

Международная Объединенная Академия Наук

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

Рецензируемый научный журнал

Февраль 2021 г.

НОМЕР 70

ЧАСТЬ 2



Самара 2021

УДК 001.1  
ББК 60

T34

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования».** Февраль 2021 г. № 70, Часть 2 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2021. – 168 с.

**DOI 10.18411/lj-02-2021-p2**

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: [ljournal.ru](http://ljournal.ru)

УДК 001.1  
ББК 60

<http://ljournal.ru>

## Содержание

<b>РАЗДЕЛ V. ХИМИЯ</b> .....	6
<b>Валентик М., Степаняц В., Соколова Ю.Д.</b> Исследование экстракции пигментов из свёклы столовой различных сортов в зависимости от температуры сушки корнеплодов б .....	
<b>Ерзаева А.С.</b> Разработка технологической карты урока по теме «Получение металлов» .....	10
<b>Коннова Л.Н.</b> Особенности организации практических работ школьников по теме «Полимеры», на примере «Полиэтиленоксида» .....	13
<b>Моисеенко Н.В., Красникова Е.М.</b> Исследование возможности получения сорбционных материалов путем термического и химического модифицирования стеблей подсолнечника.....	15
<b>Мошнинова Т.М.</b> Организация научно-исследовательской работы школьников по теме «Поливинилацетат».....	19
<b>Сапарова А.С., Сафина Л.Г.</b> Разработка конспекта урока на тему «Элементы-металлы. Особенности строения их атомов. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева» .....	22
<b>Чернышова И.Е.</b> Разработка технологической карты урока по теме «Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы» .....	25
<b>Чернышова И.Е.</b> Разработка технологической карты внеурочного занятия по теме «Полимеризация акрилонитрила в воде».....	29
<b>РАЗДЕЛ VI. АРХИТЕКТУРА</b> .....	33
<b>Виноградова С.О.</b> Анализ организации комплексного благоустройства парка «Пехорка» в г.Балашиха .....	33
<b>Ершова Н.Р., Сунгурова Н.Р.</b> Благоустройство университетского кампуса как фактор создания имиджа учебного заведения.....	36
<b>Кукарина Е.Е.</b> Применения бентонитовых матов в качестве гидроизоляционных материалов в строительстве .....	39
<b>Мочалова Е.Ю.</b> Некоторые принципы построения набережных ландшафтов .....	43
<b>Тарасенко Д.О., Гулякин Д.В.</b> Компьютерное моделирование в строительстве.....	47
<b>РАЗДЕЛ VII. МАТЕМАТИКА</b> .....	50
<b>Богомолова Е.В.</b> Построение трёхмерного крыловского подпространства для решения линейных систем .....	50

<b>Залукаева О.В.</b> Опыт проведения дистанционной олимпиады по теории вероятностей в техническом вузе.....	53
<b>Зацепина Ю.А., Кирьянова Е.Е.</b> Методика применения эвристических подходов при решении математических задач.....	56
<b>Гамова Н.А., Безводицкий А.В., Каляда К.Д.</b> Математическое обоснование спутниковой геодезической съемки.....	60
<b>РАЗДЕЛ VIII. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>65</b>
<b>Дормидонтова Т.В., Мануйлов М.А.</b> Исследование методики расчета прогнозируемого износа покрытия.....	65
<b>Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Сахно Д.А.</b> Практика омагничивания в постоянном магнитном поле термически обработанных быстрорежущих сталей.....	68
<b>Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Карavaев В.П.</b> Распад остаточного аустенита в стали У12 при обработке в магнитном поле.....	71
<b>РАЗДЕЛ IX. МАШИНОСТРОЕНИЕ.....</b>	<b>74</b>
<b>Башаров А.А., Жданов С.В., Плахих В.В., Федоров Р.Ю.</b> Перспективы развития тормозных систем современных военных автомобилей.....	74
<b>Прохоров А.П., Баранова А.А.</b> Перспективы развития процессов химико-термического упрочнения легированных сталей (обзорная информация).....	78
<b>Тимофеева И.Г., Плишкина О.В.</b> Шум – сопутствующий фактор воздействия на рабочих виброопасных профессий.....	86
<b>РАЗДЕЛ X. БИОТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>89</b>
<b>Очирова Л.А., Будаева А.Б.</b> Органолептические исследования и определение массовой доли влаги в копченой рыбе.....	89
<b>РАЗДЕЛ XI. ЭНЕРГЕТИКА.....</b>	<b>93</b>
<b>Соболь А.Н., Андреева А.А.</b> Области применения и возможность использования асинхронных генераторов в автономных ветроэнергетических установках.....	93
<b>РАЗДЕЛ XII. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....</b>	<b>97</b>
<b>Бурков А.Ф., Миханович В.В., Нгуен В.Х.</b> Электрохимические источники энергии для судовых комбинированных гребных электрических установок.....	97
<b>Иванов С.И., Шилин В.А., Овсепян П.С.</b> Техническое решение для обеспечения оптимальной влажности воздуха в животноводческом помещении.....	100

<b>РАЗДЕЛ XIII. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО .....</b>	<b>104</b>
<b>Казыдуб Н.Г., Чернов Р.В., Белозерова С.И.</b> Возможности интродукции культуры чиа (шалфей испанский) в южной лесостепи Западной Сибири .....	104
<b>РАЗДЕЛ XIV. ПРОМЫШЛЕННАЯ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....</b>	<b>109</b>
<b>Алешков А.А., Цветков Г.А.</b> Современные проблемы обеспечения физической безопасности магистральных трубопроводов .....	109
<b>РАЗДЕЛ XV. НАУКИ О ЗЕМЛЕ .....</b>	<b>119</b>
<b>Камов Л.П., Иванова Н.А.</b> Отечественная практика установления и реализации сервитутов .....	119
<b>Клепиков О.В., Куролап С.А.</b> Оценка уровня воздействия техногенных факторов при добыче и производстве гранитного щебня .....	122
<b>Нефедова М.В., Куленко А.С.</b> Анализ антропогенной преобразованности ландшафтов Андроповского района Ставропольского края.....	125
<b>Старожилов В.Т.</b> Исследования аazonальных поясов ландшафтной сферы на Дальнем Востоке, в России .....	130
<b>Старожилов В.Т.</b> Континентальное обрамление и окраинные моря Тихого океана как планетарная ландшафтная геосистема в освоении мирового океана.....	138
<b>Ханбабаева О.Е., Сорокопудов В.Н., Мацнева А.Е.</b> Ассортимент декоративных культур для вертикального озеленения .....	144
<b>РАЗДЕЛ XVI. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ .....</b>	<b>148</b>
<b>Крылова Р.В., Климина Е.В., Захарова И.И.</b> Применение каррагинанов в современной кулинарии .....	148
<b>Кравченко Н.В., Вакуленко Н.А.</b> Анализ пищевой и биологической ценности хлеба .....	151
<b>РАЗДЕЛ XVII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА .....</b>	<b>155</b>
<b>Буянкин В.М.</b> Разработка электропривода для управления сложным объектом.....	155

## РАЗДЕЛ V. ХИМИЯ

Валентик М., Степанянц В., Соколова Ю.Д.

Исследование экстракции пигментов из свёклы столовой различных сортов в зависимости от температуры сушки корнеплодов

ИАТЭ НИЯУ МИФИ

(Россия, Обнинск)

doi: 10.18411/lj-02-2021-38

idsp: ljjournal-02-2021-38

### Аннотация

В работе исследовалась экстракция пигментов из сухих слайсов свёклы столовой шести различных сортов, высушенных при разных температурах. Было обнаружено, что при температуре сушки 40°C, из двух имеющихся пигментов, более полно экстрагируется бетанин. Второй пигмент, бетаксантин, при этой температуре у большинства образцов экстрагируется незначительно. При температуре сушки 70°C, бетаксантин активно извлекается, и в некоторых случаях концентрация бетаксантина превышает концентрацию бетанина.

**Ключевые слова:** натуральный краситель, свекольный красный, бетанин, бетаксантин, температура сушки, пигмент, экстракция.

### Abstract

The work investigated pigment extraction from slices of *Beta vulgaris* of six different varieties dried at different temperatures. Out of the two existing pigments, betanin was found to be better extracted at a drying temperature of 40°C. Only a small quantity of the second pigment, betaxanthin, is extracted at this temperature in most samples. At a drying temperature of 70°C, betaxanthin is actively extracted. In some cases, concentration of betaxanthin exceeds that of betanin.

**Key words:** natural dye, Beetroot Red, betanin, betaxanthin, drying temperature, pigment, extraction.

### Введение

Применение современных технологий достаточно нередко сопровождается изменением цвета пищевых товаров. Часто продуктам питания требуется улучшение внешнего вида и цвета, которые являются определенными характеристиками качества. Для этих целей все чаще используют краситель, получаемый из свеклы столовой E-162.

Одним из недостатков красителя свекольного красного является его неустойчивость при действии температур [1]. Большинство технологий получения красителя связаны с процессами нагревания, это бланшировка, кипячение, сушка и т.п.

Целью данной работы являлось сравнение процессов экстрагирования пигментов бетанина и бетаксантина из тонких слайсов свеклы столовой, высушенных при разной температуре.

### Методы и приборы

Исследовались водные вытяжки из сухих слайсов, приготовленных из корнеплодов свеклы столовой, шести сортов: Бордо, Цилиндра, Червона Кула, Мулатка, Черная вдова и Сластена. Сухая форма образцов была выбрана для уменьшения попадания в раствор твердых остатков корнеплода. Для экстракции использовалась артезианская питьевая вода, прошедшая очистку и соответствующая ГОСТ 32220-2013, глубина скважины 73 м, рН 7. Для приготовления слайсов корнеплоды свеклы столовой нарезались пластинами, толщина среза корнеплода по его окружности 1 мм. Высушивание сырья производилось при температуре 40°C и

70°C. Во избежание процессов, влияющих на деградацию бетанина, экстракция производилась водой при комнатной температуре. Содержание бетанина и бетаксантина определяли спектрофотометрически на длинах волн  $\lambda_{\max} = 540$  и 480 нм, соответственно [2]. Концентрации пигментов в растворе определяли, используя значения коэффициентов экстинкции [3].

Для исследования использовали фотоколориметрический метод анализа, измерения проводили на СФ-56.

### Результаты и обсуждения

При исследовании спектров поглощения, снятых с водных вытяжек из сухих слайсов различных сортов свеклы столовой (рис.1 и 2), было обнаружено, что при сушке 40°C у некоторых сортов максимумы бетаксантина слабо выражены или вообще отсутствуют.

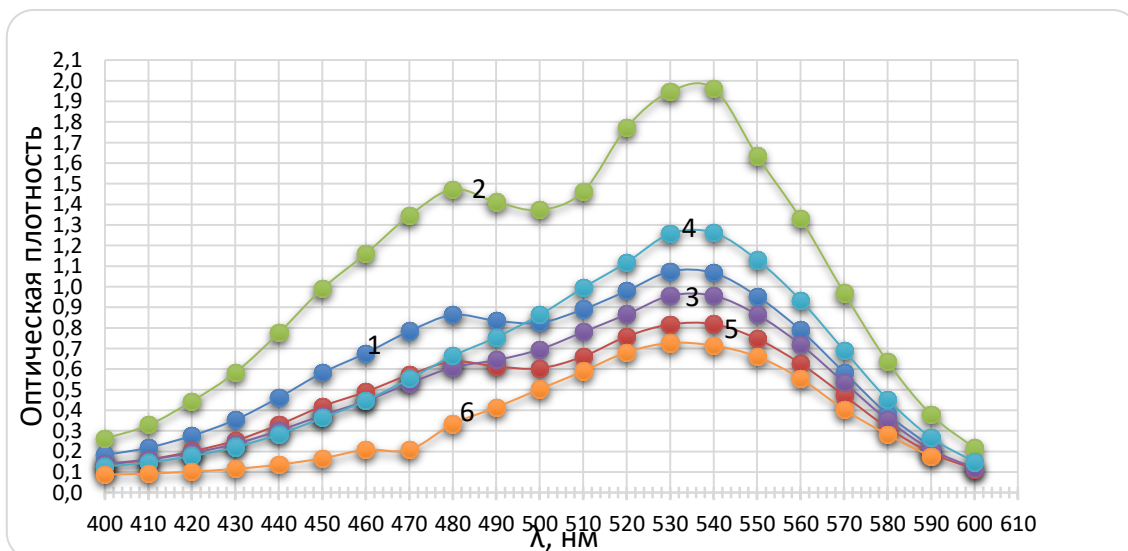


Рис. 1 Спектр поглощения водных вытяжек из свеклы столовой различных сортов, высушенной при 40°C. 1 – Бордо; 2 – Цилиндра; 3 – Черная Вдова; 4 – Червона Кула; 5 – Мулатка; 6 – Сластена.

Из рисунка 1 видно, что имеется два пика в области  $\lambda = 480$  нм и  $\lambda = 540$  нм, которые соответствуют бетаксантину и бетанину соответственно. В сортах Червона Кула, Сластена отсутствует пик поглощения бетаксантина, а в сортах Бордо и Мулатка эти пики слабо выражены, следовательно, концентрация бетаксантина невелика. Сравнивая рисунки 1 и 2, можно увидеть, что поглощение бетаксантина в образцах сорта Червона Кула, высушенных при 70°C, выше максимума поглощения бетанина.

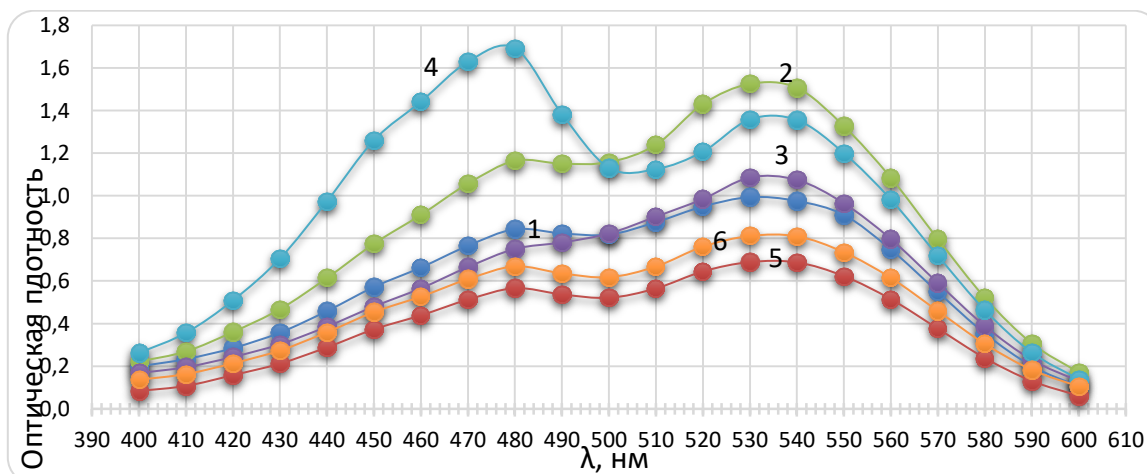


Рис. 2 Спектр поглощения водных вытяжек из свеклы столовой различных сортов, высушенной при 70°C. 1 – Бордо; 2 – Цилиндра; 3 – Черная Вдова; 4 – Червона Кула; 5 – Мулатка; 6 – Сластена.

У других сортов, высушенных при повышенной температуре, интенсивность поглощения бетаксантина выше, чем при 40°C. Это говорит о том, что для экстракции бетаксантина необходима обработка при более высокой температуре. Интенсивность поглощения бетанина для образцов, высушенных при более высокой температуре, практически не изменилась.

При расчете концентраций, представленных в таблице 1, получилось, что более высокая температура сушки более благоприятна для извлечения бетаксантина.

Таблица 1

Сравнение концентраций бетанина и бетаксантина при температурах сушки 40°C и 70°C.

Название сорта	$C_{\text{т(Бетаксантина)}}$ при 40°C /70°C; Моль/л · 10 <sup>5</sup>	$C_{\text{т(Бетанина)}}$ при 40°C /70°C; Моль/л · 10 <sup>5</sup>
Бордо (ранняя)	1,2/1,3	1,6/1,9
Цилиндра (среднеспелая)	1,7/2,0	2,1/2,5
Черная Вдова (ранняя)	отсутствует/0,2	1,2/1,8
Червона Кула (ранняя)	отсутствует/3,1	1,4/1,3
Мулатка (среднеспелая)	0,8/0,8	0,9/0,9
Сластёна (среднеспелая)	отсутствует/0,9	0,6/0,2

На рисунках 3 и 4 представлены зависимости концентраций бетанина от времени извлечения для образцов, высушенных при 40°C и 70 °C.

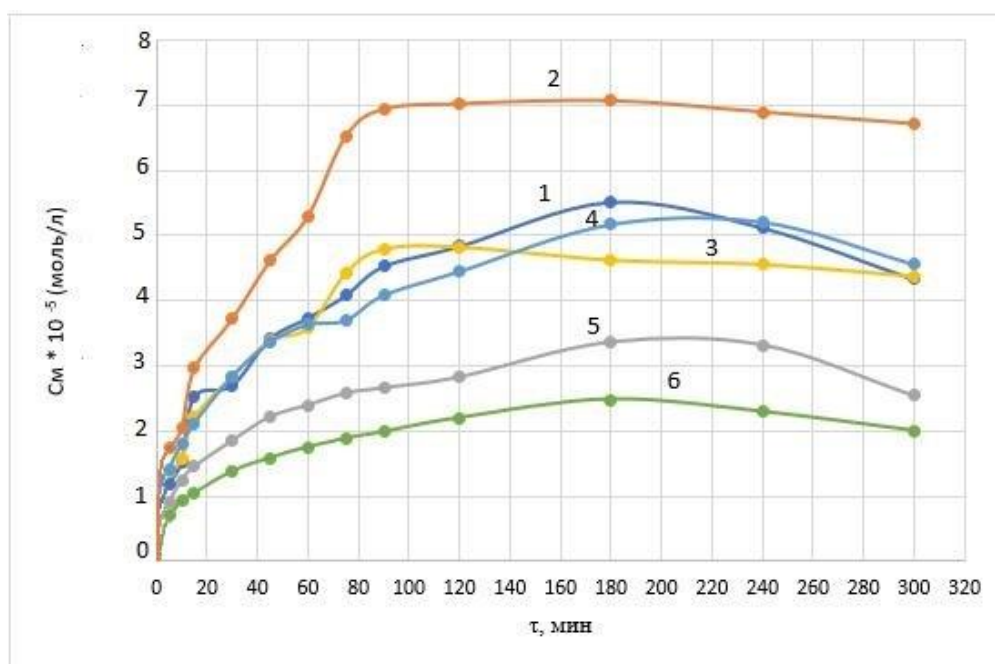


Рис. 3 – Кинетика извлечения красителя свеклового красного водой из сухих образцов корнеплодов свеклы, высушенной при 40°C. Сорта свеклы: 1 – Бордо; 2 – Цилиндра; 3 – Черная Вдова; 4 – Червона Кула; 5 – Мулатка; 6 – Сластена.

На рисунках 3 и 4 видно, что интенсивность окраски растворов зависит от сорта свеклы, но не зависит от времени сбора корнеплодов, т.е. от того скороспелая свекла или среднеспелая. Наибольшее содержание бетанина наблюдалось в растворах свеклы сорта Цилиндра - среднеспелый сорт, наименьшее в растворах корнеплодов сорта Сластена, который также является среднеспелым сортом.

Сравнение концентраций бетанина для образцов, высушенных при разных температурах, показало, что высушенные при более высокой температуре слайсы, достигают равновесия за более короткий срок, т.е. экстракция протекает с большей скоростью.

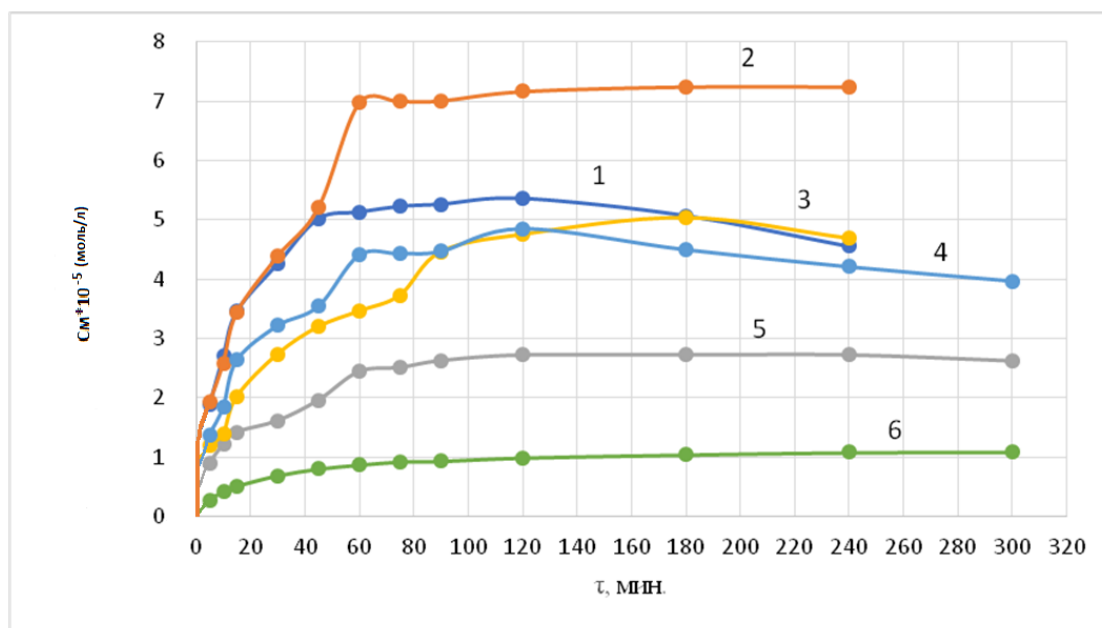


Рис. 4 – Кинетика извлечения красителя свеклового красного водой из чипсов свеклы, высушенной при 70°C. Сорта свеклы: 1 – Бордо; 2 – Цилиндра; 3 – Черная Вдова; 4 – Червона Кула; 5 – Мулатка; 6 – Сладстена.

Таблица 2

Сравнительные характеристики растворов при извлечении бетанина при температуре сушки 40°C/70 °C

№	Название сорта	Время извлечения, τ мин	$C_{m\max}$ ; Моль/л $10^5$	$C_{m\text{исх}}$ Моль/л $10^5$	$K=C_{m\max}/C_{\text{исх}}$	$\Delta C_m$ Моль/л $10^5$
1.	Бордо	180/75	5,5/5,2	1,2/1,9	4,5/2,7	4,3/3,3
2.	Цилиндра	90/60	7,1/7,2	2,1/2,5	3,4/2,8	5/4,7
3.	Черная вдова	90/145	5,0/4,8	1,2/1,8	4,2/2,7	3,8/3
4.	Червона Кула	180/60	5,1/4,9	1,4/1,3	3,6/3,8	3,7/3,6
5.	Мулатка	180/110	3,3/2,8	0,9/0,9	3,7/3,1	2,4/1,9
6.	Сладстена	180/75	2,5/1,0	0,6/0,2	4,2/5	1,9/0,8

Анализ полученных данных показал (табл.2), что концентрация бетанина в водном растворе увеличилась в 3.4÷4.5 раза для образцов, высушенных при температуре 40°C, и в 2.7÷3.8 раза для образцов, высушенных при 70°C. Образцы сорта Сладстена, хотя и показали большой прирост концентрации пигмента, но в целом имели очень низкие значения концентрации при длительном экстрагировании, соответственно, этот сорт не подходит для получения красителя.

Проведенные исследования показали, что для получения красителя свеклового красного и для получения красителя с большей концентрацией бетанина и меньшим содержанием бетаксантина, необходима сушка при 40 °C. Повышение температуры сушки приведет к увеличению концентрации в растворе бетаксантина и, соответственно, к появлению рыжих оттенков. При получении красителя свеклового красного из корнеплодов различных сортов необходимо делать спектральный анализ, который даст предварительную информацию о содержании обоих пигментов и сделает

возможным спрогнозировать температуру обработки. Получение красителя из подсушенных образцов позволит уменьшить содержание сорных включений.

\*\*\*

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов: пер. с англ. - М.: Мир, -1986. 422 с.
2. Betalains in the era of global agri-food science, technology and nutritional health / D.A. Moreno [et al.]// J. Phytochem. - 2008. - P. 261-280.
3. Сасенко И.И., Тарасенко О.В., Дайнеко В.И., Дайнеко Л.А. Бетацианины корнеплодов свеклы столовой// Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия естественные науки. № 3(122).-2012. С.194-200.

