в ментальности образовательной сферы. В связи с этим очень важен вопрос о проявлении в образовательной сфере общественных сил, способных создать адекватный аналитический аппарат и кадровую основу модернизации, стать центром объединения усилий. В статье рассматриваются факторы, определяющие особенности развития современной технико-экономической системы, и их влияние на процесс модернизации образовательной сферы. Сделаны выводы об особенностях организации современной системы просвещения. Предложены рекомендации.

*Ключевые слова:* инновации, образование, технология, экономика.

### Введение

Мощные массовые технологии нового поколения (индустриальные, социальные, духовные и др.) формируют новый уклад, включают особые механизмы, собирающие экономику и общество в новое целое. Нынешнее время быстро насыщает привычные отношения кардинально новым содержанием. Меняется «повестка дня». Система образования должна приобретать адекватные свойства.

Происходит трансформация понимания действительности. Крепнет понимание того, что в условиях быстрых изменений доминантой становится не исправление прошлых ошибок, а быстрое созидание будущего, путем трансформации (изменений без обрушения) того «материала», который есть в наличии. Экономическая политика «прорыва» должна реализовать фундаментально новое качество, вызревшее в современном мире. Оно в значительной степени создано развертыванием современного поколения массовых технологий. Эти технологии имеют разную природу и назначение. Например, Интернет как технология коммуникаций; микро-

электроника как технология формирования аппаратной базы, средства массовой информации как технологии формирования социальных отношений и др. Они «пронизывают» всю современную технико-экономическую систему. Это определяет особую роль технического образования и необходимость нового подхода к изучению технического знания. Происходит его интеграция с гуманитарным знанием на очень фундаментальной основе. Это создает существенные проблемы в организации образовательных процессов. В статье проанализирована совокупность процессов, влияющих на развитие современной экономики и образования. Сделаны выводы об особенностях организации современной системы просвещения. Предложены рекомендации. Полученные результаты могут использоваться для планирования развития образовательной системы.

### **1. Особенности процессов, влияющих на развитие современной экономики и образования**

В современных условиях массовые технологии все более приобретают особое важное свойство. Они, помимо выполнения технической функции, становятся инструментами интеграции и управления процессами развития [1]. Например, микроэлектроника управляет множеством технологий разного класса, заставляя их развиваться согласованно, таким образом, чтобы подпадать под действие микроэлектроники. Интернет меняет быт людей, согласует их деятельность.

Таким образом, массовая технология становится инструментом интеграции системы (формирования технологического уклада). Под ее воздействием возникают новые массовые технологии, которые усиливают интеграцию в системе. Появление новых интегрирующих сил представляет собой шаг к изменению технологического уклада (системы). Поэтому, можно сказать, что особенность современного уклада, основанного на воспроизводстве массовых технологий, состоит в том, что внутри него быстро воспроизводятся все новые уклады.

Ранее каждый уклад формировался достаточно долго. Можно было делать ошибки и исправлять их. Можно было подождать, допустить несколько вариантов решения проблемы, затем выбрать лучшие. Теперь технологии быстро воспроизводят друг друга. Времени на исправление ошибок, допущенных ранее, не остается. Становится важно создавать условия, обеспечивающие высокую точность и согласованность изменений. Это обеспечивается массовыми технологиями. Они снимают многие проблемы, возникающие в новой модели развития: ускоряют действия обратных связей, обеспечивают возможность сохранения инфраструктуры при существенных изменениях содержания и др. [1]. Создается синхронизация совместного развития технологий (индустриальных, организационных, духовных и др.), возникает эффект «весел и паруса». Это собственно, является *главной новацией современности*. Возрастающая интеграция быта и техносферы определяет особенности организации процессов совершенствования систем: происходит быстрая совместная смена поколений согласованных потребителей, производителей продуктов (укладов). Высокий темп одновременных изменений создается тем, что одни массовые технологии поддерживают условия для согласованного изменения других [1]. Происходит одновременное согласованное изменение системы во всех отношениях (смена укладов) [2, 3]. При этом основополагающей становится задача оптимизации **процесса смены укладов** (поколений) крупных технико-экономических систем.

Примером, в частности, является развитие уклада, формируемого индустрией микро- и наноэлектроники [3]. Подавляющая часть продукции создается при



помощи систем автоматизации проектирования (САПР) и библиотеки элементов. При этом, такие интегральные схемы, естественно, менее оптимальны, чем при «ручном» проектировании. Преимущество использования САПР и элементной базы состоит в том, что время создания интегральной схемы сокращается в десятки (а может и в сотни) раз. Быстрое появление новой интегральной схемы массового применения на рынке создает существенные изменения в технологиях потребителей, в кооперационных связях и др. Оно производит изменения в технологическом кладе системы и, тем самым, создает новые технические возможности и направления для продолжения совершенствования выпускаемого продукта, технологии его производства, САПР, элементной базы. Таким образом, *быстрый выпуск новых продуктов становится механизмом их оптимизации*. В частности, выпуск интегральной схемы (ИС) решает две задачи: выполнение технической функции и создание условий для продолжения совершенствования (оптимизации) ИС. В условиях возрастающих темпов проектирования, выпуска, изменения потребителя и др. фактически возникает единство процессов решения задач и их развития, *единство функционирования и совершенствования инструментов*. Оптимизация интегральной схемы (или массовой технологии) является следствием ее использования в прикладных задачах, а эффективное использование – следствием постоянного совершенствования.