**Ерзаева А.С.**

**Разработка технологической карты урока по теме «Получение металлов»**

*Самарский государственный социально-педагогический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-39*

*idsp: ljjournal-02-2021-39*

*Научный руководитель  
Сафина Л.Г.*

**Аннотация**

Разработана технологическая карта урока по теме «Получение металлов». Разработанный урок – практикум, способствует не только изучению данной темы, но и развитию заинтересованности учащихся в школьном предмете химия. Является одной из форм организации образовательного процесса и направлен на получение практических навыков на основе теории.

**Ключевые слова:** технологическая карта, урок, металл.

**Abstract**

A technological map of the lesson on the topic "Obtaining metals" has been developed. The developed practical lesson contributes not only to the study of this topic, but also to the development of students' interest in the school subject of chemistry. It is one of the forms of organization of the educational process and is aimed at obtaining practical skills based on theory.

**Keywords:** technological map, lesson, metal.

Важнейшая задача современной школы – органическое сочетание обучения, воспитания и развития. Химия как учебный предмет средней школы вносит существенный вклад в ее решение. Ведущее место в преподавании химии занимает школьный химический эксперимент. Это основной и специфический метод обучения, который непосредственно знакомит с химическими явлениями и одновременно развивает познавательную деятельность учащихся.

В школьном курсе химии, по программе предметной линии учебников О.С. Габрилян. 8-9 классы. – М: Просвещение, 2017; выделено время на изучение металлов, поэтому считаем, что целесообразно знакомить обучающихся с данным типом веществ во время урока. Нами была разработана технологическая карта урока по теме «Получение металлов». Разработанный урок – практикум, способствует не только изучению данной темы, но и развитию заинтересованности учащихся в школьном предмете химия.

Урок-практикум является одной из форм организации образовательного процесса и направлен на получение практических навыков на основе теории. У учеников улучшаются коммуникационные способности, так как дети работают в группах.

Цель занятия – познакомить учащихся с металлами.

В таблице 1 представим подробный ход занятия.

Таблица 1.

## Фрагмент технологической карты урока

Организация деятельности по достижению образовательных результатов					
Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Формируемые УУД			
		П	Р	К	Л
1	2	3	4	5	6
I. Вводная часть: организационный момент, актуализация и мотивация учебной деятельности, целеполагание (10 минут)					
<b>1. Организует учащихся, приветствует их, проверяет присутствующих (2 мин.):</b> настраивает обучающихся на учебную активность; зрительно проводит проверку готовности класса к уроку; приветствует обучающихся; подмечает отсутствующих	Готовятся к уроку. Воспринимают информацию, сообщаемую учителем. Приветствуют учителя. Сообщают отсутствующих	4	2	1	2
<b>3. Дает целевую установку (1-2 мин.):</b> дает ответить на вопрос: - Какая задача нашего урока? Редактирует, также озвучивает задачу урока  В природе ничего другого нет Ни здесь, ни там, в космических глубинах, Все: от песчинок малых до планет – Из элементов состоит единых Как формула, как график трудовой Строй менделеевской системы строгий. Вокруг тебя творится мир живой, Входи в него, вдыхай, руками трогай! Ты знаешь газ легчайший – водород, В соединении с кислородом – это Июньский дождь от всех своих щедрот, Сентябрьские туманы на рассветах. Кипит железо, серебро, сурьма И темно-бурые растворы брома, И кажется вселенная сама Одной лабораторией огромной.	Слушают и отвечают на вопросы учителя (Ф).	3	1	2	3
II. Основная часть: изучение нового материала, закрепление, первичный контроль и коррекция (25 минут)					
<b>1. Организует изучение нового материала (первичное усвоение новых знаний) (20 мин.):</b> Учитель приглашает учеников в маленькую химическую лабораторию: «Чудеса своими руками». Класс делится на 4 группы. А) Проведение лабораторной работы 1. №1. Лабораторная работа «Ознакомление с образцами природных соединений металлов» Цель _____ Ход работы. Проанализируйте выданные образцы естественных соединений металлов Заполните таблицу, используя справочные материалы и дополнительные источники Б) Вставьте пропущенные слова, используя текст учебника с.74-80 <i>Обогащение руды – это</i>  <i>Большинство металлов в природе встречается преимущественно</i>	Работа в группах. (Г).  Работа в группах. (Г).	6	2	3	1
		4	3	2	1

<p>в виде соединений. Эти природные соединения называются <u>м</u>_____.</p> <p>Получением металлов из руд занимается <u>м</u>_____.</p> <p>Природные минеральные соединения, из которых технологически возможно и экономически целесообразно добывать металлы, называют <u>р</u>_____.</p> <p>В состав руды, кроме полезных минералов, входит еще _____.</p> <p><b>3. Закрепление(5 мин.):</b> «Крестики-нолики» Найдите выигрышный путь, состоящий из названий наиболее часто используемых в пирометаллургии восстановителей</p>					
<p>III. Заключительная часть: подведение итогов, рефлексия, домашнее задание (10 минут)</p>					
<p><b>1. Подведение итогов урока (5 мин.):</b> Отметить наиболее активных обучающихся, выставление оценок по работе на занятие.</p> <p><b>2. Осуществление рефлексии (5 мин.):</b> Вспомните, какую цель мы поставили перед собой в начале урока. Сделайте вывод, выполнена ли она. Давайте посмотрим, выполнили ли мы задачи, которые поставили перед собой в начале урока. Для этого закончите три фразы: Узнал сегодня нового ..... Теперь я могу..... Меня заинтересовало .....</p> <p><b>3. Домашнее задание:</b> § 12</p>	<p>Отвечают на вопросы учителя (Г). Записывают домашнее задание в дневник.</p>	5	3	3	2

Разработанная нами технологическая карта может быть использована на уроках химии.

Только лишь введение обучающихся в интенсивную экспериментальную познавательную работа дает им вероятность проникнуть в сущность химического явления, освоить его на уровне общих закономерностей курса химии, использовать усвоенный материал в качестве способа дальнейшего познания. Процесс развивающего обучения с использованием эксперимента порождает внутренние стимулы учения, способствует переходу знаний в убеждения, развитию познавательной самостоятельности в деятельности учащихся. Таким образом, все это вносит существенный вклад в формирование у учащихся основ научного мировоззрения.

\*\*\*

1. Аршанский Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля. - Москва: Гостехиздат, 2006. - 897 с.
2. Аршанский, Е. Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля / Е.Я. Аршанский. - М.: Вентана-Граф, 2006. - 176 с.
3. Дьякович, С.В. Профориентация учащихся при обучении химии / С.В. Дьякович, Р.Н. Князева. – М.Просвещение, 1982
4. Зайцев, О. С. Методика обучения химии / О.С. Зайцев. - М.: Владос, 2011. - 384 с.
5. Кирюшкин, Д. М. Методика преподавания химии / Д.М. Кирюшкин. - М.: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 2001. - 352 с.
6. Качалова, Г. С. Формирование базисной компетентности учащихся по неорганической химии: монография / Г. С. Качалова. - Новосибирск: Изд. НГПУ, 2011. - 153 с.
7. Чернобельская, Г. М. Методика обучения химии в средней школе / Г.М. Чернобельская. - М.: Владос, 2000. - 336 с.

Коннова Л.Н.

**Особенности организации практических работ школьников по теме «Полимеры»,  
на примере «Полиэтиленоксида»**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический  
университет»  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-40*

*idsp: ljjournal-02-2021-40*

*Научный руководитель  
Нелюбина Е.Г.*

**Аннотация**

Данная работа содержит темы практических работ по полимеру «Полиэтиленоксид». В ней описан ход проведения практических работ, даны критерии оценивания, формы отчетности. Предназначена для расширения кругозора знаний и практических умений учащихся по данной теме.

**Ключевые слова:** полиэтиленоксид, практическая работа, лабораторная работа, полимер.

**Abstract**

This work contains topics of practical work on the polymer "Polyethylene oxide". It describes the course of practical work, gives assessment criteria, reporting forms. It is intended to expand the horizons of knowledge and practical skills of students on this topic.

**Keywords:** polyethylene oxide, practical work, laboratory work, polymer.

В современном мире школьное образование опирается на требования Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), который направлен на формирование у выпускников образовательного учреждения определенных профессиональных умений и навыков. В современных условиях по требованиям ФГОС ученику необходимо обладать мобильностью, которая подразумевает собой применение полученных знаний на практике. Формированию такой мобильности могут послужить практические и лабораторные занятия. Их основной задачей является закрепление и углубление теоретических знаний.

Лабораторные занятия представляют собой форму организации обучения, при которой ученики выполняют задания под руководством преподавателя. Основной целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение теоретических положений, проверка формул, ознакомление с методикой проведения эксперимента. В процессе работы ученики вырабатывают следующие умения: наблюдение, сравнение, сопоставление, анализ, умение делать выводы, обобщения, пользоваться приемами измерений и правильно оформлять результаты в виде таблиц, графиков и схем.

Основными задачами лабораторных занятий являются: формирование умений и навыков обращения с приборами; овладение техникой эксперимента; умение решать практические задачи путем постановки опыта; развитие творческих способностей учащихся; развитие навыков самостоятельной работы

Практические занятия представляют собой форму организации процесса обучения, предполагающую выполнение практической работы. Целью практических работ является формирование профессиональных и практических умений необходимых для освоения дисциплины.

В ходе практических работ ученики овладевают умениями по использованию измерительных приборов, аппаратуры, инструментов. Также ученик решает ряд задач при работе с документами, картами, делая вычисления и определяя характеристики различных веществ.

Основными задачами практической работы являются: развитие интеллектуальных (аналитических, проектировочных, конструктивных) умений; формирование умения проектировать свою деятельность на основе анализа; умение намечать конкретные пути решения практической задачи.

Для организации продуктивной практической работы необходимо:

1. Обеспечение условий для мыслительной и аналитической деятельности учащихся
2. Создание условий для стимулирования перевода деятельности учеников в творческую, исследовательскую деятельность.
3. Предоставить ученикам выбор практической работы в соответствии с их интересами
4. Способствовать самореализации личности ученика на основе непрерывного обучения
5. Организация практической деятельности учащихся на базе лаборатории и других мест.

В 9,11 классах на уроках химии частично затрагивают тему по изучению полимеров. Данная тема является интересной и поэтому может быть предложена ученикам для дальнейшего изучения в качестве практических работ на примере изучения «Полиэтиленоксида».

#### **Практическая работа № 1.**

**Название:** Количественное определение карбонильных групп в полиэтилене.

**Цель работы:** количественно определить карбонильные группы, содержащиеся в полиэтилене.

**Оборудование и материалы:** полиэтилен окисленный и неокисленный, двухлучевой спектрофотометр, пресс гидравлический лабораторный.

**Ход работы:**

1. Определяют степень ненасыщенности, концентрацию метильных групп, боковых ответвлений в макромолекулах полиэтилена различных марок.
2. Образцы для анализа получают горячим прессованием на лабораторном прессе при температуре 150-160 °С и давлении 30 Мпа
3. По вычисленному значению оптической плотности определяют содержание (в %) карбонильных групп (ССО) в полиэтилене, пользуясь расчетной формулой
4. Делают вывод.

**Результаты (требования к оформлению):**

Исследовать полиэтилен различных марок

Сделать вывод по определению карбонильных групп

**Критерии оценивания:**

Работа выполнена полностью, сделаны выводы о проведенной работе-5б

Работа содержит ошибки, выводы неполноценно отражают результаты- 4б

Работа выполнена без вывода-2б

**Практическая работа № 2.** (работа с использованием электронных образовательных ресурсов (ЭОР)\*)

**Название:** Изучение производства полиэтиленоксида

**Цель работы:** Углубление и закрепление знаний о полиэтиленоксиде, как полимере.

**Оборудование и материалы:** компьютер, дополнительные источники информации

**Ход работы:**

Изучить информацию на сайте, посмотреть видео ресурс.

**Результаты (требования к оформлению):** Законспектировать материал, сделать вывод

**Критерии оценивания:**

Конспект содержит основную информацию о полимере, а также содержит выводы- 5б

Конспект частично содержит необходимую информацию и выводы - 4б

Информация дана не полностью, вывод не отображает необходимую информацию -3б

Информация не содержит выводы-0б

Ссылка на ЭОР	Скриншот ЭОР	Тип ЭОР
<a href="https://yandex.ru/video/preview?filmId=5136182566996088453&amp;from=tabbar&amp;parent-reqid=1608692229716026-830482090969595527000098-production-app-host-man-web-yp-380&amp;text=полиэтиленоксид">https://yandex.ru/video/preview?filmId=5136182566996088453&amp;from=tabbar&amp;parent-reqid=1608692229716026-830482090969595527000098-production-app-host-man-web-yp-380&amp;text=полиэтиленоксид</a>		Видео
<a href="https://mplast.by/encyklopedia/polietilenoksid/">https://mplast.by/encyklopedia/polietilenoksid/</a>		Текст

Практическая работа по химии в школе способствует развитию теоретических и практических умений учащихся, расширению кругозора его знаний, развитию творческих способностей ученика, а также формированию всесторонне развитой гармоничной личности.

**Моисеенко Н.В., Красникова Е.М.**

**Исследование возможности получения сорбционных материалов путем термического и химического модифицирования стеблей подсолнечника**

*Липецкий государственный технический университет  
(Россия, Липецк)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-41*

*idsp: ljjournal-02-2021-41*

**Аннотация**

В статье представлены результаты исследования по получению сорбционных материалов из стеблей подсолнечника путем их термической, а затем химической обработки. Исследованы некоторые адсорбционные свойства полученных материалов и сделаны выводы о возможности их дальнейшего использования при очистки объектов окружающей среды от различных загрязнителей.

**Ключевые слова:** сорбционные материалы, адсорбция, стебли подсолнечника, активация, емкость, активность, модификатор

**Abstract**

The article presents the results of research on obtaining sorption materials from ordinary sunflower stems by their thermal and then chemical treatment. Some adsorption properties of the obtained materials are investigated and conclusions are drawn about the possibility of their further use in cleaning environmental objects from various pollutants.

**Keywords:** sorption materials, adsorption, sunflower stems, activation, capacity, activity, modifier

В последнее время в связи с непростой экологической ситуацией в нашей стране и во многих странах мира значительно вырос интерес к производству дешевых адсорбционных материалов, которые могут быть использованы для очистки объектов окружающей среды. Но в тоже время на многих предприятиях деревообрабатывающей промышленности [1] и агропромышленного комплекса [2] уже накоплены и образуются разнообразные отходы, которые могут быть использованы как вторичные материальные ресурсы для производства таких материалов.

На кафедре химии Липецкого государственного технического университета также ведутся исследования по возможности получения сорбционных материалов из отходов агропромышленного комплекса, таких как, косточки различных плодовых культур, скорлупа различных орехов, лужга семян подсолнечника и т.д. [3].

Целью данной работы стало получение сорбционных материалов из стеблей подсолнечника (рисунок 1).



Рисунок 1 – Измельченные стебли подсолнечника

С целью увеличения сорбционной способности исходного сырья была проведена его дополнительная обработка (активация). Для этого стебли подсолнечника измельчали на валковой мельнице до размера фракции не более 1,5 мм и сушили до постоянной массы при температуре 105 °С. После чего проводили их термическую обработку (обжиг), которая осуществлялась при температуре 200°С в сушильном шкафу при доступе воздуха в течение 20 минут до светло-коричневой окраски. Затем полученный материал подвергали дополнительному химическому модифицированию. Различные режимы химической активации сорбентов представлены в таблице 1.

Для сравнения также проводили активацию без предварительной термической обработки. Для этого исходное измельченное сырье сразу подвергали химическому модифицированию, обрабатывая его 1 М раствором  $\text{HNO}_3$  (СП- $\text{HNO}_3$ ). Также

исследовали сорбционные свойства стеблей подсолнечника без обработки (СП) и стеблей подсолнечника прошедших только термическую обработку (СП–200).

Таблица 1

*Режимы химической активации (модифицирования) исходного сырья*

Аббревиатура сорбента	Модификатор (конц.)	Время химической активации, ч	Т активации, °С	Количество модификатора, мл	Кол-во сырья, г
СП–HNO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub> (1 M)	24	25 (комн.)	200	20
СП–200–HCl	HCl (1 M)				
СП–200–H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (1 M)				
СП–200–H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (1 M)				
СП–200–HNO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub> (1 M)				
СП–200–H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (11 %)				

На следующем этапе работы определяли адсорбционные характеристики полученных сорбентов. Так адсорбционную емкость по красителю метиленовому голубому определяли по методике, описанной в [4].

Исследование проводили на фотоколориметре КФК–2МП (Россия). Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

*Адсорбционная емкость полученных сорбентов по метиленовому голубому*

Сорбент	Адсорбционная емкость по метиленовому голубому, мг/г
СП	41,1
СП–200	31,2
СП–HNO <sub>3</sub>	40,9
СП–200–HCl	37,5
СП–200–H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	41,7
СП–200–H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	39,1
СП–200–HNO <sub>3</sub>	36,9
СП–200–H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	48,1

Анализ полученных результатов показывает, что даже необработанные стебли подсолнечника (СП) уже имеют достаточно высокую адсорбционную емкость по метиленовому голубому, что говорит о преимущественно мезопористой структуре полученных сорбентов.

Наибольшая адсорбционная емкость по метиленовому голубому выявлена у образца СП–200–H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, что говорит об эффективности использования H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в качестве модификатора. Однако стоит отметить, что некоторые образцы, в частности СП–200 и СП–200–HNO<sub>3</sub> имеют более низкую адсорбционную емкость по метиленовому голубому по сравнению с не обработанным сырьем (СП). Данное явление можно объяснить тем, что в процессе термообработки происходит уплотнение кристаллической структуры экстрактивных веществ в порах материала, а последующее модифицирование раствором азотной кислоты не способно обеспечить достаточно полного извлечения данных экстрактивных веществ из пор сорбента. Также возможно образование новых активных функциональных групп, которые в свою очередь не имеют химического сродства к метиленовому голубому.

Определение равновесной статической активности (а, г/г адсорбента) по парам воды, бензола, толуола и гексана было осуществлено эксикаторным методом. Для этого

на дно эксикатора помещали чашу с раствором определенного вещества, а сверху над чашей помещали бюксы с навеской адсорбента (около 1г), плотно закрывали эксикатор крышкой и оставляли на сутки до достижения адсорбционного равновесия в системе, после чего бюксы с адсорбентом извлекали, плотно закрывали крышками и сразу взвешивали. По привесу массы определяли равновесную статическую активность адсорбента.

Полученные результаты представлены на рисунке 2.

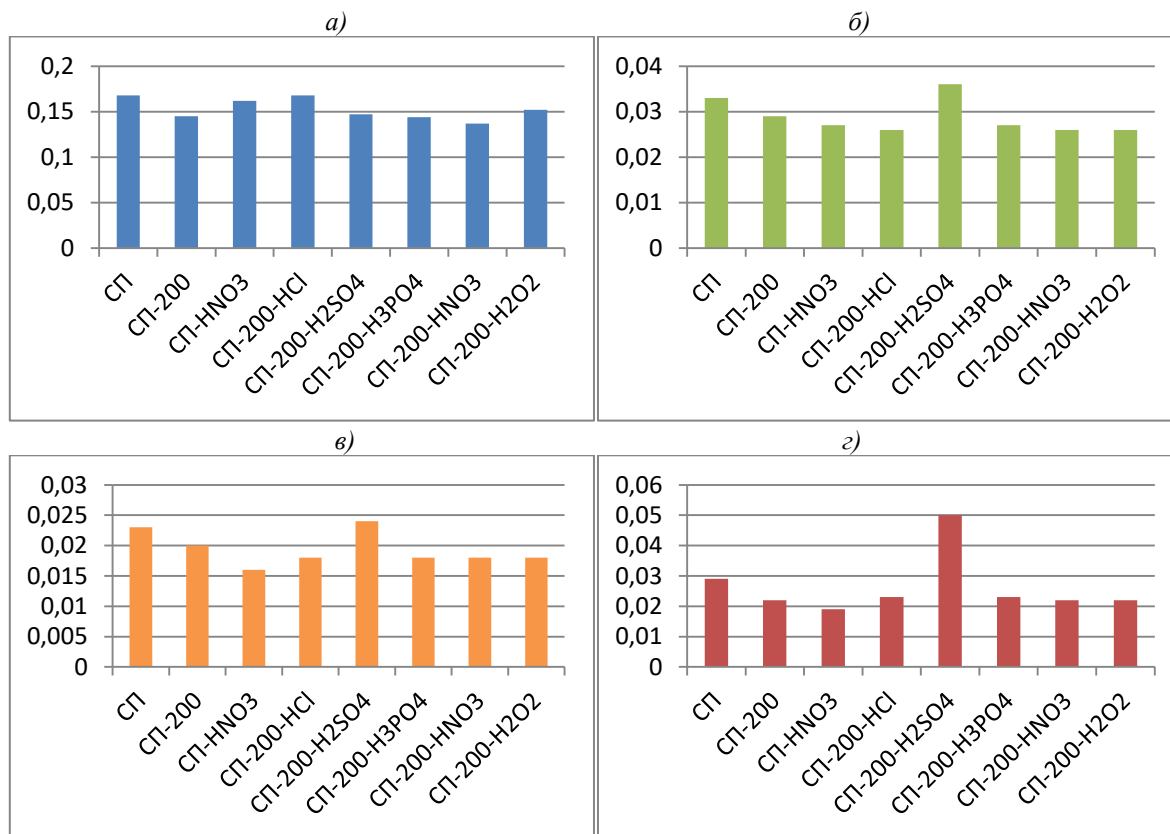


Рисунок 2 – Равновесная статическая активность (а, г/г адсорбента) адсорбентов по парам: а) воды, б) бензола, в) толуола, з) гексана

Как видно из результатов, полученные сорбенты в большей степени гидрофильны. Так максимальная адсорбционная емкость по парам воды отмечена у образцов СП, СП-200-HCl, СП-200-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. У образца СП-200-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> выявлена максимальная адсорбционная емкость по парам органических веществ (бензолу, толуолу и гексану).

Также была определена катионообменная емкость (КОЕ) сорбентов по методике [5]. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Катионообменная емкость (КОЕ) полученных сорбентов

Сорбент	Катионообменная емкость (КОЕ), ммоль-экв/г
СП	1,52
СП-200	1,60
СП-HNO <sub>3</sub>	1,68
СП-200-HCl	1,76
СП-200-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,60
СП-200-H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,84
СП-200-HNO <sub>3</sub>	2,08
СП-200-H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,48

Наибольшее значение КОЕ наблюдается у образцов СП–200–H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и СП–200–HNO<sub>3</sub>, что вполне объясняется сильными окислительными свойствами данных модификаторов, в результате чего происходит образование активных функциональных групп на поверхности сорбента, а, следовательно, и увеличение КОЕ.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- 1) Температура термической обработки 200 °С является недостаточной для полной гидрофобизации поверхности материала;
- 2) Необходимо дополнительное извлечение экстрактивных веществ из исходного сырья стеблей подсолнечника с целью увеличения адсорбционной емкости;
- 3) Необходимы дополнительные исследования с целью выявления оптимального модификатора и его концентрации.

Однако уже на данном этапе можно отметить, что полученные адсорбенты, в частности СП–200–H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, могут быть использованы для очистки сточных вод от красителей и тяжелых металлов. Образец СП–200–H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> может быть использован для очистки паровоздушных смесей от органических загрязнителей, что и является целью наших дальнейших исследований.

\*\*\*

1. Собгайда Н. А. и др. Использование отходов производства в качестве сорбентов нефтепродуктов //Экология и промышленность России. – 2009. – №. 1. – С. 36-38.
2. Чиркова В. С., Собгайда Н. А., Рзаде Ф. А. Сорбенты на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки сточных вод //Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – №. 20.
3. Андриянцева С. А., Красникова Е. М. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ ИЗ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА //Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии-2018. – С. 201-203.
4. Олонцев В. Ф., Минькова А. А., Генералова К. Н. Исследование адсорбционной активности углеродных материалов //Master's Journal. – 2013. – №. 2. – С. 87-97.
5. Комиссаренков А. А., Федорова О. В. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов: учебно-методическое пособие //СПб СПбГТУРП. – 2015.

**Мошнинова Т.М.**

**Организация научно-исследовательской работы школьников по теме  
«Поливинилацетат»**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический  
университет»  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-42*

*idsp: ljjournal-02-2021-42*

#### **Аннотация**

В статье идет речь о организации научно исследовательской работы по предмету химия на тему «Полимеры» изучаемая в 9 классе на основе учебника О.С. Габриеляна. В данной работе описана значимость научно исследовательской работы в школе. Представлены темы научно исследовательских работ для учащихся по теме «Поливинилацетат».

**Ключевые слова:** научно-исследовательская деятельность, поливинилацетат, химия высокомолекулярных соединений.

#### **Abstract**

The article deals with the organization of research work on the subject of chemistry on the topic "Polymers" studied in the 9th grade on the basis of the textbook of O. S. Gabrielyan.

This paper describes the importance of research work in school. The topics of research works for students on the topic "polyvinyl Acetate" are presented.

**Key words:** research activity, polyvinyl acetate, chemistry of high-molecular compounds.

В рамках инновационного образовательного процесса научно-исследовательская деятельность приобретает наибольшую актуальность и превращается в один из основных компонентов подготовки будущих кадров.

Задачей современного образования является не столько то, чтобы дать определенный комплекс знаний и умений, а сколько создать для учащегося установку на непрерывное самостоятельное расширение и углубление приобретенных знаний.

Научно-исследовательская деятельность учащихся служит для формирования профессиональных и творческих специалистов, которые способны обоснованно и эффективно решать возникающие проблемы.

Научно-исследовательская работа призвана решать следующие основные задачи:

1. Воспитание и самореализация личностных и творческих способностей обучающихся
2. Развитие навыков самостоятельной теоретической и экспериментальной работы
3. Ознакомление с современными методами научного исследования
4. Овладение учащимися научным методом познания, углубленное и творческое освоение учебного материала
5. Развитие инициативы и творческого потенциала

Учебная НИР предусмотрена действующими учебными планами. Научно-исследовательская работа учащихся включаемая в учебный процесс, предусматривает написание рефератов, докладов и сообщений. Во время выполнения перечисленных работ учащийся делает первые шаги к самостоятельному научному творчеству: он учится работе с научными источниками, приобретает навыки отбора и анализа информации.

Для организации продуктивной научной деятельности учащихся необходимо:

1. Обеспечить условия для мыслительной, аналитико-прогностической деятельности учащихся.
2. Создать условия для стимулирования деятельности учащихся по переводу их учебной деятельности в исследовательскую, творческую, путем обеспечения взаимосвязи между учителями.
3. Обеспечить пространство для выбора научной проблемы в соответствии с интересами учащихся
4. Способствовать самореализации личности учащегося на основе непрерывного образования
5. Организовывать научно-исследовательскую деятельность учащихся на базе лабораторий, библиотек, различных музеев.

При изучении темы «Полимеры» в 10 классе, которая входит в учебник О.С. Габриеляна описан начальный этап изучения данной темы. В параграфе представлены сведения о некоторых высокомолекулярных соединениях. Для углубленного изучения темы «Полимеры», учитель может предложить учащимся научно-исследовательские работы по самым распространенным высокомолекулярным соединениям. В данной работе указаны темы научно-исследовательских работ на тему «Поливинилацетат».

**Тема №1. «Производство поливинилацетата»**

**План**

1. Физико-химическая характеристика процесса
2. Технологическая и эксплуатационная характеристика процесса

**Список литературы:**

1. Аскадский А.А. Деформация полимеров. М., Химия, 1973.
2. А.М. Шур – Высокомолекулярные соединения. Изд. «Высшая Школа» М-1966г.
3. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров. М.:
4. Химия высокомолекулярных соединений: учебнометодический комплекс / М-во образования и науки Рос. Федерации, Чуваш. гос. пед. ун-т им. И. Я. Яковлева; [сост. Ю. Н. Митрасов, О. В. Кондратьева]. – Чебоксары: ЧГПУ, 2010. – 29 с.
5. Чернышев, Е. А. Химия элементоорганических мономеров и полимеров: учебное пособие для студентов химико-технологических вузов / Е. А. Чернышев, В. Н. Таланов. – Москва: КолосС, 2011 (Чебоксары). – 438 с.

**Тема** №2. «Влияние поливинилацетата на проницаемость пленочных материалов»

**План**

1. Исследовать влияние ПВА на проницаемость пленочных материалов
2. Изучить изменение значения проницаемости в зависимости от толщины пленочного материала

**Список литературы:**

1. Власов С.В, А.А. Ольхов Биоразлагаемые полимерные материалы № 7, 23-26, (2006)
2. Грива З.И., В.А. Коц, В.Д. Пиастро, С.Л. Томарченко Справочник химика, том III. –Спб.: Химия, 1964. -1008 с. (347 с)
3. Якубович С.В. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий, с. 22-23 (1952)
4. Семенкова А.Э., Журнал Пластические массы, № 4, 21-23 (1984)
5. Валентас К.Дж., Э. Ротштейн, Р.П. Сингх Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов. – Спб.: Профессия, 2004. – 848с.

**Тема** №3. «Применение поливинилацетата»

**План**

1. Виды выпускаемой продукции
2. Области применения

**Список литературы:**

1. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения., М., Высшая школа, 1992, 512 с.
2. Кривошей В.Н., Соломенко М.Г., Шредер В.Л. Справочник по полимерной упаковке. Киев, Техника, 1982.
3. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М.-Л., Химия, 1974.
4. Павлов Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М., Химия. 1982.
5. Пантелеев А.П., Шевцов Ю.М., Горячев И.А. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс. М., Машиностроение, 1986, 400 с.

**Тема** №4. «Исследование прочности и водостойкости клеевых соединений на основе ПВА»

**План**

1. Прочность и водостойкость клеевых соединений, полученных на основе ПВА
2. Возможные модификации отечественных клеев ПВА

**Список литературы:**

1. Клеи. Определение прочности склеивания продольных склеек испытанием на разрыв, 2003. – 10 с.
2. Поциус, А. Клеи, адгезия, технология склеивания: перевод с англ.; под ред. Г.В. Комарова/ А. Поциус. – Спб.: Профессия, 2007. – 376 с.
3. Киреев В.В. Высокмолекулярные соединения., М., Высшая школа, 1992, 512 с.
4. Лосев И.П., Тростянская Е.Б. Химия синтетических полимеров. М.:
5. Грива З.И., В.А. Коц, В.Д. Пиастро, С.Л. Томарченко Справочник химика, том III. –Спб.: Химия, 1964. -1008 с. (347 с)

#### **Тема №5. «Применение поливинилацетата в качестве пластификатора графита»**

##### **План**

1. Технологические аспекты получения материала.
2. Влияние пластификатора на количественный и качественный состав
3. Выводы о подходящем соотношении графита к пластификатору

##### **Список литературы:**

1. Изготовление и свойства углеродных и графитовых материалов// Проект фирмы Schunk Group, Германия, 2007. – 12с.
2. Фиалков А.С. Углеграфитовые материалы. М.: Энергия, 1979. – С. 320.
3. Угольные щетки для промышленной и железнодорожной транспортной техники// Проект фирмы Schunk Group, Германия, 2012. – 4с.
4. Семенов А.П., Поздняков В.В., Крапошина Л.Б. Трение и контактное взаимодействие графита и алмаза с металлами и сплавами. М., «Наука», 1974, 109 с.

Выполнив проекты по указанным темам у учащихся будет сформированы первоначальные понятия о строение и свойствах полимеров, их значении в повседневной жизни. Если работы будут выполнены на высоком уровне, то обучающиеся с ними могут принять участие в различных конференциях и конкурсах.

Научно-исследовательская деятельность в школе, способствует развитию познавательного интереса учащихся, расширению научного кругозора, формированию практических и теоретических умений учащихся, а также подготавливает профессиональных и творческих будущих специалистов.

**Сапарова А.С., Сафина Л.Г.**

**Разработка конспекта урока на тему «Элементы-металлы. Особенности строения их атомов. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева»**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»*

*(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-43*

*idsp: ljjournal-02-2021-43*

##### **Аннотация**

Разработан конспект урока по теме Элементы-металлы. Особенности строения их атомов. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева.

**Ключевые слова:** металлы, урок, металлическая связь, атом.

##### **Abstract**

The outline of the lesson on the topic Metal elements has been developed. Features of the structure of their atoms. The position of metals in the periodic system of D.I. Mendeleev.

**Keywords:** metals, lesson, metal bond, atom

**Актуальность:** Конспект урока является неотъемлемой частью подготовки учителя к предстоящему уроку и составляется до предполагаемого занятия.

План-конспект нужен педагогу, поскольку позволяет лучше подготовиться к занятию, а, следовательно, напрямую влияет на успешность усвоения материала учащимися. В данной статье описывается разработанный конспект урока - изучения нового материала по программе предметной линии учебников Н.Н. Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. под ред. проф. Н.Е. Кузнецовой. – 4 изд., переработ. – М. : Вентана-Граф.

**Тема:** Элементы-металлы. Особенности строения их атомов. Положение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева.

**Класс:** 9

**Тип урока:** урок изучения нового материала

**Вид урока** (форма проведения): комбинированный

**Цель урока:** рассказать об особенностях «строение атомов металлов» и «металлической связи»; сформировать конкретизацию имеющихся знаний о нахождении металлов в природе, положения их в периодической системе, а также осознанного понимания биологической роли металлов в жизнедеятельности человека.

**Задачи урока:**

**Образовательные:** изучить строение и свойства металлов; сформировать, обобщить, расширить и закрепить опорные знания учащихся о физических свойствах металлов и их классификации; сформировать представление о металлической связи;

**Развивающие:** развивать познавательную активность, творческие способности; развивать умение анализировать, делать выводы исходя о положении металлов периодической системы химических элементов.

**Воспитательные:** формирование научного мировоззрения, продолжить формирование у учащихся навыков межличностного общения, воспитания сотрудничества;

**Оборудование и материалы:** ПСХЭ Д.И. Менделеева, наглядные пособия (образцы металлов Fe, Cu, Al), дополнительный материал, учебник,

**Методы обучения:** словесные (рассказ, объяснение, беседа), наглядные (демонстрация изобразительных пособий).

**Литература:** Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. под ред. проф. Н.Е. Кузнецовой. – 4 изд., переработ. – М. : Вентана-Граф, 2015-. – 288с.

**Ход урока**

**I. Вводная часть**

**1. Организационный момент (2 мин.)**

**Актуализация знаний (5 минут)**

**Учитель:** с прошлых уроков химии Вы помните, что все химические элементы делятся на 2 большие группы: металлы и неметаллы и находятся в зависимости от своего положения в ПСХЭ Д.И. Менделеева. Какая эта зависимость и в чем она выражается?

**Учащиеся:** Это зависимость периодическая и выражается в изменении строения атома химического элемента. как следствие, и его свойств.

**Учитель:** вспомните, пожалуйста, что является предметом изучения химии? Зачем нужно изучать вещества?

**II. Основная часть. Изучение нового материала (20 мин.)**

**Учитель:** Уже с древних времен человек знал и применял многие металлы. С развитием науки и техники расширялись знания о структуре и свойствах металлов, о способах их получения и областях применения. Развитию химии металлов и металлургии в значительной степени способствовал тот факт, что металлы в земной коре распространены довольно широко.

**Вопросы учителя:**

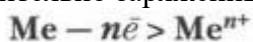
- Какие элементы относят к металлам? Каковы особенности строения их атомов?
- Где элементы-металлы расположены в периодической системе?

Металлические свойства элементов с увеличением порядкового номера в периодах ослабевают. В группах же металлические свойства элементов, наоборот, усиливаются.

Для того чтобы определить, является ли элемент металлом, следует учитывать такие его характеристики:

число электронов на внешнем энергетическом уровне; характер подуровня, который последним заполняется электронами; обычно это *s*-, *d*-, *f*-, реже *p*-подуровень; простые вещества металлы — кристаллические вещества, с особым металлическим блеском, пластичны, электро- и теплопроводны; элементы-металлы образуют кислородные соединения основного характера.

Наиболее характерным свойством атомов металлов является их способность сравнительно легко отдавать внешние электроны и превращаться в положительно заряженные ионы — катионы:



### Задание 1 (у доски):

#### Рассмотрим строение атомов металлов.

2-й период: Li, Be (2 человека)

3-й период: Na, Mg, Al (3 человека)

Что происходит с зарядами ядер атомов Me в каждом периоде? Числом внешних электронов? Как все это сказывается на изменении металлических свойств в периоде? (Ослабевают к концу периода и усиливаются к началу) Давайте сделаем такое же сравнение по каждой группе (ученики делают вывод об усилении металлических свойств вниз по группе)

#### Металлы — простые вещества, их строение и свойства

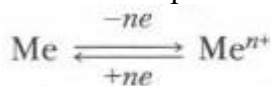
**Учитель:** Из курса физики Вам известно, что все вещества обладают физическими свойствами; Какими физическими свойствами обладают металлы?

**Учащиеся:** тепло - электропроводность, металлический блеск, плотность....

Давайте запишем основные физические свойства металлов

**Металлическая связь** — это химическая связь между атомами металла, осуществляемая посредством общих свободно перемещающихся электронов, принадлежащих всем атомам.

Атомы металла, «сбросившие» валентные электроны, превращаются в положительно заряженные ионы — катионы, которые могут вновь притягивать к себе электроны из электронного газа и превращаться в нейтральные атомы:



Следовательно, система «атом — ион» очень подвижна.

### 4. Первичное закрепление (6 мин.)

1. Только символы металлов приведены в группе
  - а) Ca, H, Zn;                      б) Na, In, Sr;                      в) Au, Mg, Si;                      г) O, Hg, Cu
2. Элементы-металлы находятся в периодической системе
  - а) в левом нижнем углу и побочных подгруппах, б) в правом верхнем углу, в) по диагонали В – At и рядом с ней
3. Для строения атомов металлов характерны
  - а) большой радиус и большое число электронов на внешнем энергетическом уровне,

- б) большой радиус и небольшое число электронов на внешнем энергетическом уровне,  
в) малый радиус и небольшое число электронов на внешнем энергетическом уровне

Ответы: б, а, а.

### Постановка домашнего задания (3 мин.)

§34, упр. 1,2

### 6. Подведение итогов урока

Какие вопросы сегодня были рассмотрены на уроке?

1. Я понимал всё, о чём говорилось и, что делалось на уроке.
2. Я принимал активное участие в работе группы.
3. Мне было интересно.
4. Мне было не очень интересно.

Конспект урока- это четкий структурирования план проведения учебного занятия. Написание конспекта урока можно назвать подготовительным этапом работы учителя, конспект отражает педагогический замысел урока и является его сценарием. Данная разработка может быть использована на уроках химии.

\*\*\*

1. Аршанский Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля. - Москва: Гостехиздат, 2006. - 897 с.
2. Вискобойникова Н.П., Яшукова А.В. Настольная книга учителя. Химия. 9 кл.: Методическое пособие. – М.: Дрофа;
3. Кузнецова Н.Е., Титова И.М., Гара Н.Н. под ред. проф. Н.Е. Кузнецовой. – 4 изд., переработ. – М., : Вентана-Граф, 2015-. – 288с.

### Чернышова И.Е.

#### Разработка технологической карты урока по теме «Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы»

ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/lj-02-2021-44

idsp: ljjournal-02-2021-44

Научный руководитель  
Сафина Л.Г.

#### Аннотация

Разработана технологическая карта комбинированного урока по теме «Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы».

**Ключевые слова:** технологическая карта, комбинированный урок.

#### Abstract

The technological map of the combined lesson on the topic "Changes in the composition of atomic nuclei of chemical elements. Isotopes".

**Key words:** process map, a combined lesson.

В современном образовании главной задачей является объединить обучение, воспитание и развитие в единое целое. Одной из форм организации образовательного процесса является комбинированный урок - это универсальная форма, которая удобна для класса и предмета. На нем решаются дидактические задачи различных типов уроков, поэтому не стоит отказываться от него и за обилия новых форм и технологий.

Гибкость и многообразие вариантов дает широкие возможности для использования новых приемов в его структуре.

В школьном курсе химии при изучении раздела «Атомы химических элементов» выделяется время на изучение темы «Изменения в составе ядер атомов химических элементов. Изотопы». Нами была разработана технологическая карта урока по этой теме. Разработанный комбинированный урок не только поможет при изучении данной темы, а также сформирует знания для дальнейшего обучения.

**Цель занятия:** сформировать представление об изотопах; дать современное определение понятия «Химический элемент».

В таблице 1 приведём подробную характеристику данного занятия.

Таблица 1.

*Фрагмент технологической карты урока*

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
<b>I. Вводная часть: организационный момент, контроль достижений учащихся (10 минут)</b>	
Приветствие друг друга, запись в журнал фамилии тех, кто отсутствует, проверка готовности ребят к занятию. Настраивает учащихся на учебную деятельность; визуально проверяет готовность класса к уроку; приветствует учащихся; отмечает отсутствующих. Проверяет уровень знаний по пройденной теме (Приложение №1), контролирует. Поясняет.	Готовятся к уроку. Воспринимают информацию, сообщаемую учителем. Приветствуют учителя. Сообщают отсутствующих  Выполняют задания учителя. Вспоминают сведения, полученные на прошлом уроке изучение нового материала, систематизируют информацию, дают ответ на поставленный вопрос.
<b>II. Основная часть: актуализация и мотивация учебной деятельности; целеполагание; изучение нового материала; первичный контроль и коррекция</b>	
<b>1. Мотивирует и стимулирует деятельность учащихся (3 мин.):</b> Работа с П.С.: какими числами представлены относительные атомные массы элементов? Вопрос: Если масса атома определяется количеством протонов и нейтронов, массы которых выражены целым числом (единицей), то почему Ag элементов представляют собой дробные величины? <b>2. Целеполагание (3 мин.)</b> Учитель: предлагает ответить на вопрос: - Какова цель нашего урока? Редактирует и озвучивает цель урока <b>3. Изучение нового материала (10 мин.)</b> Вопросы: Что получится, если в ядре атома изменить число протонов? Например, в ядро атома кислорода добавить еще один протон. Получится атомное ядро другого химического элемента – фтора. - А если из ядра атома кислорода убрать один протон? Получится атомное ядро химического элемента – азота. - Чего следует ожидать, если в ядре изменить число других частиц – нейтронов? Можно ли ожидать образование другого химического элемента? Нет, т.к. заряд ядра, т.е. число протонов в нем, по условию не меняется. Следовательно, мы получим разновидность того же самого химического элемента, но уже с другим	Отвечают на поставленные вопросы.  Формулируют цель урока. Цель урока: сформировать понятие об изотопах, дать современное определение понятия «Химический элемент».  Отвечают на вопросы:

<p>значением Ag - изотоп. Очевидно, теперь стало понятным, почему в П.С. приведены не целые, а дробные значения Ag – все дело в изотопах.</p> <p>Пользуясь учебником, выписать определение «изотопы» в тетрадь. (п.8 с.51)</p> <p>Объясняет материал (Приложение №2).</p> <p>Задаёт вопросы к классу:</p> <p>Что произойдет с атомами одного и того же вида, если в их ядра мысленно добавить по 1 протону?</p> <p>Теперь в ядро дейтерия добавьте один протон. Сравните атом дейтерия и полученную частицу. Какой заряд она имеет? Почему? (Положительный, так как в атоме на один электрон приходится два протона).</p> <p>Итак, при изменении заряда ядра атома получился совсем другой вид атомов – гелий (He).</p> <p>Оформление результатов рассуждений в тетрадях.</p> <p>Подведение итогов. Число протонов или число нейтронов определяет существование того или иного вида атомов? (Число протонов).</p> <p><b>4. Первичный контроль и коррекция (5-7 мин.)</b></p> <p>Укажите состав изотопов углерода, заполнив таблицу.</p>	<p>Записывают в тетради определение</p> <p>Учащиеся слушают</p> <p>Отвечают на вопросы учителя. Записывают итоги рассуждений.</p> <p>Формулируют современную формулировку понятия «химический элемент».</p> <p>Заполняют таблицу.</p> <table border="1" data-bbox="774 1059 1388 1272"> <thead> <tr> <th>Обозначение атома</th> <th>Число протонов</th> <th>Число нейтронов</th> <th>Число электронов</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Обозначение атома	Число протонов	Число нейтронов	Число электронов	C				C				C			
Обозначение атома	Число протонов	Число нейтронов	Число электронов														
C																	
C																	
C																	
<p>III. Заключительная часть: подведение итогов, рефлексия, домашнее задание (10 минут)</p>																	
<p><b>Подведение итогов (3 мин.).</b></p> <p>Отмечает активных обучающихся, выставление отметок по результатам на уроке.</p> <p><b>Рефлексия (5 мин.).</b> Закончите предложение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- я узнал...</li> <li>- я научился...</li> <li>- мне было легко...</li> <li>- мне было сложно</li> </ul> <p><b>Домашнего задания (2 мин).</b></p> <p>Учить параграф 8. задание б после параграфа</p>	<p>Отвечают на вопросы.</p> <p>Записывают домашнее задание в дневник.</p>																

## Приложение № 1

### 1. Химический диктант.

Вариант 1 Вариант 2

- 1) Укажите «адрес» (номер, периода, группу и подгруппу) для элементов: Фосфор (P), алюминий (Al)
- 2) Укажите название и химический знак элемента на основании его положения в П.С.: 3 период IIА группа 2 период VIIА группа
- 3) Определите число протонов для: сера (S), хром (Cr)
- 4) Определите число электронов для: калий (K), углерод (C)
- 5) Определите число нейтронов для: фосфора (P), калия (K)

### 2. КАРТОЧКА №1.

- 1) Атом состоит из двух основных частей: \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_. Ядро состоит из \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
- 2) Заряд ядра атома определяется числом \_\_\_\_\_ в его составе и не зависит от числа \_\_\_\_\_.
- 3) Число электронов в атоме равно числу \_\_\_\_\_.
- 4) Атом элемента с порядковым № 20 имеет \_\_\_\_\_ электронов, \_\_\_\_\_ протонов, \_\_\_\_\_ нейтронов.

### 3. Фронтальный опрос: отвечают на вопросы:

- Что входит в состав ядер атомов?
- Как определить число протонов и электронов в ядре?
- Как определяется число нейтронов в ядре?
- Чему равен заряд и масса каждого из видов элементарных частиц?

### Приложение №2

От слов «изос» - одинаковый, «топос» - место. Изотопы занимают одно место, одну клетку в ПСХЭ Д.И.Менделеева. Атомы изотопов одного элемента имеют одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

Каждый химический элемент встречается в природе в виде смеси изотопов. Атомные массы элементов, приводимые в ПСХЭ, есть среднеарифметические значения атомных масс природной смеси изотопов. Именно поэтому, они дробные.

По Ar можно предположить, какие изотопы существуют у данного элемента. Пример: Ar (K) = 39,102 (колеблется между 39 и 40). Следовательно, в природе встречаются 2 вида изотопов калия – с массовым числом 39, и с массовым числом 40. (39K и 40K). Очевидно, что подавляющее большинство природных изотопов калия (почти 90%) приходится на долю «легких» изотопов 39K. А вот у аргона Ar, наоборот, больше тяжелых изотопов, поэтому значение его Ar близко к 40. Ar (Ar) = 39,948.

Для хлора характерны изотопы с массовыми числами не 35 и 36, а 35 и 37. Природный хлор состоит из 75% изотопа с Ar = 35 и 25% изотопа с Ar = 37.

Зная, содержание каждого изотопа можно вычислить среднюю относительную атомную массу любого элемента.

$$Ar(Cl) = 35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 = 35,5.$$

Подобным образом, получаются атомные массы всех химических элементов, приведённых в ПСХЭ Д.И. Менделеева. Химические свойства изотопов одного и того же элемента одинаковые, т.к. они имеют один и тот же заряд ядра. Другое дело у изотопов водорода. Если у изотопов других элементов изменение масс незначительно, то в случае водорода масса изотопов меняется, увеличивается в 2,3 раза, поэтому это сказывается на свойствах элемента. Изотопы водорода имеют свои названия и обозначения:

1H – протий; 2H – или D – дейтерий; 3H – или T – тритий

Разработанная технологическая карта поможет в проведении темы на уроке химии и внесет существенный вклад в формирование у учащихся основ научного мировоззрения.

\*\*\*

1. Вербцкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М., 1991. 204 с.
2. Изучаем химию в 8 классе. Дидактическое пособие. Габриелян О.С., Смирнова Т.В. -М., 2002. - 224с.
3. Комбинированный урок – как основной вид процесса обучения [Электронный ресурс] // Инфоурок – Режим доступа: <https://infourok.ru/statya-na-temu-kombinirovanniy-urok-kak-osnovnoy-vid-processa-obucheniya-3943876.html> (Режим доступа: 18.01.2021)
4. Химия. 8 класс: учебник/ О.С. Габриелян. – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2016. – 287 с.

Чернышова И.Е.