Уклад, основанный на массовых технологиях современного поколения, кардинально меняет многие представления: о смысле оптимизации; о синхронизации изменений доминирующих параметров продуктов и технологий; о действии обратной связи в развитии технологий и др. Поэтому для управления современной инновационной модернизацией нужно провести «переосмысление» имеющегося аналитического аппарата. Иначе имеющаяся система принятия решений продолжит терять адекватность современному миру, в управленческих структурах продолжится накопление рассогласований [1].

Аналогичная ситуация возникла, например, во времена Ньютона (а также Евклида и др.) [4]. Метод и философия новой физики являлись понятным и практически значимым отражением нового взгляда на мир, который вызревал в обществе. Появление практической физики Ньютона дало импульс к изменению аналитического аппарата науки, технологий, философии и др. Они стали быстро развиваться в тесном единстве. На арену истории вышли новые лидеры, ставшие проводниками нового уклада. Например, Россия импортировала идеи, специалистов, решения, формировавшие новый уклад мировой системы. Она «ухватила ветер истории». Процесс трансформации «доньютоновского» мира происходил почти два столетия. Сфера образования являлась его важнейшим создателем и проводником. В настоящее время процессы изменений происходят значительно быстрее. Поэтому сфера образования должна стать в явном виде непосредственно действующим инструментом управления сменой укладов.

Трудность во многом связана с тем, что в имеющейся системе накоплено множество свойств, которые не могут быть быстро, и согласовано изменены. *Возникает фундаментальная проблема*: как провести одновременные множественные изменения имеющейся системы, не допуская потери ее согласованности (интеграции). Возникает необходимость поиска особой организации технико-экономической системы, в которой возрастающая интеграция (необходимая для действия массовых технологий) не сковывала бы творческие процессы в развитии. Более того, возможность участия в творческих процессах становится доминирую-

щим предметом потребления. Возрастание интеграции должно обеспечить согласованность творческих процессов и, тем самым, условия для их быстрого развития. Особенно это важно для сферы образования, которая находится в непосредственной взаимосвязи с большей частью элементов социально-экономической среды.

## **2. Система образования как ключевой инструмент модернизации экономики**

Сфера образования наиболее подвержена влиянию нового характера развития социально-экономической системы. Молодежь и интеллигенция чувствуют особенность формирующегося мира и хотят адекватных перемен. К сожалению, часто стремление к поиску истины подменяется пустыми лозунгами, надуманными целями. Это порождает политические и технологические химеры, вносит бессмыслицу в хозяйственную жизнь. Деятельность, не основанная на ясном понимании фундаментальных особенностей возникающей социально-экономической реальности, становится опасной для общества.

К сожалению, до последнего времени мы пытались войти в фальсифицированное чужое прошлое (представление об идеальном Западе), из которого мировая экономика быстро убегает. Теперь у нас исчезает внешний прототип, исчезает образ, к которому следует стремиться (исчезает мотивация реформ 90-х годов). В современном мире уже невозможно осуществить модернизацию путем импорта отдельных сложных технологий. Современные системы сильно интегрированы, поэтому приходится одновременно импортировать большой пласт сопряженных технологий. «Неупорядоченный» импорт идей, технологий, целей разрушает интеграцию внутри страны, выводит ее из класса современных интегрированных экономик. Возникает проблема модернизации без потери интеграции (стабильности). Она, во многом, решается благодаря формированию комплекса технологий нового поколения (аналитических, промышленных, образовательных, социальных и др.).

В связи с этим возникает существенный шанс опережающего развития, т.к. в складывающихся условиях важно не то, какие успехи экономика имеет к настоящему моменту, а то, насколько быстро и точно она сможет применить созданные ресурсы для использования в контексте новых моделей развития, для формирования нового поколения технологий и быта. Важно «включить» систему механизмов совершенствования, создаваемых укладом, формируемым технологиями нового поколения.

Основная проблема, на наш взгляд, состоит в том, что далеко не все управленцы, ученые, специалисты, подготовленные в девяностые годы, способны решать такие задачи. Они выросли на устаревших экономических теориях. У них нет опыта мышления в реально развивающейся экономике, а тем более, нет интуиции для видения моделей будущего. Поэтому управленцы все время оказывается не готовым к реагированию на постоянно и быстро возникающие качественно новые ситуации. Значительная часть «молодого поколения» становится *носителем отсталых* взглядов т.к. система образования не прививает навыков глубокого анализа, системного мышления. Это не позволяет ему быстро меняться, выделять существенное, откликаться на нетривиальные инициативы.

Нужны особенные институты, которые возьмут на себя роль «катализатора» процессов *естественного совершенствования* общества. Они должны одновременно, на фундаментальной основе решать следующие практические задачи:

- 1) участвовать в творческой работе в разных сферах деятельности,
- 2) воспроизводить аналитические инструменты,
- 3) воспроизводить кадры,

4) быть связанными с социальными слоями, имеющими высокую активность и заинтересованность в преобразованиях,

5) иметь влияние на развитие технологий (индустриальных, организационных, образовательных и др.) и участвовать в практической работе,

6) иметь влияние на общественное мнение,

7) создавать процесс изменения менталитета общества.