## Разработка технологической карты внеурочного занятия по теме «Полимеризация акрилонитрила в воде»

ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет»  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/lj-02-2021-45

idsp: ljjournal-02-2021-45

Научный руководитель  
Нелюбина Е.Г.

**Аннотация**

Разработана технологическая карта внеурочного занятия по теме «Полимеризация акрилонитрила в воде».

**Ключевые слова:** технологическая карта, внеурочное занятие, опыт, полимеризация, акрилонитрил, вода.

**Abstract**

The technological map of the extracurricular lesson on the topic "Polymerization of Acrylonitrile in water has been developed.

**Keywords:** technological map, extracurricular activity, experience, polymerization, Acrylonitrile, water.

Знакомство обучающихся с полимерами и высокомолекулярными веществами достаточно сложная задача, для выполнения данной задачи нами была разработана технологическая карта внеурочного занятия по теме «Полимеризация акрилонитрила в воде».

Тема занятия:

Цель занятия: изучить механизм цепной полимеризации акрилонитрила в воде.

В таблице 1 приведём подробную характеристику данного занятия.

Таблица 1.

## Фрагмент технологической карты внеурочного занятия

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
I. Организационный момент, целеполагание, актуализация и мотивация учебной деятельности (10 минут)	
Настраивание обучающихся на работу, раздача материалов	Готовятся к уроку. Воспринимают информацию, сообщаемую учителем. Приветствуют учителя.
II. Проведение занятия (25 минут)	
Объявление темы лабораторной работы, вводные слова.  <i>Проведение инструктажа безопасности во время занятий:</i> 1. Находиться на своем рабочем месте; 2. Во время работы соблюдать тишину, работать сидя, быстро, но без лишней поспешности. 3. Выполняйте только те химические опыты, которые согласованы с учителем, под его присмотром или наблюдением лаборанта. 4. Соблюдайте правила обращения с реактивами, стеклянной посудой,	Записывают тему лабораторной работы. Слушают и отвечают на вопросы.  Проводят лабораторную работу. Записывают результаты опыта. Наводят порядок на рабочем столе.

лабораторным оборудованием, знайте меры предосторожности при работе в кабинете химии.

5. Не начинать работу, пока не проверено, все ли есть для проведения опытов, и не продумана последовательность выполнения опытов.

6. Для выполнения задания пользуйтесь посудой, приборами и реактивами, которые вам дал учитель. Нельзя брать приборы и вещества с рабочих мест, не занятых учащимися.

7. Особую осторожность соблюдайте при работе со щелочами и кислотами.

8. Будьте особенно осторожны при работе с нагревательными приборами.

9. Без разрешения учителя не выполняйте другие виды деятельности с оборудованием и реактивами.

**Запрещается:**

- прикасаться к нагретым элементам оборудования и электрическим разъемам;
- трогать и пробовать на вкус химические вещества;
- сливать любые растворы в канализацию;
- выполнять любые действия без разрешения учителя или лаборанта;
- запрещается самостоятельное устранение любых неисправностей используемого оборудования.

*Рассказывает учащимся о промышленном применении полиакрилонитрила, основных понятиях полимеризации*

Полиакрилонитрил используется для формования волокон, нитей и полиакрилонитрильного жгутика. Полиакрилонитрильные волокна и нити широко используются для изготовления изделий народного потребления и в техническом секторе.

Волокна на основе полиакрилонитрила широко используются как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами, в основном, в производстве трикотажных изделий, чаще всего верхнего трикотажа, а также при изготовлении мебельных (обивочных) тканей, камвольных, суконных и ковровых изделий, пряжи для ручного вязания, чулочно-носочных изделий.

В техническом секторе полиакрилонитрильного волокна применяются для изготовления искусственного меха, одеял, теплоизоляционных прокладок, спецодежды. Технический полиакрилонитрильный жгутик - это основное сырье для производства углеродных волокон, а также для армирования пластиков, используется эта продукция и в производстве гардин, брезентов, парусины, палаточных тканей.

Цепная полимеризация – процесс образования макромолекул полимера образуются в результате раскрытия кратных связей или циклов мономеров при действии на них активных центров, находящихся на концах растущих цепей.

Полимер – вещество из молекул с высокой молекулярной массой, структура которых представляет собой многократные повторения звеньев, образованных из молекул малой молекулярной массы.

Мономер – низкомолекулярное соединение, способное вступать в реакции полимеризации.

Иницирующая система – вещество или несколько веществ, образующих активные центры для иницирования полимеризации (радикалы, анионы, катионы).

Процесс полимеризации включает в себя три основных стадии:

1. Иницирование – образование активных центров.
2. Рост цепи – увеличение молекулы за счёт последовательного присоединения молекул с раскрытием кратной связи или цикла.
3. Обрыв цепи – взаимодействие активных центров макромолекул друг с другом, приводящее к их гибели.

Объясняет ход опыта. Занимается приготовлением навесок веществ и запуск процесса в соответствии с раздаточным материалом (Приложение №1)  Проверяет правильность оформления лабораторной работы. 5. Наведение порядка на рабочем месте.	
III. Подведение итогов, рефлексия, домашнее задание (10 минут)	
Подводит итоги лабораторной работы.  Осуществляет рефлексию: просит закончить предложения: сегодня на уроке: - я узнал... - я научился... - мне было легко... - мне было сложно...	Задают вопросы, формулируют выводы.  Отвечают на вопросы рефлексии

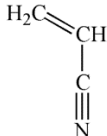
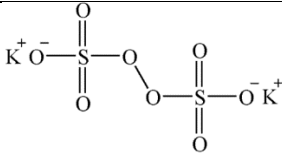
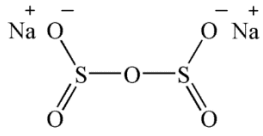
**Приложение №1.**

**Оборудование:** \_\_\_\_\_ (реактор в зависимости от возможностей учебного заведения), технические весы, часовые стёкла, химические стаканы.

**Реактивы (таблица 2).**

Таблица 2.

*Характеристика реактивов*

Мономер – акрилонитрил - легкоподвижная токсичная жидкость с характерным запахом:	Окислитель в иницирующей системе – персульфат калия (надсернокислый калий) - белый кристаллический порошок, растворимый в воде:	Восстановитель в иницирующей системе – метабисульфит натрия (пиросульфит натрия) - кристаллический порошок белого или слабо-желтого цвета:
 Рис. 1. Акрилонитрил	 Рис. 2. персульфат калия (надсернокислый калий)	 Рис. 3. метабисульфит натрия (пиросульфит натрия)
Растворитель/среда – дистиллированная вода (H <sub>2</sub> O) - прозрачная, бесцветная жидкость, не имеющая запаха.		Регулятор pH – серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) – тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха.

**Ход работы:**

1. Приготовить навески:

Акрилонитрил – 7,4 г.;

Дистиллированная вода – 92,6 г.;

Персульфат калия – 0,07 г.;

Метабисульфит натрия – 0,03 г.

(Примечание: при отсутствии возможности провести процесс при температуре 60 °С следует увеличить количество иницирующей системы).

2. Нагреть смесь воды и акрилонитрила до 60 °С, подождать до образования гомогенного раствора из эмульсии. Ввести метабисульфит натрия, перемешивать до полного растворения. Ввести серную кислоту до pH = 3 (1-2 капли при данном объёме). Ввести персульфат калия, перемешивать до полного растворения.

3. Проводить процесс в закрытом реакторе без перемешивания до образования белых хлопьев – полиакрилонитрила.

4. Перелить смесь в пластиковый контейнер (банку) для хранения и использования в последующих работах, промаркировать (дата, названия компонентов смеси, номер класса).

5. Привести в изначальный вид наборы для проведения лабораторных работ.

\*\*\*

1. Инструкция по технике безопасности в кабинете химии [Электронный ресурс] // Инфоурок – Режим доступа: <https://infourok.ru/instrukcii-po-tehniki-bezopasnosti-v-kabinete-himii-948170.html> (Режим доступа: 27. 12.2020)
  2. План-конспект урока по химии с лабораторным опытом для 10 класса на тему «полимеризация акрилонитрила в воде» [Электронный ресурс] // Инфоурок – Режим доступа: <https://infourok.ru/plankonspekt-uroka-po-himii-s-laboratornim-opitom-dlya-klassa-na-temu-polimerizaciya-akrilonitrila-v-vode-3830727.html> (Режим доступа: 26. 12.2020)
  3. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учебник для вузов/ Ю.Д. Семчиков. – М.: Академия, 2003. – 368 с.
-

## РАЗДЕЛ VI. АРХИТЕКТУРА

Виноградова С.О.

Анализ организации комплексного благоустройства парка «Пехорка» в г.Балашиха

ФГБОУ ВО «РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева»  
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-02-2021-46

idsp: ljjournal-02-2021-46

**Аннотация**

Работа посвящена анализу композиционной и технической составляющей организации центрального парка в г. Балашиха. В ходе опроса общественного мнения жителей г. Балашиха большая часть населения назвала данный парк - благоприятной средой для отдыха. Исходя из этого, проанализировать данный парк необходимо для понимания того, как организуется грамотное комплексное благоустройство парков.

**Ключевые слова:** благоустройство, озеленение, функциональность.

**Введение.** Создание грамотно организованных открытых общественных пространств, в частности парков, является одной из главных задач градостроительной деятельности. Парки должны быть центром притяжения горожан разных поколений и сфер деятельности. Современные парки городские парки должны сочетать в себе многофункциональность, эстетичность, доступность для различных групп населения, быть местом для развития и психологического восстановления для горожан.

**Объектом исследования** в данной работе стал парк “Пехорка” в г. Балашиха, потому что данный парк является хорошим примером грамотной организации городского парка. В “Пехорке” всегда очень много народу. Даже в непогоду и ночное время данный парк пользуется популярностью у жителей города. Проект парка выполнен НИиПИ Градостроительства, ГУП МО.

Целью данной работы является провести анализ композиционной и технической составляющей организации парка и выявить основные достоинства в данном парке для того, чтобы учитывать их в дальнейшем при проектировании новых/реконструкции существующих общественных парков в густонаселенных городах нашей страны (в том числе в Москве и городах Подмосковья) [5].

**Методикой исследования** является визуальный анализ объектов

**Результаты и обсуждения.** Изначально парк “Пехорка” представлял собой лесной массив с неиспользуемыми горожанами дорогами. В 60х годах прошлого века здесь были оборудованы места отдыха у пруда, сделали лодочный причал у пруда, установлены памятники и статуи [1]. Однако полноценным парком “Пехорка” стала после реконструкции, проведенной в 2017г. Установлены были детские, спортивные площадки, оборудованные места тихого отдыха, благоустроена набережная.

Площадь парка составляет 17га. И каждый уголок данного парка имеет свою функцию. Около главного входа располагается зона общепита. Она представлена большим рестораном “Чайхона №1” и закусочными, на остальной территории парка располагаются малочисленные лаконичные фургончики с едой. Посетители всегда смогут найти, где согреться или купить согревающий или охлаждающий напиток, при этом малочисленное количество торговых точек не превращает парк в “фут-корт”.

Около центрального входа располагается 5D кинотеатр и автогородок, где дети могут в игровой форме изучать правила дорожного движения.

На территории многочисленное количество спортивных площадок различной направленности. Брусья и тренажеры, скейтпарк, “Панда-парк”, волейбольная, баскетбольная площадка, столы для пинг-понга и другие виды спортивных активностей. В хорошую погоду в любое время суток площадки заполнены людьми.

Детские же площадки заполнены в любую погоду. Детские площадки очень разнообразные, функциональные и интересные. Представленные площадки подходят для любых возрастов. Площадки выполнены из хороших материалов и очень лаконично вписываются в композиционное устройство парка, не режут глаз и вызывают желание присоединиться к детям и побегать, полазить по площадкам вместе с ними. Детские площадки располагаются преимущественно на одной территории, что позволяет отделить детские шумные активности от зон тихого отдыха, которые представлены в большом количестве в парке [2].

Настоящей жемчужиной парка можно смело назвать набережную. Это излюбленное место горожан. Набережная выполнена из деревянного настила, есть лодочная станция, доступ к воде, благоустроена лавочками, шезлонгами, урнами, архитектурным освещением (рис.1). Особенно приятно, что при благоустройстве набережной максимально сохранили существующую растительность. Набережную “вписывали” в природу, в местах, где располагаются деревья, сделаны отверстия в перилах и настилах (Рис.2). Вдоль набережной приятно отдыхать даже в зимнее время [4,6,7].



Рисунок 1. Доступ к воде [3]



Рисунок 2. Сохранение существующего озеленения.

Территория парка усеяна извилистыми дорожками из деревянного и плиточного покрытия для прогулок. Есть беседки, летние сцены, открытые танцевальные площадки, обособленная площадка для собак, арт-объекты, чистые общественные туалеты, детские аттракционы.

Внимание к деталям одна из характерных черт “Пехорки”. Все коммуникации задекорированы, есть ливневые лотки, в местах пересечения с велодорожкой есть тактильные плиты, у каждой площадки есть велопарковки.

При реконструкции парка, было сохранено преимущественно существующее озеленение. Растительность в парке типичная для подмосковного региона. Преобладают берёзы, сосны, ели, липы. В весенне-летний период в парке дополнительно присутствует цветочное оформление, которое способствует формированию благоприятной “визуальной” среды [5,8,9]. В “Пехорке” царит умиротворяющая обстановка в тихих зонах и очень мотивирующая и активная на территории спортивных площадок.

**Выводы.** На сегодняшний день одной из приоритетных градостроительных задач является обеспечение гармоничного развития человека в условиях городской среды, с ее высокими антропогенными нагрузками. Парк “Пехорка” один из лучших примеров благоустройства современных открытых общественных пространств. Парк всегда наполнен горожанами, жители г. Балашиха в первую очередь ведут гостей города смотреть парк “Пехорка”.

Можно выделить главные достоинства парка, которые делают его таким популярным среди жителей г. Балашиха и соседских населённых пунктах.

*Главные преимущества парка:*

1. Многофункциональность парка
2. Правильное зонирование
3. Правильное взаимодействие с бизнесом.
4. Внимание к деталям
5. Хорошая эксплуатация
6. Максимальное сохранение существующего озеленения
7. Использование правильной цветовой гаммы в благоустройстве
8. Использование хороших материалов
9. Наличие велодорожек и велопарковок

*К минусам парка можно отнести:*

1. Использование одного типа раскладки плитки по всей территории парка.
2. Встроенное посередине дорожки из деревянного настила архитектурного освящения. В ночное время очень слепит глаза

\*\*\*

1. Парк “Пехорка” [Электронный ресурс] - Электрон. Ст. - Режим доступа к ст.: <https://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/balashikha/parks/30677> свободный, заглавие с экрана, Дата обращения 25.11.2020
2. Парк “Пехорка” [Электронный ресурс] - Электрон. Ст. - Режим доступа к ст.: <https://mosdogs.ru/go/mesto/park-pehorka> свободный, заглавие с экрана, Дата обращения 25.11.2020
3. Реализация-2018г. Балашиха, парк "Пехорка" [Электронный ресурс] - Электрон. Ст. - Режим доступа к ст.: <http://minblag.mosreg.ru/sobytiya/fotogalereya/14-02-2019-10-09-49-realizatsiya-2018g-balashikha-park-pekhorka> свободный, заглавие с экрана, Дата обращения 25.11.2020
4. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Частное цветоводство. Раздел «Проектирование и оформление водоемов». Учебное пособие / Москва, 2012.
5. Селехов А.Н., Ханбабаева О.Е. Оптимизация методики анкетирования М.Ю. Фроловой для анализа предпочтений в цветочном оформлении городских парков Москвы. Вестник ландшафтной архитектуры. 2015. № 5. С. 72-77.
6. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Частное цветоводство. Раздел проектирование и оформление каменистого сада. / Москва, 2012.
7. Скакова А.Г., Ханбабаева О.Е. Проектирование специализированных объектов ландшафтной архитектуры. Учебно-методическое пособие / Москва, 2018.
8. Селехов А.Н., Ханбабаева О.Е. Комплексная оценка цветочного оформления города Москвы // Вестник ландшафтной архитектуры. - 2014. - №4. - С. 67-71
9. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования. Москва, 2013. Том Часть 2.

**Ершова Н.Р., Сунгурова Н.Р.**  
**Благоустройство университетского кампуса как фактор создания имиджа  
учебного заведения**

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова  
(Россия, Архангельск)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-47*

*idsp: ljjournal-02-2021-47*

**Аннотация**

В статье рассматривается благоустройство территории университетского кампуса, как способ создания имиджа учебного заведения, на примере С(А)ФУ им. М. В. Ломоносова. Предлагается алгоритм разработки концепции архитектурно-ландшафтного благоустройства кампуса, целью которого является не только унификация разрозненных пространств университета, но и позиционирование университета по отношению к другим учебным заведениям, презентация историко-культурного наследия региона через озелененные пространства, малые архитектурные формы и визуальные образы.

**Ключевые слова:** университетский кампус, благоустройство, визуальный образ, озеленённое пространство, малые архитектурные формы, архитектурно-пространственная организация

**Abstract**

The article discusses the landscape improvement of the university campus, as a way to create the image of an educational institution, using the example of NArFU named after M.V. Lomonosov. The author proposes an algorithm for the development of the concept of architectural and landscape improvement of the campus. The purpose is the unification of the scattered spaces of the university, but also the positioning of the university in relation to other educational institutions, the presentation of the historical and cultural heritage of the region through green spaces, small architectural forms and visual imagery.

**Keywords:** university campus, landscaping, visual image, green space, small architectural forms, architectural and spatial organization

Современные тенденции организации городской среды нацелены на создание удобного, функционального и безопасного ландшафта для деятельности и отдыха человека, в котором преобладают корпоративные комплексы, объединенные единым функционалом. К такого рода модели можно отнести многочисленные технополисы и города науки, а также вновь строящиеся университеты. [4]

Университетский кампус, как типичный представитель корпоративных комплексов, являет собой город в миниатюре, где на маленькой площади приходится иметь дело с большим количеством трудностей, связанных с планировкой и благоустройством территории. В самом общем понимании кампус – это архитектурно-градостроительный комплекс, объединенный общей глобальной функцией [5]. Понятие «университетский кампус» сформировалось в США и предполагает комплекс зданий разной функциональной направленности, расположенных на одной территории и закреплённых за вузом. Это учебные корпуса, жилые помещения, хозяйственные постройки, спортивные сооружения, библиотеки, административные здания. Однако, университетский городок – это не только здания и традиционные функциональные зоны. Анализ современных кампусов показал востребованность пространств для организации праздников и соревнований, выставочных зон, а также рекреационных пространств и безопасных пешеходных путей. [1]

Существуют разнообразные типологии университетских кампусов, отличающиеся терминологическим аппаратом, но сходные по сути. Взяв за основу

типологию А. Г. Ендовицкой, можно сказать, что абсолютное большинство российских высших учебных заведений относятся либо к городским комплексам распределенного типа, которые по своей сути не кампус, а комплекс университетских зданий и объектов, рассредоточенных в среде города, либо к городским локальным комплексам интегрированного типа - кампусам высокой плотности, расположенным в городской застройке. [2]

Исторически сложилось, что большинство высших учебных заведений нашей страны были спроектированы и построены во времена Советского Союза, либо располагаются в зданиях, представляющих историческую и архитектурную ценность. При отсутствии возможности точечной застройки вблизи уже имеющегося корпуса изыскивались другие возможности, как, например, освоение доступных зданий или постройка корпусов в новых кварталах. Все это привело к тому, что во многих городах России университетские корпуса разбросаны по территории города и создание единого университетского кампуса невозможно.

В г. Архангельске к данным причинам прибавилось и структурное объединение двух университетов в один федеральный вуз. С развитием университета очевидной становится необходимость приведения внешнего вида разрозненных корпусов и прилегающих к ним территорий к единому знаменателю. В силу невозможности унифицировать архитектурный облик зданий, эта задача ложится на ландшафтное оформление и благоустройство территорий учебных корпусов.

Для поиска новых инновационных решений ландшафтного благоустройства следует понимать, что современный университет – это не только учебное заведение высшего профессионального образования, но еще и культурная, научно-исследовательская и рекреативная составляющая жизни города и региона. Поэтому важно через архитектурную и ландшафтную форму университетского городка, будь то цветовое решение, используемый материал, малые архитектурные формы, передавать основную историко-культурную идею университета.

На основе изученной нами концепции формирования комфортной городской среды, можно предложить алгоритм ландшафтно-архитектурного благоустройства территории кампуса, который включает в себя проведение градостроительного анализа, разработку карты планировочных ограничений, сбор информации о проблемных участках территории и недостатках в развитии инфраструктуры, формирование схемы транспортных и пешеходных маршрутов, а также сбор исторических сведений, опрос населения с целью выявления ассоциативного ряда с университетом, городом и регионом, ранжирование и синтез собранной информации для формирования основной идеи будущей концепции благоустройства территории кампуса. [1]

Благоустройство ландшафтно-архитектурной композиции университетского городка часто реализуется через реорганизацию озелененных пространств и установку малых архитектурных форм.

Озеленённое пространство может стать одним из важнейших объединяющих элементов в ландшафтно-архитектурной композиции современного университетского кампуса. Именно унифицированное ландшафтное благоустройство объединяет разрозненные университетские корпуса и отдельные кампусы в целостную композицию. Ландшафт в равной степени, как и здания, определяет качество университетского кампуса, обеспечивает цельность и единство всего комплекса. [3]

Для разработки концепции благоустройства университетской территории важно найти ассоциативные образы, которые затем выражаются в выборе растений для озеленения и малых архитектурных форм.

Так, Северный Арктический федеральный университет имени М. В. Ломоносова - единственный из ведущих вузов страны, расположенный на сухопутной территории Арктической зоны Российской Федерации. Идея близости Арктики является в данный момент ключевой в формировании имиджа университета. Основной визуальный ряд в

символике университета включает в себя море, айсберги, белого медведя. Превалирующие цвета – белый и голубой. Однако при разработке концепции оформления территории кампуса можно использовать ассоциации, связанные с Севером и Архангельском. Богатая культура и история края могут дать множество идей для разработки уникальной в своем роде концепции ландшафтно-архитектурного оформления кампуса.

Так в основу формообразования аллей и их взаимном расположении можно вложить образ дерева, например дуба (центральная аллея) с толстыми ветвями (пешеходные дорожки) и плотной зеленой кроной (газон). На прилегающей территории будут интересно смотреться «зеленые острова», которые можно приподнимать относительно уровня земли с организацией подпорных стенок из морских валунов – отсылка к знаменитому Кий-острову и архитектуре монастырских стен Соловков. Подобный прием организации ландшафта придаст территории дополнительную фактурность. В целом, открытые пространства следует обыграть разнообразными плоскостными объектами и объемными элементами, с помощью которых задаются габариты и конфигурация пространств. [1]

Такие острова могут быть заполнены хвойными сортами деревьев (сосна горная, ель колючая, лиственница сибирская, можжевельник виргинский или обыкновенный), что обеспечит наличие полезного лесного воздуха, а также поддержит общую концепцию САФУ, как северного университета. Наличие отдельно организованных зеленых пространств и многочисленных пешеходных дорожек позволит разработать разнообразные маршруты прогулок по территории кампуса, различные трассы для лыжных зимних прогулок и для скандинавской ходьбы.

Все малые архитектурные формы могут быть направлены на выделение значимости леса для нашего региона. Каждое пространство можно наполнить элементами, отражающими ключевые идеи, понятия и образы, связанные с Севером и Архангельском. Так, например, у многих туристов Архангельск до сих пор ассоциируется с деревянными мостовыми, которые практически исчезли из центра города. Однако, если некоторые пешеходные дорожки обыграть деревянными мосточками, это станет своеобразным напоминанием об архитектурной истории Архангельска.

Все необходимое оборудование в рекреационных зонах (скамейки, урны, элементы освещения, информационные и навигационные плакаты и указатели, павильоны и т.п.) стоит выполнить в общей стилистике, например, из дерева или с деревянными элементами.

При озеленении территории кампуса С(А)ФУ следует отдавать предпочтение традиционным северным растениям, будь то деревья, кустарники, травы или цветы. Желательно предусмотреть высаживание хвойных деревьев и кустарников, чтобы обеспечить торжественность и серьезность территории и в зимний период. Кроме того, данные виды деревьев (ель колючая, лиственница сибирская, сосна кедровая сибирская, пихта сибирская, можжевельник), как нельзя лучше коррелируют с имиджем САФУ как самого северного федерального вуза.

Итак, современный университетский кампус, объединяющий учебную, спортивную, культурно-досуговую и рекреационную зоны, позволяет формировать функциональный и комфортный учебно-научный кластер. В свою очередь университетский кампус может стать частью имиджевой составляющей всего учебного заведения и точкой социально-экономической жизни города. Новое поколение студентов чувствительно к имиджу и внешнему виду вуза, как к одному из неотъемлемых элементов престижности учебного заведения. Особенно этот фактор проявляется в небольших городах, отдаленных от столиц и крупных городов России, коим является Архангельск.

В силу исторических, архитектурных и ландшафтно-климатических условий перенос и кардинальная перепланировка кампуса САФУ им. М. В. Ломоносова не представляется возможной. Поставленная таким образом задача унификации и имиджевого объединения разрозненных учебных корпусов университета представляется очень сложной, но может быть решена через единое ландшафтное оформление кампуса. Оптимальная организация пространства предусматривает использование исходных природных особенностей местности и социально-культурный анализ территории. Унифицированное озеленение объединяет университетский кампус в единый ландшафтно-архитектурный комплекс. В сочетании с малыми архитектурными формами, которые поддерживают основной замысел, оно позволяет создать уникальный образ, поддерживающий имидж учебного заведения и идентичность региона.

\*\*\*

1. Витюк, Е.Ю. Концепция формирования комфортной городской среды как средство выявления идентичности [Электронный ресурс] //Архитектон: известия вузов. – 2020. – №3(71). – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2020\\_3/4/](http://archvuz.ru/2020_3/4/), свободный (дата обращения: 21.12.2020). – Загл. с экрана.
2. Ендовицкая, А.Г. Студенческий кампус: инфраструктура безопасности [Электронный ресурс] // Организация работы с молодежью – 2017. – №1. – Режим доступа: <http://ovv.esrae.ru/275-1211>, свободный (дата обращения: 21.12.2020). – Загл. с экрана.
3. Палей, Е.С. Озелененное общественное пространство в композиции современных университетских кампусов Европы [Электронный ресурс] / Е.С. Палей // Academia. Архитектура и строительство – 2017. – №4. – С. 55–62. – Режим доступа: [http://www.gaasn.ru/public/academia\\_2017\\_4.pdf](http://www.gaasn.ru/public/academia_2017_4.pdf), свободный (дата обращения: 21.12.2020). – Загл. с экрана.
4. Пучков, М.В. Архитектурная идентичность организации: пространственные схемы кампусов [Электронный ресурс] //Архитектон: известия вузов. – 2012. – №2(38). – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2012\\_2/3](http://archvuz.ru/2012_2/3) ], свободный (дата обращения: 21.12.2020). – Загл. с экрана.
5. Чичикина, М. А. Кампусы университетов // Молодежь и наука: сборник материалов X Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию образования Красноярского края [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html>, свободный (дата обращения: 21.12.2020). – Загл. с экрана.

**Кукарина Е.Е.**

### **Применения бентонитовых матов в качестве гидроизоляционных материалов в строительстве**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-48*

*idsp: ljjournal-02-2021-48*

#### **Аннотация**

Современные тенденции строительства в крупных городах и мегаполисах, недостаток свободных земель, рост цен на землю и необходимость ее рационального использования приводят к активному освоению подземного пространства. Строительство подземных гаражей, паркингов, торговых центров, пешеходных переходов и транспортных тоннелей требует применение надежной (водоупорной) и долговечной гидроизоляции

Бентонитовые плиты широко используются в строительстве, например, при гидроизоляции. Материал в ходу довольно давно, ведь основным его компонентом является глина. Одна из знаменитых и уже устаревших разновидностей материала встречается под названием «глиняный замок». Он представляет собой утрамбованное перемятое в плиту сырье, толщина которой составляла 30–40 см. Сегодня технологии

шагнули далеко вперед, вобрав в себя все лучшее от старых технологий и современных разработок. Так появились бентонитовые маты, о которых пойдет речь далее.

**Ключевые слова:** бентонитовые плиты, глина, гидроизоляция, глиняный замок, водоупор, плотность

### Abstract

Modern trends in construction in large cities and megacities, lack of available land, rising land prices and the need for its rational use lead to the active development of underground space. Construction of underground garages, Parking lots, shopping centers, pedestrian crossings and transport tunnels requires the use of reliable (waterproof) and durable waterproofing. Bentonite slabs are widely used in construction, for example, in waterproofing. The material has been in use for a long time, because its main component is clay. One of the famous and already outdated varieties of material is found under the name "clay castle". It is a compacted paremata in plate raw material, whose thickness was 30-40 cm. Today, technology has leaped forward, incorporating the best of old techniques and modern developments. So there were bentonite mats, which will be discussed further.

**Keywords:** bentonite plates, clay, waterproofing, clay lock, water resistance, density

Бентонитовые маты - это геосинтетические гидроизоляционные материалы рулонного типа, разработанные на основе природной бентонитовой глины. Быстро поглощают влагу и надежно удерживают ее. Материал используется для горизонтальной и вертикальной гидроизоляции подземных и заглубленных частей зданий и сооружений, а также в качестве противофильтрационных экранов - защитного слоя от попадания в почву и грунтовые воды загрязняющих веществ [7].

Бентонитовые маты обладают высокими гидроизоляционными свойствами, прочностью, устойчивостью к повреждениям и гибкостью на протяжении всего периода эксплуатации в любых гидрогеологических условиях.

**Особенности,** такие гидроизоляционные материалы чаще всего называют бентонитовыми матами из-за их визуальной схожести с этим природным материалом. С технической точки зрения, эта технология позволила существенно продлить срок службы той части сооружения, которая находится ниже нулевого уровня. В старые времена этот самый «глиняный замок» защищал помещения и конструкции не только от внешней влаги, такой как грунтовые воды и дожди с дополнительной влагой, но и как защиту внешней среды от внутреннего воздействия. Широкое применение это сырье нашло и в индустриальную эпоху, когда проблемы, связанные с утечками разных жидкостей, стали гораздо более обширными. Современные технологии несколько модернизировали этот материал, дав ему возможность увеличить и приумножить свойства «глиняного замка», сделав его простым в укладке. Качественную продукцию производят бренды Voltex и Bentofix NSP 4900. Инструкция их использования достаточно широка.

Бентониты очень нетоксичны, потому наименее вредны для окружающей среды. Среди гидроизоляционных материалов в этом плане с ними сравнятся только цементные плиты, но у них свойства гидроизоляции заметно хуже, нежели у бентонитовых.

Одно из важнейших условий для лучшей гидроизоляции – плотность прилегания. Чем плотнее бентонитовая плита прилегает к бетону, тем лучше получится гидроизоляция [4].

В качестве примера можно привести отечественные бентонитовые маты производителя «Водоупор». Данный продукт является рулонным геотекстильным, состоит из слоя синтетического полотна с обеих сторон, между которыми

расположился слой бентонитовой глины (в гранулах). Крепятся слои по принципу иглопробивания.

Применение бентонитовых матов:

1. Строительство водоемов.
2. Гидроизоляция тоннелей, фундаментов, потолков подземных сооружений – подвалов, бункеров.
3. Для защиты как грунтовых вод, так и от них.
4. Гидроизоляция водных объектов (каналы, дамбы, водные хранилища, водные резервуары).
5. Гидроизоляция специальных жидкостей (нефтехранилища, промышленные отходы).

Среди достоинств бентонитовых матов можно подчеркнуть отсутствие дефектов или иных проблем, связанных с перепадами температур, экологическую безопасность. Если мат получил механическое повреждение, то он не теряет своих свойств. Если бетонная конструкция, к которой он прикреплен, получила повреждения механического характера, то бентонитовый мат также не теряет своих свойств и продолжает хорошо гидроизолировать данный участок. Продукт весьма долговечен и неограничен в цикле прихода и убывания влаги. Так же, как и многие современные технологические материалы, бентонитовые маты не требуют для укладки каких-то определенных инструментов или специального оборудования, а также весьма оперативны в укладке. Погода не влияет ни на скорость укладки, ни на качество самого материала. Сохраняют свою эластичность же вплоть до  $-35$  градусов по Цельсию. Стоит отметить и устойчивость бентонитового сырья к специальным растворам, нефтепродуктам или химическим веществам. Более подробно о том, какие вещества выдерживает данный гидроизоляционный материал, лучше поинтересоваться у производителя, чтобы подобрать идеальный вариант. Но бентонитовые маты выдерживают угрозы внешней среды, не теряя при этом своих свойств.

Монтаж гидроизоляционных материалов, в частности, бентонитовых матов, весьма прост. Для их монтажа необходима как можно более отчищенная поверхность бетона от грязи и мусора, а также сколов самого бетона. Желательно, чтобы при монтаже самим работникам не мешали на площадке. Как правило, такие работы выполняются бригадой из пяти человек с отдельным руководителем, который контролирует процесс выполнения работы со стороны [5-6].

Основной фронт работы этой бригады сводится к подготовке бетонного основания, а также стен, ведь необходимо делать определенный нахлест, чтобы улучшить свойства гидроизоляционного материала. Для сооружений, целиком скрытых под землей, гидроизоляция проводится со всех сторон, дабы избежать протечек и разрушения самой конструкции. Когда поверхность подготовлена, то маты выкладываются на выравнивающую стяжку. При этом для лучшей гидроизоляции процедура проводится внахлест, но не закрепляется. Швы же бентонитовых плит обрабатываются бентонитовыми гранулами, но зачастую просто гранулами обсыпаются такие моменты. На вертикальные же поверхности эти маты крепятся к стене специальными металлическими дюбелями внахлест. После чего бентонитовые гранулы мешаются до консистенции сметаны и ими обрабатываются швы покрытия. В случае такого типа гидроизоляции, ее необходимо заливать бетоном или же делать их засыпку. В воде смонтировать бентонитовые изделия также невозможно, они начинают слишком набухать.

Ошибки при монтаже: пожалуй, главной проблемой при гидроизоляционных работах, особенно в России, является тот факт, что заказчик зачастую ждет гораздо большего эффекта и качества от гидроизоляции, чем тот, который можно осуществить.

Самыми частыми причинами некачественной работы по любой гидроизоляции являются неправильно подобранные материалы: самые дешевые и несовместимые друг с другом. Одной из причин может являться некачественная заделка швов. Но все-таки основной причиной является некорректное выставление сроков, которое зачастую идет по самой нижней временной границе, но встречается и такое, что заказчик решает, вопреки СНИПам, сократить сроки по своему желанию, что является нарушением технологии. Порой, трудно объяснить, что любые материалы или иное сырье должны выдерживаться какой-то определенный срок [2]. Помимо заказчика, частенько и проектный отдел некорректно рассчитывает многие факторы, такие как разбухание самой бентонитовой смеси: не оставляют полостей для расширения материала, а это ведет к его деформации и потере его свойств. Иногда бывает, что полость слишком большая и это тоже вызывает дефект, так как свободные полости, куда бентонитовый материал не проникает даже после разбухания, остаются без гидроизоляции и это ведет к определенным последствиям. Важно, что при гидроизоляции бентонитовыми плитами необязательно выжидать 28 суток отстаивания бетона, но 10–12 дней на это дело отвести следует. К сожалению, нередко случаи, когда этот момент не учитывают ни проектировщики, ни заказчики.

При разработке и производстве работ есть определенные распространенные ошибки. Иногда нет достаточной информации об уровне грунтовых вод, их поднятии и уменьшения, а это немаловажный факт, так как высоту гидроизоляции высчитывают, опираясь и на эту величину. Еще одна распространенная ошибка – специальные выравнивающие растворы или бетонные стяжки, которые фильтруют воду. Некоторые подрядчики искренне уверены в том, что эта стяжка и бентонитовые плиты будут работать как одно целое, но ошибка заключается в том, что у гидроизоляции и стяжки совершенно разное назначение.

Вывод:

Бентонитовый мат является универсальным средством для гидроизоляции, имеющий минеральную основу. Благодаря своим свойствам, при условии качественного монтажа, является отличным материалом для гидроизоляции, защищающей сооружение не только от влаги, но и от газов. Является очень износостойким, а также прекрасно герметизирует сооружение, а сама конструкция бентонитового мата защищает от механических воздействий сердцевину сырья.

\*\*\*

1. Гилязидинова Н.В. и др. Технологические процессы в строительстве: курс лекций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство». Кемерово: КузГТУ, 2016. С. 114.
2. Данилов Н.Н. и Терентьев О.М. Технология строительных процессов. М.: Высшая школа, 2000. С. 214
3. Хамзин С.Н., Карасев А.Н. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. М.: Высшая школа, 1984.
4. Зайков Д. Н. Новое поколение российских гидроизоляционных материалов проникающего действия // Строительные материалы, № 12, 2003, С. 20–21.
5. Технологии гидроизоляции зданий и сооружений // Промышленно-строительное обозрение, № 2 (100), 2007, С. 60.
6. Искрин В.С. и др. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. Стройиздат, 1975. С. 215
7. Кирсанов Н.В. Генетические типы и закономерности распространения месторождений бентонитов в СССР / Н.В. Кирсанов, М.А. Ратеев, А.А. Сабитов и др. - М.: Недра, 1981, С. 214.
8. Котельников Д.Д. Глинистые минералы осадочных горных пород / Д.Д. Котельников, А.И. Конюхов, - М.: Недра, 1986, С. 247.

Мочалова Е.Ю.

## Некоторые принципы построения набережных ландшафтов

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева  
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-02-2021-49

idsp: ljjournal-02-2021-49

### Аннотация

В работе представлен анализ двух современных набережных. В результате выявлены основные принципы их композиционного построения. Данная статья выдвигает идеи гуманистического экологического подхода к проектированию и развитию территорий урбанизированных набережных.

**Ключевые слова:** пространство, организация, ландшафтная архитектура, композиционные приёмы, набережные, устойчивое развитие.

Устойчивость в мировых программах управления прибрежными районами к концу 20-го века стала доминирующей парадигмой и принята в качестве основного критерия, на который следует опираться при планировании и проектировании прибрежных городских территорий [2].

Сегодня вопросы планирования, землепользования и устойчивости в прибрежных районах более актуальны, чем когда-либо, а идеи, принципы и политика в отношении устойчивости приобретают все большую популярность. Обострение экологической ситуации в городе, загрязнения окружающей среды, нерациональное использование прибрежных территорий, недостаток озелененных территорий требуют применения комплексного подхода к организации прибрежных зон, которые должны не только удовлетворять нужды и потребности населения, но и улучшать экологию урбанизированной среды [3].

Для создания экологически устойчивых систем, с социально ориентированностью на нужды и потребности городских жителей необходимо применять комплексный подход к организации рекреационных зон в структуре прибрежных территорий. Ландшафтное проектирование таких территорий следует воспринимать как целостный процесс планирования, который учитывает социальные потребности и проблемы, в частности проблему защиты окружающей среды, решение которой достигается путем применения принципов экологического проектирования [1, 6].

В настоящее время существует ряд острых проблем в планировке урбанистических прибрежных территорий, такие как:

- недостаток места внутри городской жилой застройки для формирования целостных прогулочных экологических территорий, которые формируют «зеленый» каркас общегородской застройки;
- большинство рекреационных территорий формируются без учета локальных особенностей территории;
- отсутствие практического социального эффекта – ландшафт используется только для обслуживания населения, без интегрированной стратегии управления экологической составляющей.

Одним из важнейших условий, гарантирующих стабильную привлекательность береговых территорий для жителей близлежащих кварталов, наряду с бестранспортной трактовкой самих набережных, является создание эффективной системы пешеходных коммуникаций, ведущих от жилой застройки в сторону акватории. Формирование приглашения к воде невозможно без создания для человека на пути к берегу ощущения

постоянного сопровождения природой и предложения контакта с естественным окружением в любое время года.

Комплексный подход в моделировании и структурном преобразовании прибрежных территорий основывается на системе принципов и методов организации городских береговых линий. В числе основных принципов формирования прибрежных зон предлагаются:

**Принцип гуманистического планирования среды.** Под процессом гуманизации пространственной среды, понимается ее совершенствование в целях достижения физического, психологического и духовного комфорта человека в искусственном и природном окружении. Многообразие и стремительная смена потребностей всевозможных социальных групп населения в организации материально-пространственного окружения становятся основополагающими причинами в современном формировании градостроительных объектов гражданского назначения. Это определяет потребность пересмотра имеющихся аспектов к архитектурно-ландшафтной организации прибрежных территорий города [4, 7].

**Принцип максимального сохранения природности.** Принцип подразумевает максимальное включение природных компонентов в структуру реконструируемых и заново проектируемых береговых пространств, а также бережное отношение к существующим природным ресурсам. Принцип составляет базис для повышения роли природного каркаса в наполнении прибрежных пространств и созданию новых городских набережных [5, 8].

**Принцип равновесия между антропогенными и природными компонентами.** Среда обитания человека тесно связана с городскими территориями, поэтому невозможно избежать урбанизации окружающей среды. Проектирование должно быть сфокусировано на балансе между экологичностью окружающей среды и развитием городов. Данный баланс можно достигнуть путём применения знаний об экологии и реализацией экологического благоустройства [9, 10].

**Принцип эстетической гармонизации.** Принцип эстетической гармонизации направлен на улучшение воспринимаемых человеком визуальных качеств прибрежной среды в целях достижения композиционной целостности зданий, системы зеленых насаждений, малых форм и т.д.

**Принцип формирования устойчивых моделей экологической безопасности.** Принцип основывается на учете естественных состояний природных экосистем. Региональные природоохранные объекты показывают действенную модель экологической безопасности, которая обеспечивает устойчивость природных территориальных комплексов.

**Принцип комплексного «девелопмента» территорий.** Принцип основывается на разработке комплексных планов развития территорий, привлечении инвестиций для рационального использования прибрежных ресурсов, гарантирующих их окупаемость [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. А также общие планировочные принципы:

- **Принцип непрерывности.** Непрерывность городских прибрежных территорий заключается в единой системе зеленых пространств (не занятых застройкой), которые посредством пешеходных связей будут объединяться с прибрежными территориями.

- **Принцип многоуровневости.** Равномерность распределения зеленых коридоров, направленных из городской структуры к прибрежным территориям, начинается на разных градостроительных уровнях. Соответствие зеленых коридоров этим уровням (дому, комплексу, микрорайону, району, городу) обеспечивает многоуровневость самой системы зеленых коридоров, которые включают в себя двор, сад микрорайона, районные парки, городские парки, их взаимосвязанные системы, пригородные зоны отдыха, лесопарки, леса, заповедники, бульвары, набережные и т.д.

- **Принцип равномерности.** Каждый зеленый коридор выполняет не одну, а несколько функций, т.е. любой парк, сквер служит для оздоровления среды и местом отдыха. Каждая функция может быть ведущей или второстепенной. Качество системы зеленых коридоров определяется и функциональной плотностью, разнообразием значения составляющих её территорий, соответствующим потребностям населения.

**Парк Бишан, Сингапур.** Проект «Река Калланг - Парк Бишан» - это новое видение зеленой городской инфраструктуры, которая отвечает потребностям водоснабжения и одновременно борется с наводнениями, создавая в городе места для отдыха людей на природе. Этот проект является частью программы *ABC Waters* - долгосрочной инициативы по преобразованию водных объектов страны, выходящих за рамки их функций дренажа и водоснабжения, в новые яркие пространства для общения и отдыха. В парке Бишан прямой бетонный дренажный канал длиной 2,7 км был преобразован в извилистую естественную реку длиной 3 км, которая проходит через парк. Шестьдесят два гектара паркового пространства были приспособлены для отдыха местного населения. Парк включает в себя три детские площадки, рестораны, новую смотровую площадку, построенную с использованием переработанных стен старого бетонного канала, и множество открытых зеленых пространств с насаждениями, которые дополняют природное русло экологически отреставрированной реки в самом центре города. Это место, где можно снять обувь и стать ближе к воде и природе, которое наглядно иллюстрирует принципы экологического проектирования.



Рисунок 1 - Парк Бишан до реорганизации



Рисунок 2 - Парк Бишан после реорганизации

**Набережная польского городка Тыхы.** Озеро Папрочаны - лучший выбор для отдыха на территории Польши. В рамках всего проекта была построена 400-метровая набережная, занимающая площадь около 2 гектаров. Перед постройкой, на территории был пустырь, где местные жители любили ловить рыбу.

В основе концепции - деревянные извилистые дорожки, проложенные вдоль берега озера, благодаря чему окружающее пространство воспринимается с разных точек зрения. Пешеходная и велосипедная дорожки спускаются почти к озеру, а местами проложены над водой. При выборе отделки было отдано предпочтение натуральным материалам. Для скамеек и ограждений использовались хвойные породы деревьев. В некоторых местах, на велосипедных парковках и под тренажерным оборудованием, использовался водонепроницаемый материал на основе минеральных заполнителей и гранул EPDM. На набережной высажено много видов растений, для поддержания разнообразия экологической среды. Кроме того, на набережной появилось много лавочек, которые по вечерам освещаются энергосберегающими светодиодами. Проект набережной получил несколько наград, в том числе награду за лучшую реализацию общественного пространства во всей Польше.

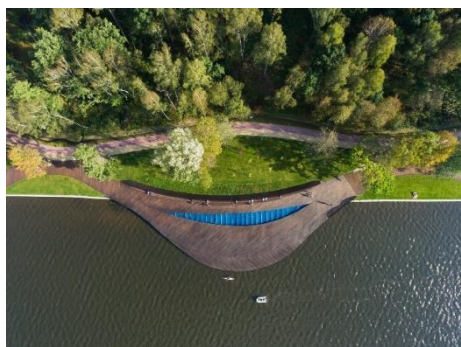


Рисунок 3 - Проект набережной города Тыхы



Рисунок 4 – Проект набережной города Тыхы

Таким образом, статье даются рекомендации по проектированию экологических ландшафтов городской набережной. В экологическом планировании необходимо учитывать концепцию и требования экологической культуры, чтобы не разрушить естественную среду. При строительстве пространств на набережной в первую очередь следует учитывать общую ситуацию с макроэкономической точки зрения и разумно использовать доступные ресурсы и эко-материалы. В то же время в период развития современной науки и техники прибрежные ландшафты и другие типы ландшафта должны содержать новые технологии и другие аспекты, которые придают городу новую жизнь.

\*\*\*

1. Воронина О.Н. Парк как зона общественной рекреации. Режимы функционирования. Приоритеты / О. Н. Воронина // Великие реки 2005: Генеральные докл., тез. докл. Междунар. науч.-пром. форума. Н. Новгород, 2005. С. 34-36.
2. Задворянская Т.И. Реконструкция прибрежных территорий – возвращение природных функций: отечественная и зарубежная практика, общие тенденции и отличительные особенности. [Текст] / Т.И. Задворянская // Актуальные проблемы архитектуры и градостроительства в разработке региональной модели архитектурного образования: отчет о НИИР. Воронеж, 2008. С. 16–18.
3. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования. Москва, 2013. Том Часть 2.
4. Сорокопудов В.Н., Березкина И.В., Пирогова К.И., Скакова А.Г., Токарев Д.А., Ханбабаева О.Е., Ханбабаев Р.К. Изучение влияния занятий «скандинавской ходьбой» в связи с разработкой озеленения и благоустройства специальных маршрутов в парках г. Москвы. / Естественные и технические науки. 2019. № 7 (133). С. 62-68.

5. Сотникова И.В. Ландшафтно-градостроительная организация городских транзитных пространств (на примере г. Волгограда) : автореф. дис.канд. архитектуры: 18.00.04 / И.В. Сотникова. СПб., 2008. 23 с. ил.
6. Ханбабаева О.Е. Значение воды в ландшафтном строительстве и улучшении микроклимата территории. Вестник ландшафтной архитектуры. 2014. № 3. С. 109-111.
7. Kay, R. and Alder, J., "Coastal Management Planning", in R. Kay and J.Alder (eds.) Coastal Planning and Management, ISBN 0-203-34122-8, Taylor & Francis, New York, 241-264 (2005).
8. Lang, S., "Striving for Sustainability on the Urban Waterfront: The Case of Newtown Creek", in J. N. Desena and T. Shortell (eds.) The World in Brooklyn: Gentrification, Immigration, and Ethnic Politics in a Global City, ISBN:978-0-7391-6671-0, Lexington Books, USA, 211-236 (2012).
9. K. Foo, J. McCarthy, A. Bebbington. Landscape Ecol., 33,5 (2018),675-689
10. Shlapakova S.N., Beriozkina I.V., Hanbabayeva O.E., Sorokopudov V.N., Lukashov Ye.S. Selection of herbaceous plant assortment for park ground cover using plants of natural phytocoenosis. В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. С. 00246.