Таковыми свойствами обладает образовательная среда, которая всегда была главной силой в организации *фундаментальных сдвигов*. Новый уклад, прежде всего, формируется подготовкой специалистов.

Поле, на котором начинается современная инновационная модернизация, является интеллектуальная среда, где возникает понимание новых моделей, их экспансия в социум. Источником знаний о модернизации становятся прикладные области, где эффективно действуют модели нового уклада. Вопрос состоит в том, что именно должно появиться в системе образования для того, чтобы процессы модернизации были поддержаны с наибольшей эффективностью. Ответ на него, отчасти, выражается в происходящих фундаментальных изменениях основополагающих дисциплин, лежащих в основе образовательных процессов, например, в эволюции системного анализа [4], информатики, управления экономическими системами и др. Поэтому важнейшей задачей является создание комплекса учебных материалов, в котором осуществлена «трансформация» знаний в форму, эффективную для решения новых проблем [4, 5]. Это позволит ускорить трансферт знаний и специалистов в проектах, синхронизовать процессы формирования быстрых изменений. Проявится множество областей, где возникает спрос на изменение «состояния умов», на кардинально новые методы решений, где возникают «резонансы изменений» множества дисциплин. Образование должно готовить специалистов с ментальностью, адекватной формирующемуся укладу.

### **Заключение**

В проведении инновационной модернизации важно учитывать фундаментальную природу ее задач. Это определит характер используемых методов. Проблемы возникают не из-за ошибок прошлого, но из-за неготовности к действию для будущего. Ключевой проблемой является трансформация аналитического аппарата принятия решений. Поэтому, требуется существенная перестройка образовательных курсов и организации учебного процесса. Наше общество стоит перед задачами высочайшей сложности, в которых оно должно показать свою интеллектуальную и духовную зрелость. Прежде всего, вопрос состоит в формировании соответствующей системы просвещения. Она даст импульс к формированию в обществе интеллектуальной базы модернизации, привнесет движение во множество связей и отношений, определяющих динамику социально-экономической системы.

### **Список литературы**

1. Фирстов Ю.П., Акулов Д.С. и Тимофеев И.С. Особенности формирования учебных курсов по инженерии в условиях инновационного развития // Физическое образование в вузах. №1. 2017. С. 146-158.
2. Glazev S.Y., 2017. Strategy for Russian growth in the context of the global economic crisis. www.glazev.ru, pp: 245.
3. Глазьев С.Ю., Харитонов В.В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике. М.: «Тривант». 2009. 256 с. (+48 цв. илл.).
4. Фирстов Ю.П., Акулов Д.С., Тимофеев И.С. «Экономизация» знаний в физическом образовании // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2016. 8 (4). С. 114-124. DOI:

## СВОЙСТВА ФОСФОГИПСА КАК ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

**Фоменко А.И.**

профессор, доктор технических наук, профессор,  
Вологодский государственный университет, Россия, г. Вологда

В работе рассматриваются вопросы применения фосфополугидрата сульфата кальция, образующегося как побочный продукт производства экстракционной ортофосфорной кислоты, для получения композиционного гипсового вяжущего повышенной водостойкости. Исследования композиций на основе фосфополугидрата сульфата кальция проведены с использованием в составе вяжущего портландцемента и измельченного песка в качестве гидравлически активной минеральной добавки. Методами рентгенофазового анализа показано отсутствие в затвердевшем камне фаз трехсульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция (этtringита). Показано, что формирование структуры композита повышенной водостойкости происходит за счет дополнительно образующихся низкоосновных гидросиликатов кальция.

*Ключевые слова:* техногенные материалы, фосфогипс, композиционное гипсовое вяжущее, гидросиликаты кальция, кинетика процесса.

Фосфогипс, образующийся при переработке апатитовых и фосфорных пород в производстве фосфорной кислоты, является одним из самых многотоннажных складированных в накопителе отходом химической промышленности. В [6] приведен анализ российского и зарубежного опыта утилизации фосфогипса. В целом ряде работ [2-4, 7, 9] отмечается эффективность использования фосфогипса в производстве гипсовых вяжущих и изделий на их основе. Однако объемы его образования и накопления на объектах размещения значительно превышают объемы использования. Поэтому проведение исследований по расширению областей использования фосфогипса остается актуальной задачей.

В настоящей работе объектом исследования являлся фосфополугидрат сульфата кальция (ФПГ)  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , образующийся как побочный продукт производства экстракционной ортофосфорной кислоты из апатитового концентрата в полугидратном режиме предприятия ОАО «ФосАгро-Череповец». Отбор проб ФПГ был проведен с карусельных вакуум-фильтров с трехкратной промывкой осадка от фосфорной кислоты. Отобранные пробы ФПГ перед проведением испытаний подверглись сушке в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5$  °С до воздушно-сухого состояния и последующему квартованию с получением средней пробы методом усреднения. Исследование состава отобранных проб ФПГ после соответствующей подготовки проведено с использованием современных физико-химических методов анализа. По физико-химическим показателям ФПГ соответствовал требованиям и нормам технических условий к данному виду продукта марки Б для производства строительных материалов. Основным веществом в исследованных пробах ФПГ является  $\beta$  – форма полуводного сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , что было подтверждено методом порошковой рентгенографии на установке ДРОН-3М. Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по

стобальной шкале. Исследования химического состава показали отсутствие в анализируемых пробах примесей тяжелых металлов и мышьяка.

Цель данной работы заключалась в изучении свойств ФПГ как гипсового вяжущего для производства сухих строительных смесей, определении их компонентного состава и выборе на основании полученных результатов наиболее эффективного и практически оптимального состава.

Исследованию подвергался состав композиционного вяжущего, включающего ФПГ в качестве основного компонента, портландцемент ПЦ 400-Д20 и измельченный песок, состоящий в основном из аморфного кремнезема. Введение в состав вяжущего портландцемента и измельченного песка в качестве гидравлически активной минеральной добавки является традиционным способом повышения водостойкости вяжущих на основе гипса (получение гипсоцементно-пуццоланового вяжущего – ГЦПВ) [1, 5, 8].

В эксперименте состав композиционного вяжущего исследован в диапазоне основных компонентов *гипсовое вяжущее (Г):цемент (Ц):песок (П)*, мас.‰: Г:Ц:П = (50-70):(20-30):(10-20). В качестве химических добавок использовали пластификатор на основе лигносульфоната технического (ЛСТ) (ТУ 2455-0316-46289715-2000) и лимонную кислоту (ТУ 9199-039-17910261-11). Лимонную кислоту добавляли в качестве замедлителя схватывания гипсового вяжущего. Химические добавки вводили с водой затворения в расчете на сухое вещество по массе вяжущего, мас.‰: 0,03 лимонной кислоты и 0,25 ЛСТ.

Исследования физико-механических характеристик композиционного вяжущего проводили на стандартных образцах-балочках размерами 40x40x160 мм, изготовленных из теста нормальной густоты пластическим способом путем кратковременной виброобработки.

Кинетику твердения растворов на основе сухой смеси изучали по изменению прочности. Кинетику нарастания прочности и предел прочности образцов при сжатии и изгибе и водостойкость камня проводили на образцах, твердевших в нормальных воздушно-сухих условиях и во влажных условиях. Корректность результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных значений результатов параллельных испытаний. Относительная погрешность измерения определяемых показателей не превышала 5 %.

Проведенные исследования подтверждают, что ФПГ можно использовать для производства сухих строительных смесей. С увеличением продолжительности твердения прочность образцов всех составов возрастает. Вид этих зависимостей подтверждает предположение о гидравлической активности компонентов композиционного вяжущего.

В таблице приведены результаты испытаний образцов, изготовленных с использованием смесей оптимального компонентного состава, мас.‰: Г:Ц:П = 57:29:14.

Водостойкость образцов определяли по коэффициенту размягчения и коэффициенту гидравлическости. Коэффициент размягчения  $K_{разм}$ , отн. ед., является основным показателем свойств композиционных вяжущих и показывает величину потери прочности гипсовых изделий при увлажнении. Он определяется как отношение предела прочности при сжатии водонасыщенных образцов к пределу прочности при сжатии образцов твердевших в нормальных воздушно-сухих условиях. Для исследованных составов в условиях эксперимента значение величины этого показателя определялось в диапазоне от 0,84 до 0,96, что соответствует показателю

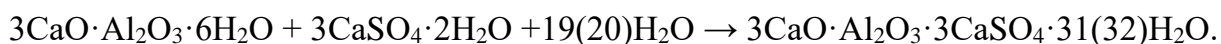
высокой водостойкости. Для более полной характеристики композиционных вяжущих используют коэффициент гидравличности  $K_{гидр}$ , отн. ед., определяемый как отношение прочности образцов, хранящихся в воде к прочности образцов, хранящихся в сухом состоянии. Значение величины этого показателя также показывает высокую водостойкость образцов.

Таблица

**Результаты испытаний образцов растворов сухих строительных смесей на основе фосфополугидрата сульфата кальция (ФПГ)**

Наименование определяемого показателя	Значение величины показателя образцов в возрасте		
	2 ч	7 сут	28 сут
Сроки схватывания, ч-мин,			
начало	0-20		
конец	1-25		
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	1,850	1,755	1,737
Влажность, мас. %	-	13,0	13,53
Водопоглощение, мас. %	-	13,31	12,97
Предел прочности при изгибе, МПа, образцов твердевших			
в воздушно-сухих условиях	2,74	5,59	9,24
во влажных условиях	-	3,99	5,09
Предел прочности при сжатии, МПа, образцов твердевших			
в воздушно-сухих условиях	8,12	27,86	32,14
во влажных условиях	-	19,38	26,36
Коэффициент размягчения $K_{разм}$ , отн. ед	-	-	0,96
Коэффициент гидравличности $K_{гидр}$ , отн. ед	-	-	0,82