**Тарасенко Д.О., Гулякин Д.В.**

### **Компьютерное моделирование в строительстве**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-50*

*idsp: ljjournal-02-2021-50*

#### **Аннотация**

В статье описываются роль компьютера и компьютерного моделирования в строительстве, приведены примеры программного обеспечения для решения различных задач с сфере строительства и архитектуры.

**Ключевые слова:** строительство, компьютер, компьютерное моделирование, программное обеспечение.

#### **Abstract**

The article describes the role of computer and computer modeling in construction, provides examples of software for solving various problems in the field of construction and architecture.

**Keywords:** construction, computer, computer modeling, software.

Одно из правил, которое диктует современный мир – применение компьютеров, без которых уже не могут продуктивно существовать ни одно предприятие.

Компьютерная техника уже давно прочно закрепилась во всех сферах жизнедеятельности человека. Нельзя найти такую отрасль производства, которая бы могла в настоящее время существовать без компьютеров.

Архитектура и строительство также активно внедряет компьютерные технологии в свою работу. Процесс урбанизации городов привел к тому, что количество новых строительных объектов с каждым днем становится все больше. Более того, современные здания продолжают свой рост не только ввысь, но и начинают уходить все глубже под землю. Вследствие этого, конструкции строительных сооружений начинают усложняться, что приводит и к усложнению расчетов несущих конструкций. Решить такую сложную задачу могут только компьютеры и специалисты, которые используют их для работы. Как следствие, задачей современного инженера сегодня является не только создание технических механизмов и систем, но и обеспечение их нормального функционирования в социуме. На ряду, с производственными функциями (обеспечение развития и функционирования техники и технологии) важнейшими функциями инженера являются принятые решения[1-6].

Долго считалось, что первым программируемым компьютером был ENIAC, заработавший в 1945 году в США. Тем не менее, со временем рассекречивались военные документы и стало очевидно, что ENIAC был лишь пятым в списке, которому предшествовал и английский Colossus, созданный для дешифровки немецких сообщений во время Второй Мировой, и, возглавляющий список, немецкий ZUSE Z3, заработавший в мае 1941 года.

Первое поколение компьютеров с электронными лампами во второй половине 50-х годов уступило место следующему, поколению первых транзисторов, тогда и стали развиваться САД-технологии. На первом этапе программное обеспечение САД было относительно примитивным и простым, редко когда использовалось вне нужд авиакосмической и автомобильной промышленности. С развитием компьютерной индустрии, внедрением технологий микрочипов (третье поколение компьютеров) и появлением в 80-х годах первых доступных персональных ЭВМ компьютерные средства проектирования стали все более и более активно осваиваться проектировщиками и дизайнерами.

По своей сути программное обеспечение САД визуализирует информацию средствами компьютерной графики, т. е. создает и обрабатывает графические изображения средствами вычислительной техники. САД-технологии позволяют работать дизайнерам, конструкторам и проектировщикам в двухмерной и/или трехмерной среде – 2D- и 3D-графике, соответственно.

На сегодняшний день, разработаны специальные программы, которые помогают проектировщикам создавать проекты конструкций каркасных сооружений, и даже могут выдавать готовые рабочие чертежи и схемы. Помимо этого, современные программные продукты позволяют работать с поверхностями, материалом, светом, создавая фотореалистичные изображения, проектируемых объектов от стакана с водой до интерьера, от кресла пилота до целого самолета. Такие возможности компьютерной техники позволяют значительно ускорить и упростить все работы по проектированию.

Следует отметить тот факт, что разработка проекта выполняется в соответствии со стандартами, нормами и требованиями, которые действуют в строительной области. При введении в такую программу основных данных архитектурных компонентов, можно произвести расчет не только стоимости целостного проекта, но и узнать цену узлов здания в отдельности.

С каждым днем, количество программ для строительных и архитектурных нужд неуклонно растет. Одни могут максимально точно выполнять технические расчеты относительно прочности и колебаний конструкций, которые застраиваются. Другие способны производить расчеты возможных вариаций инженерных коммуникаций и предлагать самый оптимальный и экономичный вариант.

Одной из наиболее распространенных программ для проектирования является программа AutoCAD от американской фирмы-разработчика Autodesk.

Для создания качественных визуализаций сложных архитектурных объектов, дизайн-проектов, моделирования объектов с высокой степенью детализации используется другой продукт фирмы Autodesk - 3ds Max.

Для создания совместных, согласованных и полных проектов зданий и сооружений на основе технологии BIM (Building Information Modeling - информационное моделирование здания) проектировщики пользуются программой Autodesk Revit.

Аналог зарубежной программе Autodesk Revit был разработан в Венгрии компанией Graphisoft. ArchiCAD - программа, которая позволяет создавать модель здания не из геометрических примитивов, а из связанных между собой элементов конструкций. В любой этап работы над проектом можно вносить изменения, которые автоматически будут отражаться во всех задействованных элементах, конструкциях и спецификациях к ним.

Существуют также специальные программы, которые помогают составить строительные сметы, а также могут осуществлять не только проверку и сравнительный анализ сметной документации, но и сделать объективную оценку имеющихся тендерных предложений. И это еще далеко не все, так как существует большое множество дизайнерских программ, которые направлены на создание внутренних метаморфоз строений.

\*\*\*

1. Гулякин Д.В. Информационная деятельность в процессе формирования социально-информационной компетентности будущего специалиста // В мире научных открытий. 2010. № 2-2 (8). С. 19-21.
  2. Kharchenko L., Panova I., Babaeva E., Magomedova R., Gulyakin D., Pashtaev B. Russian syndromes, impeding the development of the innovation processes in education // Life Sci J 2014;11(9s):184-187, USA, (ISSN:1097-8135). <http://www.lifesciencesite.com>. 35.
  3. Гулякин Д. В. Роль информационно-коммуникационных технологий в формировании социально-информационной компетентности // Современные информационные технологии. – 2009. – №10. – с. 121-123.
  4. Гулякин Д.В. Информационная культура и ее аспекты // В сборнике: ВУЗОВСКАЯ НАУКА - СЕВЕРО-КАВКАЗСКОМУ РЕГИОНУ. Материалы XIII научно-технической конференции. Главный редактор: Синельников Б.М., 2009. С. 181.
  5. Гулякин Д.В. Социально-информационная компетентность в структуре деятельности личности // Научные проблемы гуманитарных исследований. 2009. № 12. С. 36-39.
  6. Гулякин Д.В. Факторы, детерминирующие необходимость формирования социально-информационной культуры студентов технического вуза//Историческая и социально-образовательная мысль. –2014. –№ 3 (25). –С. 109-111.
-

## РАЗДЕЛ VII. МАТЕМАТИКА

Богомолова Е.В.

## Построение трёхмерного крыловского подпространства для решения линейных систем

ГБОУ ВПО «Государственный университет «Дубна»  
(Россия, Дубна)

doi: 10.18411/lj-02-2021-51

idsp: ljjournal-02-2021-51

**Аннотация**

Рассматривается трёхмерное крыловское подпространство, с помощью которого можно находить приближенное решение системы линейных уравнений. Представлен алгоритм, реализующий этот метод, и условия его сходимости.

**Ключевые слова:** решение систем линейных уравнений; крыловское подпространство; проекционные методы; ортогональное проектирование; условия Петрова-Галёркина.

**Abstract**

The three-dimensional Krylov subspace is considered, which can be used to find an approximate solution of a system of linear equations. The algorithm that implements this method and conditions for its convergence is presented.

**Keywords:** solution of a system of linear equations; projection methods; an orthogonal projection; the Krylov subspace; the conditions of Petrov-Galerkin.

Построим трёхмерное крыловское подпространство для нахождения приближённого решения линейной системы  $Ax = bc$  вещественной симметричной положительно определённой матрицей  $A$ . Будем использовать ортогональный проекционный метод с трёхмерным крыловским подпространством  $\mathcal{K} = \text{span}\{r, Ar, A^2r\}$ , где  $r = b - Ax$  текущая невязка. В качестве базиса подпространства  $\mathcal{K}$  возьмём вектор  $r$ ; вектор  $p$ , получаемый ортогонализацией вектора  $Ar$ ; и вектор  $q$ , получаемый ортогонализацией вектора  $A^2r$ , с использованием метода Грама-Шмидта:

$$\begin{aligned} p &= Ar - h_{12}r, \text{ причём } (p, r) = 0, \\ q &= A^2r - h_{13}r - h_{23}p, \text{ причём } \begin{cases} (q, r) = 0, \\ (q, p) = 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Отсюда находим

$$h_{12} = \frac{(Ar, r)}{(r, r)}; h_{13} = \frac{(A^2r, r)}{(r, r)}; h_{23} = \frac{(A^2r, p)}{(p, p)}.$$

Тем самым построен ортогональный базис трёхмерного подпространства  $\mathcal{K}$ , состоящий из векторов  $r, p, q$ .

Пусть  $\mathcal{L} = \mathcal{K}$ .

Необходимо найти такое  $\delta = \alpha r + \beta p + \gamma q \in \mathcal{K}$ , чтобы  $r_0 - A\delta \perp \mathcal{L}$ , т.е.

$$x_{new} = x_0 + \delta, \delta \in \mathcal{K} \quad (1)$$

$$\forall l \in \mathcal{L}: (r_0 - A\delta, l) = 0. \quad (2)$$

В таком случае новое приближение получается посредством операций:

$$\begin{aligned} r &\leftarrow b - Ax, \\ p &\leftarrow Ar - \frac{(Ar, r)}{(r, r)}r, \\ q &\leftarrow A^2r - \frac{(A^2r, r)}{(r, r)}r - \frac{(A^2r, p)}{(p, p)}p, \end{aligned}$$

$$x \leftarrow x + \alpha r + \beta p + \gamma q.$$

Условие Петрова-Галёркина даёт  $(r - \alpha Ar - \beta Ap - \gamma Aq, l) = 0$ . Отсюда при  $l = r$ ,  $l = p$  и  $l = q$  получим систему уравнений для нахождения  $\alpha, \beta$  и  $\gamma$ :

$$\begin{cases} \alpha(Ar, r) + \beta(Ap, r) + \gamma(Aq, r) = (r, r), \\ \alpha(Ar, p) + \beta(Ap, p) + \gamma(Aq, p) = 0, \\ \alpha(Ar, q) + \beta(Ap, q) + \gamma(Aq, q) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Здесь учитывается, что  $(r, p) = 0, (r, q) = 0$ .

Если обозначить  $V = [r, p, q]$  матрицу, столбцы которой образуют базис в  $\mathcal{K} = \mathcal{L}$ , тогда матрица коэффициентов системы (3) примет вид  $V^T A V$ . Так как  $A$  положительно определена, тем же свойством обладает матрица  $V^T A V$ . Значит,

$$\text{определитель матрицы системы (3)} \Delta = \begin{vmatrix} (Ar, r) & (Ap, r) & (Aq, r) \\ (Ar, p) & (Ap, p) & (Aq, p) \\ (Ar, q) & (Ap, q) & (Aq, q) \end{vmatrix} > 0.$$

Тогда система (3) имеет единственное решение

$$\alpha = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \beta = \frac{\Delta_2}{\Delta}; \gamma = \frac{\Delta_3}{\Delta},$$

где

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \begin{vmatrix} (r, r) & (Ap, r) & (Aq, r) \\ 0 & (Ap, p) & (Aq, p) \\ 0 & (Ap, q) & (Aq, q) \end{vmatrix} = (r, r)[(Ap, p)(Aq, q) - (Ap, q)(Aq, p)]; \\ \Delta_2 &= \begin{vmatrix} (Ar, r) & (r, r) & (Aq, r) \\ (Ar, p) & 0 & (Aq, p) \\ (Ar, q) & 0 & (Aq, q) \end{vmatrix} = (r, r)[(Ar, q)(Aq, p) - (Ar, p)(Aq, q)]; \\ \Delta_3 &= \begin{vmatrix} (Ar, r) & (Ap, r) & (r, r) \\ (Ar, p) & (Ap, p) & 0 \\ (Ar, q) & (Ap, q) & 0 \end{vmatrix} = (r, r)[(Ar, p)(Ap, q) - (Ar, q)(Ap, p)]. \end{aligned}$$

Приближенное решение на  $k$ -ом шаге в указанном многообразии даётся формулами

$$x_{k+1} = x_k + \alpha_k r_k + \beta_k p_k + \gamma_k q_k. \quad (4)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \delta_k &= \alpha_k r_k + \beta_k p_k + \gamma_k q_k; \\ r_k &= b - Ax_k; \\ p_k &= Ar_k - \frac{(Ar_k, r_k)}{(r_k, r_k)} r_k; \\ q_k &= A^2 r_k - \frac{(A^2 r_k, r_k)}{(r_k, r_k)} r_k - \frac{(A^2 r_k, p_k)}{(p_k, p_k)} p_k; \\ \Delta^{(k)} &= \begin{vmatrix} (Ar_k, r_k) & (Ap_k, r_k) & (Aq_k, r_k) \\ (Ar_k, p_k) & (Ap_k, p_k) & (Aq_k, p_k) \\ (Ar_k, q_k) & (Ap_k, q_k) & (Aq_k, q_k) \end{vmatrix}; \\ \Delta_1^{(k)} &= (r_k, r_k)[(Ap_k, p_k)(Aq_k, q_k) - (Ap_k, q_k)(Aq_k, p_k)]; \\ \Delta_2^{(k)} &= (r_k, r_k)[(Ar_k, q_k)(Aq_k, p_k) - (Ar_k, p_k)(Aq_k, q_k)]; \\ \Delta_3^{(k)} &= (r_k, r_k)[(Ar_k, p_k)(Ap_k, q_k) - (Ar_k, q_k)(Ap_k, p_k)]; \\ \alpha_k &= \frac{\Delta_1^{(k)}}{\Delta^{(k)}}; \beta_k = \frac{\Delta_2^{(k)}}{\Delta^{(k)}}; \gamma_k = \frac{\Delta_3^{(k)}}{\Delta^{(k)}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Алгоритм метода

1. Вычислить  $r = b - Ax$ ,  $p = Ar - \frac{(Ar, r)}{(r, r)} r$ ,  $q = A^2 r - \frac{(A^2 r, r)}{(r, r)} r - \frac{(A^2 r, p)}{(p, p)} p$
2. Until критерий остановки Do

$$\begin{aligned}
 & 3. \quad \Delta := \begin{vmatrix} (Ar, r) & (Ap, r) & (Aq, r) \\ (Ar, p) & (Ap, p) & (Aq, p) \\ (Ar, q) & (Ap, q) & (Aq, q) \end{vmatrix} \\
 & \Delta_1 := (r, r)[(Ap, p)(Aq, q) - (Ap, q)(Aq, p)] \\
 & \Delta_2 := (r, r)[(Ar, q)(Aq, p) - (Ar, p)(Aq, q)] \\
 & \Delta_3 := (r, r)[(Ar, p)(Ap, q) - (Ar, q)(Ap, p)] \\
 & 4. \quad \alpha := \frac{\Delta_1}{\Delta} \\
 & \beta := \frac{\Delta_2}{\Delta} \\
 & \gamma := \frac{\Delta_3}{\Delta} \\
 & 5. \quad x := x + \alpha r + \beta p + \gamma q \\
 & 6. \quad r := r - \alpha Ar - \beta Ap - \gamma Aq \\
 & 7. \quad p := Ar - \frac{(Ar, r)}{(r, r)} r \\
 & q = A^2 r - \frac{(A^2 r, r)}{(r, r)} r - \frac{(A^2 r, p)}{(p, p)} p \\
 & 8. \quad \text{EndDo}
 \end{aligned}$$

Если  $A$  является вещественной симметричной положительно определённой матрицей, тогда  $A$ -нормы векторов ошибки  $d_k = x_* - x_k$ , генерируемых алгоритмом, удовлетворяют неравенству

$$\|d_{k+1}\|_A \leq \frac{\lambda_{max} - \lambda_{min}}{\lambda_{max} + \lambda_{min}} \|d_k\|_A. \tag{6}$$

Алгоритм сходится при любом начальном приближении  $x_0$ .

Здесь  $\lambda_{max}, \lambda_{min}$  наибольшее и наименьшее собственные значения матрицы,  $x_*$  - точное решение системы,  $x_k$  - приближенное решение, определяемое формулой (4). Символ  $\|x\|_A$  обозначает  $A$ -норму вектора, определяемую формулой

$$\|x\|_A = \sqrt{(Ax, x)}.$$

В качестве примера рассмотрим систему с матрицами

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 0 & -2 \\ -2 & 3 & -1 & 2 \\ 0 & -1 & 2 & 3 \\ -2 & 2 & 3 & 10 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Точное решение  $X = \left(\frac{17}{4} \quad 18 \quad \frac{49}{2} \quad -10\right) = (4.25 \quad 18 \quad 24.5 \quad -10)$ .

Таблица 1 показывает результаты применения алгоритма к задаче для начального приближения  $x_0 = (1 \quad 1 \quad 1 \quad 1)$ :

Таблица 1

Итерации $k$	Приближённое решение $x_k$	Невязка $\ r_k\ $	Ошибка $\ d_k\ $
k=10	(3.975 16.564 22.515 -9.071)	1.052	2.635
k=20	(4.227 17.879 24.332 -9.922)	0.089	0.223
k=30	(4.248 17.99 24.486 -9.993)	$7.503 \cdot 10^{-3}$	0.019

\*\*\*

1. Саад Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем: Учеб. пособие. – В 2-х томах. Том 1 / Пер. с англ.: Х.Д.Икрамов; Предисл.: В.А.Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 344 с.
2. Богомолова Е.В. Методы ортогонального проектирования решения систем линейных уравнений для двумерного крыловского подпространства: Статья. Тенденции развития науки и образования, 2019, № 51. Ч. 7. – 96 с.

**Залукаева О.В.**

**Опыт проведения дистанционной олимпиады по теории вероятностей в техническом вузе**

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В.Ломоносова  
(Россия, Северодвинск)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-52*

*idsp: ljournal-02-2021-52*

**Аннотация**

В статье проанализирован опыт проведения дистанционной олимпиады по теории вероятностей в техническом вузе. Приведена подборка заданий, предлагавшихся для решения. Проведена количественная и качественная оценка результатов. Разобрано решение нескольких задач.

**Ключевые слова:** теория вероятностей, дистанционное обучение, повторение независимых испытаний, вероятности сложных событий

**Abstract**

The article analyzed the experience of distance Olympiad about theory of chances. It was in technical university. In this article demonstrates the tasks that were proposed for solving. This was a qualitative assessment of the results was carried out. The solution of several tasks is analyzed.

**Keywords:** theory of chances, distance learning, repetition of independent tests, the likelihood of complex events.

Теория вероятностей и математическая статистика приобрели сейчас настолько огромное практическое значение в инженерном деле, что в современных ФГОС ВПО подготовки бакалавров по техническим направлениям этой дисциплине отводится весьма значительная роль. Знание вероятностных закономерностей, свободное владение методами построения вероятностных моделей профессиональных задач является необходимым элементом подготовки конкурентоспособных инженеров, востребованных на рынке труда [1].

Математические олимпиады являются мощным стимулом к углубленному изучению предмета, раскрытию способностей, творческого потенциала студентов, формированию вероятностного стиля мышления.

В условиях дистанционного обучения целью проведения олимпиады стала поддержка интереса студентов к изучаемой дисциплине, попытка разнообразить их учебную деятельность и даже оценка усвоения учебного материала в новых, весьма трудных обстоятельствах.

Поэтому олимпиадные задания подбирались по двум принципам: охватить наибольшее количество тем и подобрать задания разные по уровню сложности так, чтобы «средний» студент мог решить несколько задач, а «продвинутому» студенту было над чем подумать.

В итоге олимпиадные задания охватили следующие разделы теории вероятностей: классическое определение вероятности, повторение независимых испытаний, условная вероятность, законы распределения и числовые характеристики случайных величин, формула полной вероятности, вероятности сложных событий, нормальный закон распределения случайных величин. Деление задач на темы носит условный характер. Некоторые задачи можно решать различными способами.

В таблице 1 приведена подборка олимпиадных задач, предложенных студентам технических специальностей Института судостроения и морской арктической техники.

Большая часть задач носит классический характер, их условия могут быть немного изменены без потери математической сущности. Задача 3 (о бродяге)

предлагалась на Открытой международной студенческой интернет олимпиаде по математике (организатор – Поволжский технический университет) в 2010 г. [2].

Таблица 1.

## Задания олимпиады «Орел и решка»

№№	Задание
1	Из разрезной азбуки выкладывается слово «математика». Затем все буквы этого слова тщательно перемешиваются и снова выкладываются в случайном порядке. Какова вероятность того, что снова получится слово «математика»?
2	Два равносильных шахматиста играют матч из 12 партий. В каждой партии возможно три исхода: $\omega_1 = \{\text{выиграл первый игрок}\}$ , $\omega_2 = \{\text{ничья}\}$ , $\omega_3 = \{\text{выиграл второй игрок}\}$ . Пусть $P(\omega_1) = P(\omega_3) = 0,2$ , $P(\omega_2) = 1 - P(\omega_1) - P(\omega_3) = 0,6$ . Найти вероятность события $A = \{\text{сыграно две результативные партии}\}$ .
3	В одном маленьком французском городке полиция разыскивает бродягу. Вероятность того, что он находится в одном из восьми баров этого городка, безразлично в каком, равна 0,8. Двое полицейских посетили семь баров, но бродягу не обнаружили. С какой вероятностью он будет найден в восьмом баре?
4	Автомобиль на пути к месту назначения встретит 5 светофоров, каждый из которых пропустит его с вероятностью 0,6. Случайная величина $X$ – число светофоров, пройденных машиной до первой остановки или до прибытия к месту назначения. Найти математическое ожидание случайной величины.
5	На рисунке изображена схема дорог. Туристы выходят из пункта $A$ , выбирая каждый раз на развилке дорог дальнейший путь наудачу. Какова вероятность, что они попадут в пункт $C$ ?
6	Игральную кость бросают пять раз. Найти вероятность того, что три раза выпадет четное число очков, один раз выпадет одно очко и один раз выпадет три либо пять очков (событие $A$ ).
7	Математик каждую секунду с вероятностью $1/2$ делает шаг вперед, а с вероятностью $1/2$ стоит и обдумывает мысль. По истечении каждой секунды (независимо от продолжительности предыдущего обдумывания) с вероятностью $1/3$ математику может прийти в голову гениальная идея. Какова вероятность того, что перед тем, как гениальная идея придет математику в голову, он сделает ровно 2 шага?
8	В ящике лежат 12 красных, 8 зеленых и 10 синих шаров. Наудачу вынимаются два шара. Какова вероятность того, что вынуты шары разного цвета, если известно, что среди них нет синего?
9	Студент Иванов знает только 10 из 25 экзаменационных билетов. В каком случае шансы Иванова получить известный ему билет выше: когда он подходит тянуть билет первым или вторым по счету?
10	Коробки с шоколадом упаковываются автоматически. Их средняя масса равна 1,06 кг. Известно, что 5% коробок имеют массу, меньшую 1 кг. Каков процент коробок, масса которых превышает 940 г?

В олимпиаде приняли участие 18 студентов. На решение отводилось 90 минут. Наибольший интерес вызвала задача 3, процент студентов, решивших ее, также оказался самым большим. Видимо, здесь сработал психологический момент, привлекла

внимание простота и необычность формулировки. При этом решения были предложены разные.

Высоким также оказался процент студентов, решивших первую и девятую задачи (классическое определение вероятности и формула полной вероятности соответственно). Никто не смог справиться с шестой задачей на повторение независимых испытаний, когда число исходов отдельных испытаний больше двух.

В целом, процент решаемости заданий распределился, как показано на рис.1.

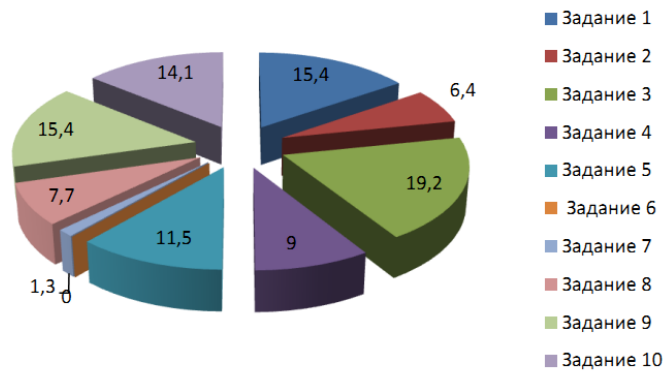


Рис.1. Процент студентов, верно решивших задание олимпиады

Только один из участников полностью справился с заданием 7. Здесь дополнительную трудность внесла необходимость суммирования ряда. При разборе заданий после подведения итогов, наилучшим было признано такое решение. Для того, чтобы математик сделал два шага до того как ему в голову придет гениальная идея (ГИ), необходимо, как минимум, две секунды.