Теоретические предпосылки получения сухих строительных смесей на основе ФПГ подтверждены исследованиями фазового состава материала. Методом рентгенофазового анализа образцов в возрасте 90 сут, твердевших как в воздушно-сухих условиях, так и во влажных условиях, идентифицированы низкоосновные гидросиликаты кальция переменного состава типа  $(0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot (1-2,5)H_2O$ . Рентгенофазовый анализ показал отсутствие в затвердевшем камне фаз трехсульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция (этtringита), образование которого возможно при взаимодействии высокоосновных гидроалюминатов кальция, образующихся при гидратации портландцемента, и сульфата кальция по реакции



Следовательно, можно сделать вывод о том, что гидроксид кальция, образующийся в процессе гидратации клинкерных минералов, в начальные сроки твердения расходуется на нейтрализацию содержащихся в составе ФПГ примесей серной и ортофосфорной кислот, которые являются замедлителями процессов гидратации полугидрата, схватывания и твердения камня.

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что сухие строительные смеси по разработанной рецептуре с общим содержанием техногенного гипсового сырья от 50 до 70 мас. % отвечают нормативным требованиям к данному виду продукта.

*Результаты исследования получены в рамках выполнения государственного задания (Задание № 11.9503.2017/8.9).*

#### **Список литературы**

1. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 112 с.
2. Винниченко В.И., Костюк Т.А., Мокренко Н.Н., Иващенко Т.Г. Строительные материалы на основе фосфогипса // Сухие строительные смеси. – 2014. – № 3. – С. 18-19.
3. Гриневич А.В., Кисилев А.А., Кузнецов Е.М., Бурьянов А.Ф. Гипсовое вяжущее из  $\alpha$ -CaSO<sub>4</sub>·0,5H<sub>2</sub>O – отхода производства экстракционной фосфорной кислоты // Строительные материалы. – 2014. – № 7. – С. 4-8.
4. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
5. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 96 с.
6. Коробанова Т.Н. Российский и зарубежный опыт утилизации фосфогипса // Наука вчера, сегодня, завтра. – 2016. – № 11 (33). – С. 63-71.
7. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. Промышленная переработка фосфогипса. – СПб.: Издательство «Стройиздат СПб», 2007. – 104 с.
8. Сухие строительные смеси: Справочник. – М.: Стройинформ, 2007. – 828 с.
9. Федоров С.В., Мещеряков Ю.Г. Производство гранул и строительных изделий из фосфополугидрата // Строительные материалы. – 2012. – № 7. – С. 32-33.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА**

*Халайджки А.К.*

аспирант кафедры ИУБ «Компьютерные системы и сети»,  
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

Обоснована актуальность задачи оценки функционального состояния человека-оператора. Проведён анализ недостатков существующих систем дистанционного мониторинга и технических устройств регистрации биосигналов. Перечислены основные подходы и методы, которые используются сегодня для решения задачи оценки функционального состояния по биосигналам. Выявлено наиболее перспективное направление совместного анализа биосигналов и реконструкции моделей для возможности прогнозирования изменения состояния человека-оператора заранее.

*Ключевые слова:* человек-оператор, функциональное состояние, биосигнал, дистанционный мониторинг, устройства регистрации, совместный анализ сигналов.

Под человеком-оператором можно понимать пилотов, машинистов поездов дальнего следования, дальнобойщиков, авиадиспетчеров, рабочих за опасными станками, шахтёров и т.п. Их деятельность связана с повышенным риском, поэтому любое нарушение их состояния может привести к катастрофическим ситуациям, в том числе и к человеческим жертвам. Поэтому задача оценки функционального состояния в процессе выполнения ими профессиональных обязанностей является актуальной.

С этой целью создаются системы дистанционного мониторинга состояния человека-оператора по регистрируемым биосигналам. На пути к реализации подобных систем мониторинга сегодня существует достаточно большое количество проблем:

- ручной анализ данных;
- низкая скорость обработки данных;
- неэффективная передача и хранение биосигналов.

Сегодня на рынке представлен довольно большой спектр технических так называемых «умных» устройств (рис. 1), которые измеряют такие показатели как пульс, давление, электрическое сопротивление кожи и т.п. и могут своевременно уведомлять человека при обнаружении некоторых аномалий – например, при повышенном давлении или учащённом пульсе. Тем не менее большинство из них на этом ограничивается, не пересылая измеряемые данные в единый центр мониторинга для дальнейшего анализа специалистами.



Рис. 1. Некоторые существующие «умные» устройства на рынке

Из существующих продуктов, интегрированных с системами дистанционного сбора и анализа данных, можно выделить [1, 6]. Основным недостатком таких систем можно выделить использование статистически усреднённых значений для оценки вторичных и недостаточно достоверных показателей для оценки состояния человека-оператора и диагностики отклонений. Проводя более подробный анализ проблемы, можно разбить её на несколько более специфичных:

- использование статистически усреднённых показателей для определения отклонений;
- отсутствие автоматизации процесса централизованного сбора и анализа в режиме реального времени;
- отсутствие интеллектуализации процесса анализа получаемых данных о биосигналах;
- неэффективное хранение данных;
- отсутствие возможности отслеживания динамики состояния человека во времени;
- отсутствие или неприемлемое время реакции в опасных видах деятельности человека;
- невозможность прогнозирования ухудшения состояния заранее.