Событие  $A = \left\{ \begin{array}{l} \text{перед тем, как ГИ придет математику в голову,} \\ \text{он сделает ровно два шага} \end{array} \right\}$ .

Время в секундах	Вероятность сделать два шага
2	$\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{6}$
3	$C_3^2 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}\right) \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}\right) = C_3^2 \left(\frac{1}{3}\right)^2 \frac{1}{6}$ , $C_3^2$ - количество способов выбора номеров двух секунд из трех для совершения шагов.
4	$C_4^2 \left(\frac{1}{3}\right)^3 \frac{1}{6}$
...	...
$n$	$C_n^2 \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} \frac{1}{6}$
...	...

Т.о.,

$$\begin{aligned}
 P(A) &= \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{6} + C_3^2 \left(\frac{1}{3}\right)^2 \frac{1}{6} + C_4^2 \left(\frac{1}{3}\right)^3 \frac{1}{6} + \dots + C_n^2 \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} \frac{1}{6} + \dots = \\
 &= \frac{1}{18} \left( 1 + C_3^2 \frac{1}{3} + C_4^2 \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \dots + C_n^2 \left(\frac{1}{3}\right)^{n-2} + \dots \right) = \frac{1}{18} \sum_{n=2}^{\infty} C_n^2 \left(\frac{1}{3}\right)^{n-2} = \frac{1}{36} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(n-1)n}{3^{n-2}}.
 \end{aligned}$$

Для суммирования ряда введем обозначение  $\frac{1}{3} = t$ ,  $|t| < 1$ .

$$\text{Тогда } \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(n-1)n}{3^{n-2}} = \sum_{n=2}^{\infty} n(n-1)t^{n-2} = \frac{d^2}{dt^2} \sum_{n=2}^{\infty} t^n = \frac{d^2}{dt^2} \cdot \left( \frac{1}{1-t} \right) = \frac{2}{(1-t)^3}.$$

$$\text{При } t = \frac{1}{3} \text{ получаем } \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(n-1)n}{3^{n-2}} = \frac{2}{(1-1/3)^3} = \frac{27}{4}.$$

$$\text{Вероятность события } A: P(A) = \frac{1}{36} \cdot \frac{27}{4} = \frac{3}{16}.$$

Проведенная олимпиада позволила выявить разделы теории вероятностей, усвоение которых вызвало наибольшие трудности в условиях дистанционного обучения (вероятности сложных событий, повторение испытаний, составление закона распределения случайной величины). В целом, опыт проведения такой олимпиады можно признать положительным и использовать его в дальнейшей работе, например, для проведения отборочных туров или подготовки к участию во всероссийских олимпиадах.

\*\*\*

1. Дворяткина, С.Н. Развитие вероятностного стиля мышления в процессе обучения математике: теория и практика: монография / С.Н. Дворяткина. – М.: ИНФРА-М, 2013.– 272 с.
2. Эвнин, А.Ю., Лернер, Э.Ю., Игнатов, Ю.А., Григорьева, И.С. Задачи по теории вероятностей на студенческих олимпиадах, Математическое образование, 2017, выпуск 4(84), 45-60.

**Зацепина Ю.А., Кирьянова Е.Е.**

**Методика применения эвристических подходов при решении математических задач**

*ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт»  
(Россия, Ставрополь)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-53*

*idsp: ljjournal-02-2021-53*

**Аннотация**

С учётом развития науки и технологий, применение эвристических методов в процессе обучения становится востребованным для развития мышления и логики. Эвристические методы в математике это не только нечто занимательное и увлекательное, но и эффективное средство по освоению материала и развитию логического мышления учеников. Рассматриваемые эвристические методы позволят упростить решение математических задач в школьном курсе математики.

**Ключевые слова:** эвристика, эвристический метод, математическая задача, методы решения задач.

**Abstract**

Taking into account the development of science and technology, the use of heuristic methods in the learning process is becoming popular for the development of thinking and logic. Heuristic methods in mathematics are not only something entertaining and fascinating, but also an effective tool for mastering the material and developing students' logical thinking. The considered heuristic methods will simplify the solution of mathematical problems in the school mathematics course.

**Keywords:** heuristics, heuristic method, mathematical problem, methods of problem solving.

Математическая подготовка необходима каждому человеку, так как математика незримо присутствует во всех сферах человеческой деятельности. Для адаптации в современном информационном обществе важным фактором становится формирование математического стиля мышления, включающего в себя индукцию и дедукцию, обобщение и конкретизацию, анализ и синтез, классификацию и систематизацию, абстрагирование и аналогию.

На всех ступенях общего математического обучения формируется логическое и алгоритмическое мышление, а также такие качества мышления, как сила и гибкость, конструктивность и критичность. В связи с этим важным условием правильной организации этого процесса на всех ступенях общего математического образования является необходимость развития и совершенствования методологии эвристического обучения. Это объяснимо тем, что эвристические методы в обучении математике предоставляет возможность школьникам научиться планировать свою деятельность, критически оценивать её, принимать самостоятельные решения, отстаивать свои взгляды и убеждения.

Обучение математике построенное на базе теории эвристического обучения, достигается особенностями изложения теоретического материала и упражнениями на сравнение, анализ, выделение главного, установление связей, классификацию, обобщение и систематизацию. При этом особо акцентируются содержательное раскрытие математических понятий, толкование сущности математических методов и области их применения, демонстрация возможностей применения теоретических знаний для решения разнообразных задач прикладного характера, например решения текстовых задач, денежных и процентных расчётов, умение пользоваться количественной информацией, представленной в различных формах, умение читать графики.

Важно отметить, что реализация эвристических методов в школьном обучении предусматривает при изучении математических предметов не только изучение теоретических знаний, но и формирование умений применять эти знания на практике, решая нестандартные задачи и проблемы, возникающие при изучении смежных дисциплин школьного курса. Методы эвристики позволяют ученику самостоятельно найти решения задачи, развивая его творческие способности.

При решении любой математической задачи всегда существует два вида поисковой деятельности: алгоритмическая деятельность (решение состоит из определенных действий по заранее составленному образцу) и эвристическая деятельность (решение состоит из действий направленных на поиск этого образца) [3]. В процессе поиска нестандартного решения зачастую применяют эвристические методы, которые подразумевает некоторый порядок процедур обработки информации, выполняемый для поиска быстрых, простых и новых не стандартных решений. В силу чего, иногда, эвристические методы сравнивают с формальными методами решения задач, которые основываются на точных математических моделях.

В ходе решения многих математических задач применяется следующий эвристический принцип: для быстрого поиска решения задачи преобразуй задачу из нестандартного вида в стандартный вид. Процесс реализации такого преобразования заложен в следующих основных эвристических методах обучения, название каждого из которых определяет присущий этому методу определенный алгоритм преобразований математической задачи.

Первым и наиболее оптимальным эвристическим методом является **метод восходящего анализа**. Основная идея метода состоит в начале решения математических задач с конца, то есть «от требования - к условию». В качестве примера иллюстрации этого метода рассмотрим следующую задачу: туристы отправились в поход. Известно, что за первый день они прошли  $\frac{1}{3}$  от всего маршрута, за второй день  $-\frac{1}{3}$  от остатка, и за третий день  $-\frac{1}{3}$  от нового остатка. После чего осталось пройти 16 километров. Вопрос: сколько километров составляет весь маршрут?

Для решения данной задачи, используя метод восходящего анализа и принципы математического моделирования, можно воспользоваться следующей схемой рассуждений [2]. Из условия задачи известно, что остатки маршрутов каждый день составляют:  $1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$  остатков маршрута после каждого дня. По условию задачи известно, что туристам после третьего дня осталось пройти 16 км, то эти 16 км и будут составлять  $\frac{2}{3}$  последнего остатка. Отсюда найдем расстояние, пройденное туристами в третий день:  $16 : \frac{2}{3} = 24$  км. Найденное значение поможет найти расстояние, пройденное туристами за два дня, т.е.:  $24 : \frac{2}{3} = 36$  км. Отсюда можно найти расстояние всего маршрута:  $36 : \frac{2}{3} = 54$  км.

Второй эвристический метод – это метод *переформулирования*. Основная идея метода заключается в замене исходных условий на новые, которые эквивалентны имеющимся, но не упрощающие поиск решения.

Иными словами, переформулирование – это изменение в задаче, которое сводится к замене термина его содержанием. Особенно широко этот метод активно используется при решении задач методами математического моделирования. Так, например, при решении текстовой задачи, следующего содержания: пешеход был в пути 2 часа, за каждый час он проходил по 5 километров. Какова длина пройденного пути?

Эту текстовую задачу, заменяя описание действий математическими терминами и применяя основные принципы математического моделирования, можно представить в виде следующей простой математической модели:

$$s = v \cdot t,$$

где  $s$  – длина пройденного пути,  $v$  – время движения, а  $t$  время в пути.

Тогда, зная, что скорость пешехода  $v = 5$  (км/ч), время в пути составляет  $t = 2$  (ч), найдем искомое расстояние:  $s = v \cdot t = 5 \cdot 2 = 10$  (км).

Третий эвристический метод – это метод *наложения*. Он основывается на решении задач в частных случаях. Учтявая, что все частные случаи, рассматриваемые в задаче, должны полностью рассматривать все случаи, которые только могут быть.

Примером использования данного метода в ходе решения задачи может служить метод решения уравнений с параметром. Рассмотрим это на примере следующей задачи: при каких значениях параметра  $a$  уравнение  $ax^2 - x + 8 = 0$  имеет единственное решение? Решение этого уравнения имеет несколько случаев, каждый из которых необходимо рассмотреть. Важно заметить, что данное уравнение не является квадратным. Рассмотрим следующие случаи:

1. Если  $a = 0$ , то, подставив это значение в исходное уравнение, получаем:  $-x + 8 = 0$ . Отсюда следует, что  $x = 8$  – единственное решение уравнения.

2. Если  $a \neq 0$ , то  $ax^2 - x + 8 = 0$  – квадратное уравнение. Найдем дискриминант:  $D = 1 - 4 \cdot a \cdot 8 = 1 - 32a$ . Вспомним, что уравнение имеет единственное решение только в том случае, когда дискриминант равен нулю. Отсюда следует, что параметр  $a = \frac{1}{32}$ .

Метод суперпозиции часто приравнивают к эвристическому методу рассмотрения частных случаев, которые не исчерпывают всех возможных случаев.

Четвертый метод – метод *предельного случая*. Этот метод, как правило, используется в случае поиска предельного случая при решении задачи. Суть этого метода покажем на примере решения следующей геометрической задачи: доказать, что сумма расстояний от любой точки внутри правильного тетраэдра до его граней есть величина постоянная.

Прежде чем переходить к доказательству, необходимо понять, о какой величине идет речь. Для этого в качестве произвольной точки выбрать одну вершину тетраэдра. Тогда совсем несложно доказать, что сумма расстояний от любой точки внутри тетраэдра до всех его граней будет равна высоте тетраэдра.

Пятый эвристический метод, это **прием обобщения**, который часто используется при поиске решения, когда ищется решение не исходной задачи, а иной более общей, по отношению к данной задаче. Этот прием составляет основу реализации основных этапов математического моделирования. Так, при использовании математического моделирования, решение задачи приемом обобщения сводится к выполнению следующих трех этапов:

1. Составление математической модели;
2. Решение математической модели;
3. Ответ на главный вопрос задачи.

Шестой метод - **выделение подзадач**. Используется для решения задач, которые не затруднительно решать внутри основной задачи. Таким образом, происходит упрощение структуры основной задачи.

Примером использования данного метода может служить следующая задача: из пункта А в пункт В, которые расположены на расстоянии 60 км, навстречу друг другу отправились 2 велосипедиста. Первый ехал со скоростью 12 км/ч, а второй - 10 км/ч. Вместе с первым велосипедистом выбежала собака со скоростью 16 км/ч. После встречи со вторым велосипедистом, собака повернула обратно и побежала навстречу первому велосипедисту. Встретив первого велосипедиста, она снова повернула. Собака бегала между велосипедистами до тех пор, пока велосипедисты встретились. Сколько километров пробежала собака?

Решение этой задачи, согласно условию задачи, следует начинать с изучения движения собаки и второго велосипедиста. В результате возникает необходимость рассмотреть последовательность встречных движений, что может оказаться весьма сложной и неразрешимой задачей. Если внутри основной задачи выделить, в качестве элементарной подзадачу, в которой рассмотреть движение навстречу друг другу двух велосипедистов, и решая ее определить время до их встречи, то тогда сразу возникает вторая элементарная подзадача – о движении собаки, скорость и время которой известны, а маршрут движения - безразличен.

Седьмой метод - **метод непрерывных величин**. Применяется при решении немногих задач. При использовании положения: если одна величина изменяется непрерывно и зависит от некоторой другой величины, и при разных значениях второй величины значения первой окажутся больше и меньше некоторого числа С, то это значит, что существует такое значение второй величины, при котором значение первой равно С [5].

Рассмотрим этот метод, на примере решения следующей задачи: лодка движется против течения реки из пункта А в пункт В, расстояние между которыми 93 км. Известно, что скорость лодки 18 км/ч, а скорость течения реки – 5 км/ч. За какое время лодка прибудет в пункт В?

Анализируя условие данной задачи, можно заметить, что движение лодки против течения реки – это величина, которая меняется непрерывно в зависимости от некоторой другой величины, и в данной задаче – это скорость течения реки. Известно, что скорость течения реки зависит от того движется ли лодка по течению реки или против ее течения[4]. Таким образом, скорость движения лодки полностью зависит от скорости движения реки, т.е. фактически может изменяться в зависимости от природных условий.

Восьмой метод - **метод вспомогательных неизвестных**. Заключается в составлении уравнения из условия задачи. При этом используя дополнительные аргументы, которые дают набор элементов из условий задачи [1]. В качестве примера этого метода рассмотрим следующую задачу: трава на лугу растет равномерно и густо. Известно, что 48 лошадей съели бы всю траву за 18 дней, а 16 лошадей за 58 дней. На сколько дней хватит травы для 10 лошадей.

Для того, чтобы решить задачу, введем вспомогательные элементы:

- 1) первоначальное количество травы на лугу -  $a$  единиц;

- 2) ежедневно на лугу вырастает -  $b$  единиц травы;
- 3) каждая лошадь за 1 день съедает -  $c$  единиц травы.

Тогда в первом случае, когда 48 лошадей съели всю траву на лугу за 19 дней, всего травы изначально было  $a$  единиц, и за 18 дней выросло еще  $19 \cdot b$  единицы. Всего  $a + 18 \cdot b$  единиц, и всю эту траву съели 48 лошадей, поедая каждая в один день  $c$  единиц, за 18 дней. Из этих зависимостей получаем следующее уравнение:

$$a + 18 \cdot b = 48 \cdot 18 \cdot c \quad (1)$$

Для второго случая получаем уравнение:

$$a + 58 \cdot b = 16 \cdot 58 \cdot c \quad (2)$$

Если искомое число дней обозначить через  $x$ , то получаем уравнение:

$$a + x \cdot b = 10 \cdot x \cdot c \quad (3)$$

В итоге мы получили три уравнения с четырьмя неизвестными. Затем, вычитая из уравнения (2) уравнение (1), получим  $40 \cdot b = 64 \cdot c$ , откуда находим  $c = 0,625 \cdot b$  (4). Затем, подставляя выражение (4) вместо  $c$  в уравнение (1), определим, что  $a = 522 \cdot b$  (5). Подставляя полученные значения (4) и (5) в уравнение (3) и, сокращая обе части полученного уравнения на  $b$ , получаем уравнение относительно  $x$ :  $522 + x = 6,25x$ . Отсюда находим, что  $x = 99,4$ . Таким образом, для 10 лошадей травы хватит на 99 дней.

Рассмотренные эвристические методы являются часто используемыми при решении математических задач [3]. При этом, необходимо дать возможность ученикам познакомиться с эвристическими методами решения математических задач, и сформировать умения их использовать при решении задач. Важно отметить, что среди рассмотренных нами методов нет единственного и верного метода, который подойдет для решения любого типа задач. В то же время, умение применять полученные знания на практике гарантируют развитие мыслительных процессов у учащихся.

\*\*\*

1. Ильясов И.И. Система эвристических приёмов решения задач. – М.: Издательство Российского открытого университета, 1992. - 138 с.
2. Клепиков В.Н. Формирование математической картины мира в современном школьном образовании. Педагогика. -2017. - № 3. - С. 49-56.
3. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений - М.: Альфа-книга, - 2013. - 325 с.
4. Шуба М.Ю. Учим творчески мыслить на уроках математики. - М., 2012. -218 с.
5. Хуторской А.В. Методы эвристического обучения. Школьные технологии, №1-2. - 1999. С.233-243.

**Гамова Н.А., Безводицкий А.В., Каляда К.Д.**

**Математическое обоснование спутниковой геодезической съемки**

*Оренбургский государственный университет*

*(Россия, Оренбург)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-54*

*idsp: ljjournal-02-2021-54*

#### **Аннотация**

В нашем прогрессивном мире в различных сферах деятельности наблюдается серьезный спрос на высококвалифицированных инженеров. От специалистов в технической области требуются больше знаний из разных отраслей техники, науки и технологии. В данной статье описывается один из способов измерения земельных участков – спутниковая съемка, а также процесс расчета поправок, возникающих вследствие съемки. Цель данной статьи заключается в том, чтобы показать, как используются математические знания на практике, в частности будущими бакалаврами направления подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры. Покажем, как осуществить на практике построение плана местности с помощью спутниковой геодезической съемки и используя математические методы и подходы при решении

данной задачи. В статье мы использовали результаты практической работы по геодезии с использованием математических расчетов.

**Ключевые слова:** спутниковая геодезическая съемка, погрешность, математическое обоснование, методы.

### Abstract

In our progressive world in various fields there is a serious demand for highly qualified engineers. Specialists in the technical field are required to more knowledge from different branches of engineering, science and technology. In this article describes one of the ways to measure land plots - satellite imagery, as well as the process of calculating corrections that occur due to the shooting. The purpose of this article is to show, how mathematical knowledge is used in practice, in particular by future students bachelor's degree in geodesy. We will show you how to implement it in practice the construction plan of the area via satellite surveying and using mathematical methods and approaches in solving this problem. In the article we used the results of practical work on geodesy with using mathematical calculations.

**Keywords:** satellite geodetic survey, error, mathematical justification, methods

Современный мир трудно представить без развитой науки и техники. Методы измерения земельных участков также выходят на новый уровень. Одним из таких методов является спутниковая съемка. Спутниковая съемка - это совокупность актуальных методов геодезической съемки, способствующих во временном и пространственном отрезках времени выяснить точное положение конкретной точки [1]. На Земле, спутниковые измерения осуществляются с применением двух радиосигналов исходящих из русской системы ГЛОНАСС и американской NAVSTAR GPS. Полученные данные со спутников корректируются. Нельзя не упомянуть об основных задачах, решаемых с применением спутниковой съемки. Выполнение топографических съёмок. Главной особенностью выполнения топографической съёмки является необходимость определения местоположения весьма большого объёма точек на местности, что с применением данной технологии в разы быстрее выполняется специалистами вне зависимости от степени сложности объекта. Результатом использования GPS технологий является короткое стояние на точке и возможность обработать полученные данные как на месте, так и в офисе. Развитие опорных сетей. Основной целью выполнения этого вида работ становится создание сети пунктов с известными базовыми координатами в районе выполнения геодезических работ. При определении векторов в этом случае используются самые точные из всех известных методов определения координат. В этом случае требуется точность результата до сантиметра. Разбивочные работы. Выполняются при выносе в натуру, в ходе которого все данные необходимо получать в режиме реального времени при соблюдении сантиметрового уровня точности данных [2].

На занятиях по математике мы осуществляем измерения и построения земельных участков с помощью традиционных методов, используя теорию векторов, тригонометрию. Спутниковые измерения осуществляются, как правило, двумя методами:

- статистический метод (приемники, получающие сигналы от спутников, должны стоять на точках с известными координатами неподвижно). Заданным методом интенсивно пользуются при постройке государственных геодезических сетей. Данный метод является высокоточным, но занимает большой промежуток времени на выполнение.
- кинематический метод (означает наличие двух приемников: базового, который находится на точке с известными координатами, и ровера – он перемещается от точки к точке, на оба приемника устанавливается

модем, с помощью которого можно в реальном времени использовать режим кинематики). Хотя данный способ и является менее точным, чем статистический, при этом время, необходимое на выполнение данного способа, занимает не больше одной минуты. Кинематический метод чаще всего используется при межевании или топографической съемке местности [3].

Полученные данные обрабатываются. Затем определяется положение характерных точек границ земельных участков. Для расчета средней квадратической погрешности (далее – скп) положения характерных точек границ ( $M_t$ ), м применяется формула:

$$M_t = \sqrt{m_0^2 + m_1^2}$$

где  $M_t$  - скп местоположения характерной точки относительно ближайшего пункта опорной межевой сети;

$m_0$  - скп расположения точки съемочного обоснования сравнительно близкого пункта опорной межевой сети;

$m_1$  - скп расположения характерной точки относительно точки съемочного обоснования, с которой производилось ее определение.

Следующим пунктом выполняемой работы является расчет предельной допустимой погрешности определения площади земельного участка ( $\Delta P$ ), м<sup>2</sup>.

Применяется формула:

$$\Delta P = 3,5 * M_t * \sqrt{P}_{\text{док}}$$

где  $M_t$  - скп положения межевого знака  $M_t$ ;

$P$  - площадь земельного участка;

$\Delta P$  - предельно допустимая погрешность определения площади земельного участка.

При прохождении практических занятий доводилось работать с геодезической спутниковой аппаратурой PrinCe i80. Съёмка местности проводилась кинематическим методом. В ходе съёмки были определены координаты точек и их точное местоположение, а также рассчитаны средняя квадратическая погрешность и предельно допустимая погрешность. Полученные данные мы обрабатывали на занятиях по математике и параллельно на занятиях по геодезии. Результаты показаны в текстовой части межевого плана, часть которого представлена ниже.

МЕЖЕВОЙ ПЛАН			
Сведения о выполненных измерениях и расчётах			
1. Метод определения координат характерных точек границ земельных участков и их частей			
№ п/п	Кадастровый номер или обозначение земельного участка, частей земельного участка	Метод определения координат	
1	:ЗУ1	3	
1	:ЗУ1	Метод спутниковых геодезических измерений (определений)	
2. Точность определения положения характерных точек границ земельных участков			
№ п/п	Кадастровый номер или обозначение земельного участка	Формулы, примененные для расчёта средней квадратической погрешности положения характерных точек границ ( $M_t$ ), м	
1	:ЗУ1	3	
1	:ЗУ1	$M_t = \sqrt{m_0^2 + m_1^2} = \sqrt{0,07^2 + 0,07^2} = 0,1$	
3. Точность определения положения характерных точек границ частей земельных участков			
№ п/п	Кадастровый номер или обозначение земельного участка	Учётный номер или обозначение части	Формулы, примененные для расчёта средней квадратической погрешности положения характерных точек границ ( $M_t$ ), м
1	2	3	4
1	—	—	—
4. Точность определения площади земельных участков			
№ п/п	Кадастровый номер или обозначение земельного участка	Площадь (P), м <sup>2</sup>	Формулы, примененные для расчёта предельной допустимой погрешности определения площади земельного участка ( $\Delta P$ ), м <sup>2</sup>
1	:ЗУ1	27645	4
1	:ЗУ1	27645	$\Delta P = 3,5 \cdot M_t \cdot \sqrt{P}_{\text{док}} = 3,5 \cdot 0,10 \cdot \sqrt{27645} = 58$

Рисунок – 1 Сведения о выполненных измерениях и расчетах

На следующем рисунке представлены геодезические пункты, относительно которых проводились измерения[4].

2. Сведения о геодезической основе, использованной при подготовке межевого плана Система координат МСК - субъект							
№ п/п	Название пункта и тип знака геодезической сети	Класс геодезической сети	Координаты, м		Сведения о состоянии на 1 февраля 2019		
			X	Y	наружного знака пункта	центра знака	марки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кушкуль(Дальняя Каргалинская), пирамида	3 класс	437344,30	2309796,92	сохранился	сохранился	сохранился
2	БАЗА, тригопункт	2 класс	428478,74	2304431,29	сохранился	сохранился	сохранился
3	Качкарский Мар, тригопункт	2 класс	431992,79	2310891,69	сохранился	сохранился	сохранился
4	Форштадт, пирамида	1 класс	440044,15	2320657,38	сохранился	сохранился	сохранился

Рисунок – 2 Сведения о геодезической основе

Рисунок - 3 показывает схему расположения земельного участка на котором проводилась спутниковая геодезическая съемка.