Проведённый анализ показывает, что у существующих решений существует довольно большое количество проблем, что обуславливает, в свою очередь, актуальность проведения новых научных исследований в этой области.

Обзор научных работ в этой области приводит к выводу о том, что наибольший интерес сегодня представляет более основательный анализ биосигналов на основе обработки данных современных методов исследования, таких как ЭКГ, ЭЭГ и пр. Одним из родоначальников данного направления можно выделить Р.М. Баевского, который предположил, что переход от нормы к патологии проходит через



несколько функциональных состояний, которым предшествуют определённые изменения в кардиосистеме человека [5, с. 81].

Сегодня для анализа биосигналов активно используется довольно большое количество методов. Прежде всего необходимо осуществлять первичную обработку сигналов, отделяя его от шумов, погрешностей измерения (например, вызванных дыханием человека или его передвижениями), удаляя тренды и аномальные выбросы. Несмотря на то, что принципиально новых методов появляется довольно мало, существует ряд опубликованных работ, посвящённых сравнению эффективности различных методов обработки биосигналов [7, 9]. После первичной обработки в дело вступают более сложные методы, основанные на специфике используемых при анализе биосигналов.

В связи с тем, что биосигналы уникальны для каждого человека, то одни абсолютные значения, взятые в определённых точках, дают довольно субъективную информацию о состоянии человека. Более объективен анализ нескольких одновременно регистрируемых биосигналов, поскольку при их совместном анализе можно проследить скрытые параметры и общие закономерности функционирования организма как единой системы (рис. 2).

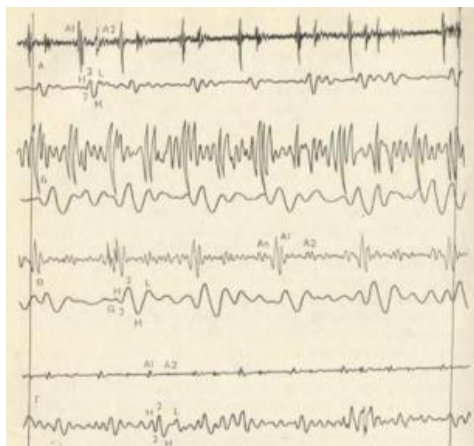


Рис. 2. Образцы синхронно зарегистрированных записей БКГ и СКГ

Особый интерес представляет патент [8], который описывает общую методологию анализа сигналов из нескольких подсистем на основе анализе вторичных показателей в виде массивов данных, приведённых под общий базис, а также их дальнейшего взаимного корреляционного и спектрального анализа. Однако в патенте акцент сделан на совместном анализе сигналов из разных подсистем, а так как сами подсистемы довольно сложны, то сразу возникает ряд проблем с выбором наиболее репрезентативных сигналов каждой из подсистем, метода их исследования, а также с адекватностью получаемых при анализе результатов и их отображении применительно к самой подсистеме.

С этой позиции более перспективен совместный анализ сигналов, отражающих одну подсистему [2, с. 19; 3, 4]. Каждый сигнал повышает количество уравнений и представляет реализацию некоторой неизвестной переменной состояния, при помощи которых можно реконструировать связи между подсистемами уже на уровне модели. Таким образом, этот подход позволяет вплотную подойти к реконструкции связей между разными сигналами в виде уравнений, что в итоге позволяет по биосигналам восстановить некоторую модель исследуемой подсистемы, точность которой прежде всего зависит от количества сигналов, выбранных характеристик для совместного анализа, а также от ряда других факторов. Наличие такой

модели позволит прогнозировать изменение функционального состояния заранее, что является наиболее перспективным направлением дальнейших исследований.

#### Список литературы

1. Аппаратно-программный комплекс «БИОТЕСТ М» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.biomedis.ru/biotest\\_m.php](http://www.biomedis.ru/biotest_m.php) (дата обращения: 28.02.2018)
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Луцицкая Е.С., Слепченкова И.Н., Черникова А.Г. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. М.: Фирма «Слово», 2009. – 100 с.
3. Информационно-измерительный комплекс совместной регистрации и обработки биосигналов / Т.И. Булдакова, А.В. Коблов, С.И. Суятинов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. №6. С. 41-46.
4. Концептуальная модель виртуального центра охраны здоровья / В.С. Анищенко, Т.И. Булдакова, П.Я. Довгалевский и др. // Информационные технологии. 2009. № 12. С. 59-64.
5. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Р.М. Баевский. М., «Медицина», 1979. 298 с., ил.
6. Территориальная автоматическая система дистанционного мониторинга физического состояния человека / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://биовек.рф/content1.html> (дата обращения: 28.02.2018).
7. Gustavo Lenis et al. Comparison of Baseline Wander Removal Techniques considering the Preservation of ST Changes in the Ischemic ECG: A Simulation Study // Comput Math Methods Med. 2017 Mar 8.
8. Method of and apparatus for quantitative evaluation of current changes in a functional state of human organism // US5771897A / Alexandr Zufirin
9. Yurong Luo et al. Hierarchical Method for Removal of Baseline Drift from Biomedical Signals: Application in ECG Analysis // The Scientific World Journal Volume 2013 (2013), Article ID 896056, 10 pages.

## КВАЛИФИКАЦИЯ ВОДИТЕЛЕЙ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Цзянг Шуай*

магистрант кафедры организации перевозок и дорожного движения,  
Академия строительства и архитектуры, Донской государственной технической  
университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

*Шаталова Е.Е.*

доцент кафедры организации перевозок и дорожного движения, к.т.н., доцент,  
Академия строительства и архитектуры, Донской государственной технической  
университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье описывается проблема повышения безопасности автомобильных перевозок. На примере повышения квалификации водителей показывается эффективность работы автотранспортных предприятий.

*Ключевые слова:* психофизиологический фактор, психофизиологический фактор, эффективное вождение.

На сегодняшний день из более 300 тысяч хозяйствующих субъектов, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов, 35 тысяч имеют лицензии на перевозки пассажиров автобусами, 9 тысяч – удостоверения допуска к осуществлению международных автоперевозок, 23 тысячи – осуществляют заказные перевозки

пассажира по уведомлениям. Таким образом, регулирующую транспортную деятельность осуществляют всего 67 тысяч перевозчиков, что составляет около 22 % от общего числа хозяйствующих субъектов. Доля автобусов и грузовых автомобилей, принадлежащих физическим лицам, составляет почти 47 %. Соответственно, около половины автобусов и грузовых автомобилей не попадает под нормы законодательства, предъявляемые к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям. Во многих предприятиях сокращены службы и инженерно-технические работники по безопасности дорожного движения, не выполняются предрейсовые и послерейсовые медицинские осмотры, не ведется работа по повышению профессиональной подготовки водителей и технического персонала, не проводится работа по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, не проводится проверка технического состояния подвижного состава юридических лиц при выпуске их на линию [1].

Как результат – из 11 091 ДТП по причине нарушения Правил дорожного движения водителями грузовых автомобилей, произошедших в 2015 г., 7759 совершены по вине водителей грузовых транспортных средств, находящихся в собственности физических лиц.

Как следствие, разрушен уровень обеспечения условий технического обслуживания и безопасности движения, а определяющим критерием стало получение прибыли, обычно с нарушением законодательства и требований безопасности движения. Большой проблемой является психофизиологический фактор (рисунок).

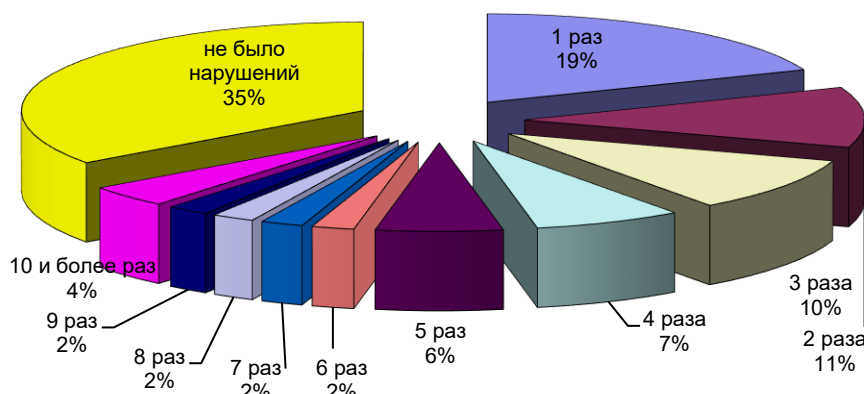


Рис. Показатели транспортной дисциплины начинающих водителей до совершения ДТП

Водителей любого транспортного предприятия можно разделить на три категории. Первая категория – вдумчивые люди с хорошими навыками, успешно их реализующие в повседневной работе 15-25%. Для них обучение сводится к дополнительной коррекции, выявлению и устранению ошибок в управлении автомобилем. Самая большая категория – водители средней квалификации. Они нуждаются в обучении, возможно, даже повторном, но по итогам можно добиться, что и они по результатам дальнейшей работы присоединятся к первой категории. Третья категория: так называемые «необучаемые» – 10-15%. Здесь встречаются случаи прямого отторжения рекомендаций инструкторов из серии «Я так привык, мне так удобнее». Обучение – не одноразовая акция, его максимальная эффективность возможна только при контроле полученных навыков в последующей работе, а это уже задача специалистов транспортного предприятия [2].

Поэтому для водителей необходимы курсы (программы) по повышению профессиональных навыков куда должны входить: безопасное вождение, эффек-

тивное вождение, первая помощь на дороге, безопасность перевозки грузов, транспортные перевозки и законодательство.

По статистике, 60% ДТП происходит по вине водителей, 30% – неудовлетворительные дорожные условия, 10% – технические неисправности.

Ошибочно считать, что системы ABS, EBS, ESP, TSP являются гарантией на все случаи жизни. Ни одна из существующих систем безопасности не может изменить законов физики и имеет легко достижимый предел возможностей. Акцент должен делаться как правильно избегать опасных дорожных ситуаций. Для транспортного предприятия плюсом станет уменьшение поломок и простоев техники в ремонте, снижение последствий ДТП и сокращение страховых случаев с исками.

Важной и напрямую влияющей на безопасность движения является тема утомляемости, особенно в дальних рейсах. Она может привести к засыпанию за рулем. Можно указать следующую печальную статистику. В США 4 % всех ДТП со смертельным исходом случаются из-за того, что водители засыпают за рулем. Во Франции 20,6 % со смертельным исходом и 14,9 % с ранениями ДТП происходят по той же причине. В Японии вследствие этой же причины происходят 61,3 % столкновений, 33,1 % наездов на препятствие, 5,8 % наездов на пешеходов. В России цифра ДТП, случившихся по причине сильного переутомления водителей, колеблется от 1,7 до 2,4% [3].

Произведённые Mercedes-Benz исследования показали, что лишь четыре часа управления автомобилем увеличивают риск аварии практически вдвое, а после шести часов непрерывного нахождения за рулем, эта цифра возрастает сразу в восемь раз. После десяти лет испытаний и работы с шестью сотнями добровольцев компания создала совершенно новую систему безопасности. Выяснилось, что самым действенным способом защиты от сна водителя, стал метод контроля движения рулевой колонки. Существуют также и другие системы помощи водителю, которые позволяют снизить риск ДТП. ACC – адаптивный круизконтроль, DAS – система предупреждения водителя, LKS – система поддержания полосы движения, LSC – система смены полосы движения. К сожалению, в России такие системы пока экзотика, но при их наличии в спецификации грузовика подобное обучение, без сомнения, будет весьма полезно. Покупатель оплатил эти опции, а водители не используют, потому что не умеют. По аналогии с ретардером: некоторым он не нравится (просто не привыкли), а некоторые давно используют рабочие тормоза только для полной остановки и в экстренных случаях.

Эффективное вождение, его целью является отработка навыков правильной эксплуатации техники. Можно добиться сокращения расходов на топливо и на ремонт от 5 до 20%, пробег резины может увеличиться на 15-20%.

Большое значение имеет неоднократность обучений. Так, на первом по группе вполне достижима цифра до 15% экономии топлива. Повторное, примерно через три месяца, позволяет улучшить результат в среднем еще на 5% и закрепить полученные навыки. После этого, примерно через год, требуется только теория – фактически «работа над ошибками». В итоге полученные навыки позволяют добиться даже менее напряженного режима движения (и снизить утомляемость водителей в рейсе), разумеется, оно становится более экономичным и безопасным. Результат для транспортного предприятия – снижение эксплуатационных расходов, сокращение простоев и увеличение производительности действующего парка.

Канада, Австрия и Новая Зеландия лидируют в списке стран с уровнем аварийности, демонстрируя самые низкие показатели. У них положительно зареко-

мендовала себя система ступенчатых водительских прав, категория в которых определяется с учётом стажа и возраста владельца. Для неопытных водителей введены некоторые ограничения на управление автомобилем. Например, действует запрет на вождение в тёмное время суток. Новичку нельзя садиться за руль в сложных погодных условиях. Двигаться можно только по дорогам второстепенного значения, избегая осуществлять выезд на скоростные автомагистрали [4].

В Канаде для водителей старше 60 лет организовываются специальные курсы переподготовки. Им рассказывают о возрастных изменениях, которые могут привести к аварии и о способах их преодоления. Сейчас много говорят о необходимости создания системы дополнительного обучения водителей в России. В условиях высокоскоростных технологических изменений, знания водителя автотранспортного средства быстро устаревают. Курсы нужны, чтобы человек, сидящий за рулём автомобиля, стал обладателем актуальным для современных условий багажом навыков и умений. Кроме того, важно научиться правильно оценивать собственные способности к управлению в зависимости от своего возраста и водительского стажа.

#### **Список литературы**

1. Зольников И. В. Профилактическая работа в воинской части по организации безопасности дорожного движения / И. В. Зольников, Д. А. Евдокимов, В. А. Кудряшов // Образование и наука в современных условиях – 2016 – № 1 (6). – С. 258-262.
2. Самойлов А. Обучение водителей: системный подход «Коммерческий транспорт» №4 (136). 2017. – С. 62-67.
3. [http://velib.com/read\\_book/litagent\\_nauchnaja\\_knigalukovkina\\_aurika/sovety\\_avtoljubitelju/razdel\\_1\\_ehkspluatacija\\_avtomobilja\\_vse\\_obo\\_vsem\\_i\\_kratko/glava\\_2\\_fizicheskoe\\_sostojanie\\_voditelja/utomlenie\\_i\\_ustalost/](http://velib.com/read_book/litagent_nauchnaja_knigalukovkina_aurika/sovety_avtoljubitelju/razdel_1_ehkspluatacija_avtomobilja_vse_obo_vsem_i_kratko/glava_2_fizicheskoe_sostojanie_voditelja/utomlenie_i_ustalost/)
4. <http://perevozka24.ru/pages/kak-voditelskiy-opyt-vliyaet-na-bezopasnoe-upravlenie-avtomobilem>

Подписано в печать 09.03.2018. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 13,02. Тираж 500 экз. Заказ № 86  
ООО «ЭПИЦЕНТР»  
308010, г. Белгород, пр-т Б. Хмельницкого, 135, офис 1  
ООО «АПНИ», 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а