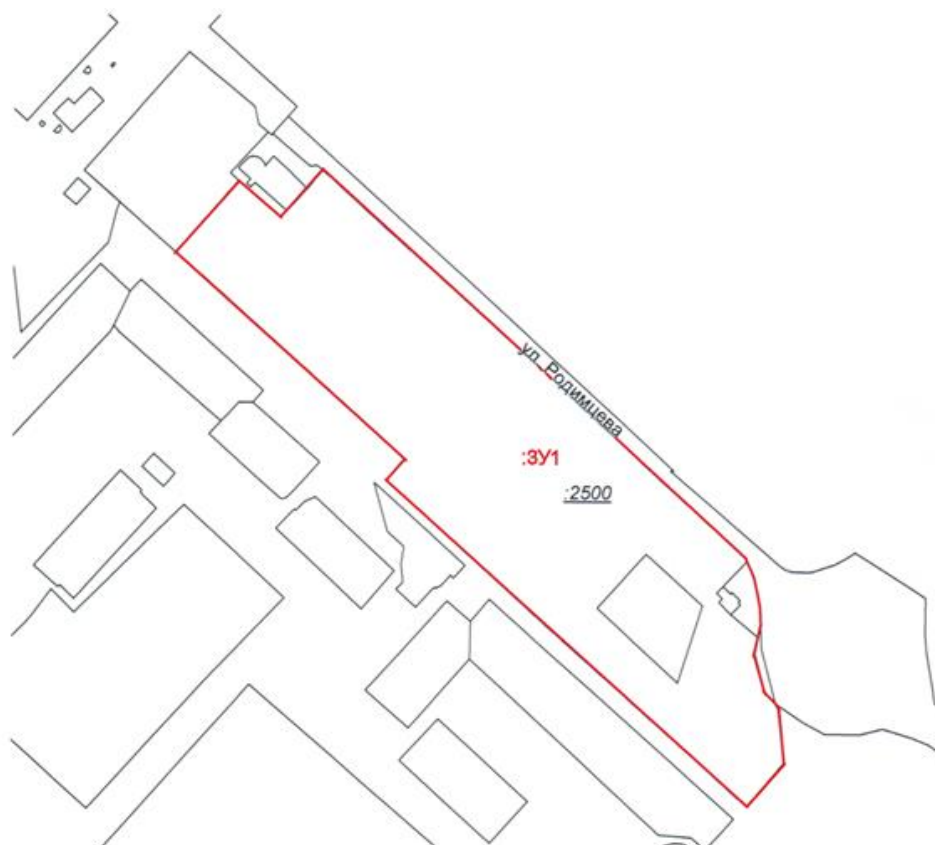


Рисунок 3 – Схема расположения земельного участка

В результате проведенных измерений и расчета всех погрешностей, а так же иной информации необходимой для конечного результата, был подготовлен и составлен межевой план земельного участка.

В настоящее время все более набирает популярность съемка со спутников высокого разрешения. Такие спутники дают возможность получать изображения с

более высокой точностью, то есть снимки являются четкими, на них видны мельчайшие детали. Такие изображения необходимы, например, для работы с большими участками или для обнаружения различия в зоне съемки, вследствие аварий и чрезвычайных ситуаций[5].

Сравнивая все способы геодезической съемки местности, и время, затраченное на выполнение данной работы, делаем вывод, что на сегодняшний день спутниковый способ измерения становится более распространенным чем, например, лет десять назад. Ведь данный метод значительно сокращает время на съемку объектов, что влияет на снижение себестоимости работ.

\*\*\*

1. Антонович К.М. 2 Системы координат и времени в спутниковых технологиях // Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. — Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. — Т. 1. — С. 66.
2. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. — М.: — ЦНИИГАиК. — 2002. — 124 с
3. Арнольд К. Методы спутниковой геодезии / Под ред. Кузнецова А.Н: Пер. с нем. — М.: Недра, 1973. — 224 с.
4. Генике А.А. Побединский Г.Г. 3.2.2. Геодезические системы координат и их преобразования // Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. — Москва: ФГУП «Картгеоцентр», 2004. — С. 122. — 352 с.
5. Ключин Е.Б. Перспективы развития спутниковых методов измерений в геодезии // Геодезия и картография. —1997. —№ 3. — С. 11–13.

## РАЗДЕЛ VIII. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Дормидонтова Т.В., Мануйлов М.А.

## Исследование методики расчета прогнозируемого износа покрытия

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-55

idsp: ljjournal-02-2021-55

**Аннотация**

Одной из проблем транспортной отрасли является возникновение колеи на автомобильных дорогах вследствие износа покрытия. В связи с необходимостью своевременного проведения ремонтных работ с целью устранения данного дефекта требуется проведение прогнозирования износа покрытия автомобильных дорог. В данной статье рассмотрен существующий расчет и предложен метод повышения точности его результатов.

**Ключевые слова:** автомобильные дороги, дефекты, колеиность.

**Abstract**

One of the problems of the transport industry is the appearance of rutting on highways due to wear of the coating. Due to the need for timely repair work in order to eliminate this defect, it is necessary to predict the wear of the road surface. This article examines the existing calculation and proposes a method to improve the accuracy of its results.

**Keywords:** highways, defects, rutting.

На высокоинтенсивных многополосных автомобильных дорогах с жесткими дорожными одеждами с покрытием из асфальтобетона часто возникает абразивная колея в связи с истиранием верхнего слоя. Колеиность как дефект в соответствии с ГОСТ 32825-2014 «Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений» является плавным искажением поперечного профиля автомобильной дороги, локализованным вдоль полосы наката. Учитывая функциональное назначение автомобильных дорог, невозможно предотвратить образование колеи. В связи с этим существует необходимость в корректном расчете прогнозируемого износа покрытия.

В соответствии с п. 5.4 «Методических рекомендаций по расчету и прогнозированию колееобразования на жестких дорожных одеждах» (часть 2 ОДМ «Рекомендации по выявлению и устранению колеи на жестких дорожных одеждах») для расчета износа покрытия необходимо предварительно рассчитать общую фактическую интенсивность движения на полосу по следующей формуле:

$$N_{\text{общ.}}^{\text{ср.ф.}} = f_{\text{пол.}} \cdot N_{\text{общ.1}}^{\text{ф.}} \cdot q_0^{0.5t_{\text{л}}-1} = f_{\text{пол.}} \cdot N_{\text{общ.1}}^{\text{ф.}} \cdot K_q,$$

где  $N_{\text{общ.}}^{\text{ср.ф.}}$  – общая фактическая интенсивность движения на полосу средняя за  $t_{\text{л}}$ , авт./сут.;

$f_{\text{пол.}}$  – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним;

$N_{\text{общ.1}}^{\text{ф.}}$  – общая фактическая интенсивность движения в первый год эксплуатации (определяется путем непосредственных наблюдений);

$q_0$  – показатель изменения общей фактической интенсивности движения;

$t_{\text{л}}$  – количество лет службы покрытия, годы;

$K_q$  – коэффициент, назначаемый по таблице 5.7 п. 5.4 «Методических рекомендаций по расчету и прогнозированию колееобразования на нежестких дорожных одеждах».

По полученному результату расчета общей фактической интенсивности движения на полосу определяется средний годовой износ покрытия, назначаемый по таблице 5.6 п. 5.4 «Методических рекомендаций по расчету и прогнозированию колееобразования на нежестких дорожных одеждах».

Износ покрытия за  $t$  лет ( $\Delta_{ит}$ ) рассчитывают по формуле:

$$\Delta_{ит} = \Delta_{и\text{ ср.}} \cdot t_{л},$$

где  $\Delta_{и\text{ ср.}}$  – средний годовой износ покрытия, назначаемый по таблице 5.6 п. 5.4 «Методических рекомендаций по расчету и прогнозированию колееобразования на нежестких дорожных одеждах»;

$t_{л}$  – количество лет службы покрытия, годы.

С целью проверки корректности результатов расчета, предложенного данными методическими рекомендациями, воспользуемся следующими исходными данными:

покрытие – щебеночно-мастичный асфальтобетон с каменным заполнителем из гранитного щебня.

$$q_0 = 1,04;$$

$$t_{л} = 6 \text{ лет};$$

$$N_{\text{общ.1}}^{\text{ф.}} = 75604 \frac{\text{авт.}}{\text{сут.}}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 6 лет для 1 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,3 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 6 - 1} = 24532 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем экстраполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 24532 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{и\text{ ср.}} = 2,15 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{и6\text{ 1 пол.}} = 2,15 \cdot 6 = 12,9 \text{ мм}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 6 лет для 2 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 2 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,2 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 6 - 1} = 16355 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем экстраполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 16355 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{и\text{ ср.}} = 1,5 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{и6\text{ 2 пол.}} = 1,5 \cdot 6 = 9 \text{ мм}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 6 лет для 3 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 2 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,05 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 6 - 1} = 4089 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем интерполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 4089 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{и\text{ ср.}} = 0,5 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{и6\text{ 2 пол.}} = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм}$$

Полученные значения сводим в таблицу 1.

Проведем аналогичный расчет показателя износа покрытия на 2020 год, с учетом следующих исходных данных:

покрытие – щебеночно-мастичный асфальтобетон с каменным заполнителем из гранитного щебня.

$$q_0 = 1,04;$$

$$t_l = 7 \text{ лет};$$

$$N_{\text{общ},1}^{\text{ф.}} = 75604 \frac{\text{авт.}}{\text{сут.}}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 7 лет для 1 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,3 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 7 - 1} = 25018 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем экстраполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 25018 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{\text{и ср.}} = 2,19 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{\text{иб 1 пол.}} = 2,19 \cdot 7 = 15,34 \text{ мм}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 7 лет для 2 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 2 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,2 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 7 - 1} = 16679 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем экстраполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 16679 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{\text{и ср.}} = 1,54 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{\text{иб 2 пол.}} = 1,54 \cdot 7 = 10,67 \text{ мм}$$

Проведем расчет общей фактической интенсивности движения на полосу средней за 7 лет для 3 полосы движения:

$$N_{\text{общ. 2 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 0,05 \cdot 75604 \cdot 1,04^{0,5 \cdot 7 - 1} = 4170 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$$

По табл. 5.6 определяем значение среднегодового износа. С учетом того, что в данной таблице отсутствуют значения для данной интенсивности, проведем интерполяцию. В результате чего значению  $N_{\text{общ. 1 пол.}}^{\text{ср.ф.}} = 4170 \frac{\text{авт.}}{\text{сут}}$  соответствует  $\Delta_{\text{и ср.}} = 0,5 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{\text{иб 2 пол.}} = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм}$$

Полученные значения сводим в таблицу 1.

В 2019 и 2020 г.г. были выполнены работы по диагностике состояния автомобильной дороги с применением комплексной дорожной лабораторией КП 514СМП «Трасса». Данные по измерению поперечной ровности (колеяности) на рассматриваемом участке получены с шагом в 10 метров. Средние значения показателя износа покрытия внесем в таблицу 1 и сравним их с расчетными.

Таблица 1

Сводная ведомость результатов расчетов и фактических значений износа

	Средний показатель износа, мм					
	2019 год			2020 год		
	по расчету	по результатам диагностики	$\frac{\Delta_{\text{и факт.}}}{\Delta_{\text{и расч.}}}$	по расчету	по результатам диагностики	$\frac{\Delta_{\text{и факт.}}}{\Delta_{\text{и расч.}}}$
1 полоса	12,9	12,8	0,99	15,34	16,1	1,05
2 полоса	9	22,1	2,46	10,67	30,2	2,83
3 полоса	3	22,4	7,46	3,50	29,9	8,54

Полученные данные показывают, что результаты расчета далеки от фактических показателей износа. Основной причиной, которая влияет на точность расчета, является отсутствие учета в формуле прогнозирования износа покрытия фактических данных по распределению транспортных потоков по полосам движения. Необходимо произвести корректировку данного расчета с учетом фактической интенсивности дорожного движения по каждой полосе.

\*\*\*

1. ГОСТ 32825-2014 «Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений;
2. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\* (с Изменениями № 1, 2);
3. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля;
4. ОДМ Рекомендации по выявлению и устранению колес на нежестких дорожных одеждах.

**Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Сахно Д.А.**  
**Практика омагничивания в постоянном магнитном поле термически  
обработанных быстрорежущих сталей**

*Донской государственный технический университет  
(Россия, Ростов-на Дону)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-56*

*idsp: ljjournal-02-2021-56*

**Аннотация**

Статья посвящена обработке быстрорежущей стали Р6М5 в магнитном поле. Проведены измерения микротвердости и проанализированы изменения в доменной структуре после омагничивания. Выявлена обратимость эффекта упрочнения после снятия магнитного поля. Показано влияние финишных операций обработки поверхностного слоя.

**Ключевые слова:** закалка, магнитное поле, быстрорежущая сталь, ферромагнитное состояние, доменная структура.

**Abstract**

The article is devoted to the processing of high-speed steel R6M5 in a magnetic field. Attention is paid to the presence of a domain structure after magnetization. Studies of microhardness after magnetization are carried out. The reversibility of the hardening effect after removal of the magnetic field is determined. The influence of finishing operations of surface layer processing is established.

**Keywords:** quenching, magnetic field, high-speed steel, ferromagnetic state, domain structure.

Опыты, положившие начало исследованиям в области термической обработки в магнитном поле, впервые провел в 20-х годах американский физик Е. Герберт [1]. Он открыл необычный эффект повышения твердости в результате продолжительного старения при 100°C в магнитном поле наклепанных или закаленных образцов из быстрорежущей, углеродистой и низколегированной стали с 0,7-0,8 %С. Герберт отмечал также ускорение процессов естественного старения дуралюмина и отжига на ковкий чугун при наложении внешнего сильного магнитного поля.

Г.М. Гаврилов [2] осуществил экспериментальную проверку эффекта Герберта в поле постоянного магнита напряженностью 6 кА/м на быстрорежущих сталях. Приведенные в работе [2] сведения подтверждают существование эффекта повышения

твердости при намагничивании закаленной стали. По мнению Г.М. Гаврилова, упрочнение при намагничивании происходит из-за наклепа аустенита в результате анизотропного магнитострикционного деформирования мартенситного монокристалла и является, как правило, обратимым в связи с протеканием релаксационных процессов.

Также известен ряд работ, показывающих влияние магнитных полей на протекание фазовых превращений в сталях и сплавах [3-10].

Основная характеристика ферромагнитного состояния [3] - наличие доменной структуры. При прочих равных условиях стабильность доменной структуры определяется взаимодействием междоменных границ с дислокациями, которое обусловлено интерференцией упругих полей дислокаций и магнитострикционных деформаций. Размер и количество доменов зависит от плотности дислокаций. При высокой концентрации доменов малых размеров образуется развитая сетка междоменных границ, где сосредоточивается упругая энергия магнитострикции. Такое сочетание повышенного количества дефектов структуры и доменов малых размеров характерно для быстрорежущих сталей после обычной термической обработки.

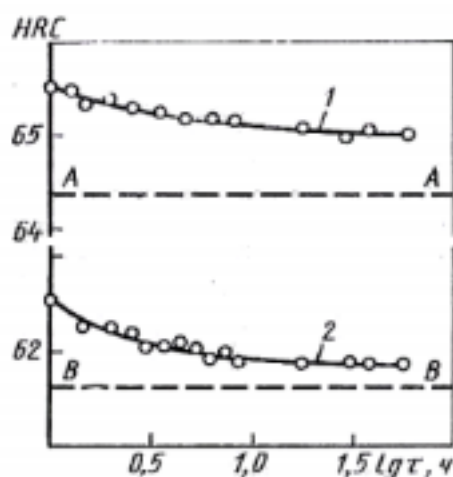


Рисунок 1 - Изменение твердости стали Р6М5 с течением времени после омагничивания

В процессе намагничивания границы перемещаются между доменами и в полях насыщения полностью аннигилируют. В этих условиях меняются магнитострикционные напряжения, которые, в свою очередь, могут изменять некоторые свойства намагниченных ферромагнитных сплавов.

Проверка наличия эффекта Герберта на стали Р6М5 после статистической обработки, показанной на рисунке 1, где кривая 1 иллюстрирует изменение твердости закаленной стали, а кривая 2 — изменение твердости закаленной и трехкратно отпущенной стали. Прямые AA и BB показывают соответствующие значения твердостей до омагничивания.

Экспериментальные данные показывают, что после магнитной обработки в обоих образцах твердость HRC возрастает очень незначительно, примерно на 1 единицу, затем несколько снижается в течение 10 часов и стабилизируется через сутки. В случае закаленного образца твердость остается немного выше исходной твердости в немагниченном состоянии, а в закаленном образце она снижается почти до исходного уровня. Как видно на рисунке 1, в закаленной стали Р6М5 начальное увеличение твердости после намагничивания такое же, как в случае трехкратного отпуска и через сутки после намагничивания в закаленной стали оно составляет 0,5 HRC, тогда как при трехкратном отпуске происходит практически полная релаксация. Таким образом, коэрцитивная сила может характеризовать только степень релаксации эффекта намагничивания.

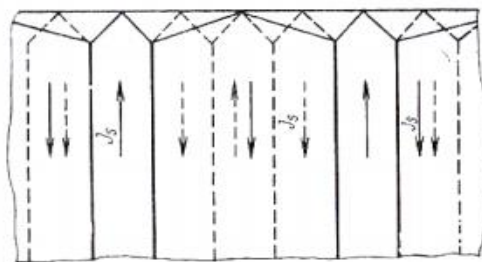


Рисунок 2 - Доменная структура до омагничивания и после выключения магнитного поля

По химическому составу быстрорежущие стали приближаются к магнитотвердым материалам с умеренным значением коэрцитивной силы [7]. Высококоэрцитивное состояние термически обработанных быстрорежущих сталей определяется особенностями их строения - наличием большого количества мелких карбидных включений, высокой объемной плотностью точек взаимодействия доменных границ с дефектами структуры, что связано с дисперсностью кристаллов мартенсита, развитой субструктурой, то есть высокой плотностью дислокаций. Из-за значительной коэрцитивной силы в быстрорежущих сталях после магнетизма доменная структура не возвращается в исходное состояние. Размеры таких доменов тем больше, чем больше направление вектора совпадает с направлением вектора напряженности внешнего поля при намагничивании. В связи с образованием доменов большего размера количество актов взаимодействия между доменными стенками и дислокационными петлями после выключения внешнего поля значительно меньше, чем при его включении. Со временем доменная структура стремится восстановить исходную конфигурацию благодаря своей энергетической стабильности, что соответствует минимуму магнитной энергии. Размеры доменов постепенно уменьшаются, а их количество увеличивается. В этом случае междоменные границы стремятся занять старые позиции из-за пространственной кристаллографической ориентации ферромагнитных фаз, которая не изменяется при намагничивании [5].

Таким образом, полученные результаты показывают, что омагничивание инструмента нельзя рассматривать как практически применимый метод упрочнения, так как рассматриваемые эффекты очень малы и полностью обратимы, что является экономически нецелесообразным.

\*\*\*

1. Herbert E. G. The hardening of metals by rotating magnetic fields // Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character. – 1931. – Т. 130. – №. 814. – С. 514-523.
2. Гаврилов Г.М. Изменение свойств закаленной стали в магнитном поле // Металловедение и термическая обработка металлов. - 1977. - № 6. - С. 18.
3. Бернштейн М.Л. Термомагнитная обработка стали. – М.: Металлургия, 1968. – 95 с.
4. Pustovoit V.N., Dolgachev Y.V. Special features of the structure of martensite formed by hardening of steel in magnetic field in the temperature range of superplasticity of austenite // Metal Science and Heat Treatment. - 2012. - Т. 53. - № 11-12. - С. 515-519.
5. Фокина Е.А., Завадский Э.А. Влияние магнитного поля на мартенситное превращение в стали // Физика металлов и металловедение. - 1963. - Т.16. - №2. - С. 311-313.
6. Pustovoit V.N., Dolgachev Y.V. Ferromagnetically ordered clusters in austenite as the areas of martensite formation // Emerging Materials Research. - 2017. - Т. 6. - № 2. - С. 249-253.
7. Кривоглаз М.А., Садовский В.Д. Закалка стали в магнитном поле. – М.: Наука, 1977. – 119 с.
8. Pustovoit V.N., Dolgachev Yu., Dombrovskii Yu.M. Use of the superplasticity phenomenon of steel for "internal" magnetic correcting a product // Solid State Phenomena. - 2017. - Т. 265. - С. 745-749.
9. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Рожкова В.М. Энергетические особенности образования зародышей мартенсита и кинетика гамма-альфа перехода при действии внешнего магнитного поля // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2015. - № 5 (160). - С. 131-135.
10. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Зарождение мартенсита в условиях сверхпластичности аустенита и воздействия внешнего магнитного поля // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2016. - № 2 (181). - С. 114-120.

Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Карavaев В.П.  
 Распад остаточного аустенита в стали У12 при обработке в магнитном поле

Донской государственный технический университет  
 (Россия, Ростов-на Дону)

doi: 10.18411/lj-02-2021-57

idsp: ljjournal-02-2021-57

### Аннотация

В статье проведен анализ влияния магнитного поля на процесс распада аустенита при отпуске стали У12. Влияние магнитного поля приводит к интенсификации процесса распада остаточного аустенита и более интенсивным выделением из аустенита карбидной фазы.

**Ключевые слова:** отпуск, магнитное поле, аустенит, мартенсит, закалка.

### Abstract

In article the analysis of influence of magnetic field on process of disintegration of austenite at release of U12 steel is carried out. The influence of the magnetic field leads to an intensification of the decay process of residual austenite and more intense isolation of the carbide phase from austenite.

**Keywords:** vacation, magnetic field, austenite, martensite, hardening.

Отпуск — это процесс, который в конечном итоге влияет на структуру и свойства закаленной стали. Влияние внешнего воздействия магнитного поля на протекание различных фазовых превращений проявляется в изменении фазового состава, структуры и свойств конечного продукта превращения [1-9]. Необходимо учитывать изменения в структуре закаленной стали, вызванные действием магнитного поля во время охлаждения и отпуска, поскольку они во многом определяют результаты термообработки, которая представляет собой комбинацию закалки в магнитном поле с отпуском без поля и в поле.

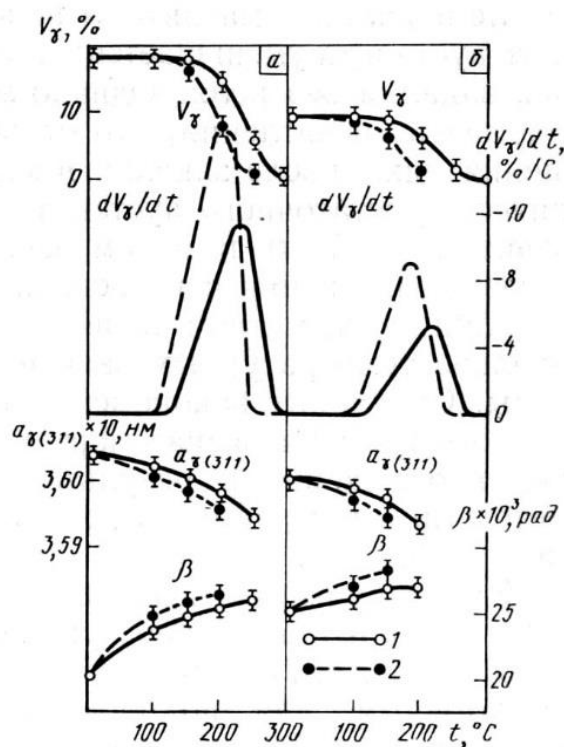


Рисунок 1- Зависимость параметров структуры и количества остаточного аустенита стали У12 после закалки без поля (а) и в магнитном поле (б) от температуры отпуска: 1— отпуск без поля; 2 — отпуск в поле напряжённостью 1,4 МА/м

Результаты рентгеноструктурных исследований превращения остаточного аустенита стали У12 после закалки в воде от 1000°C (напряженность поля при закалке 1,64 МА/м) и отпуска в течение 1 ч показаны на рисунке 1. Можно видеть, что распад остаточного аустенита в условиях отпуска без перекрытия полей начинается при температуре порядка 125°C, достигает максимальной интенсивности при 230°C и заканчивается при 275—300°C. При температуре, соответствующей максимальной скорости распада (9,6 %°C), количество остаточного аустенита составляет 10 % от исходного содержания в закаленной стали 18 %. При повышении температуры отпуска период решетки и ширина исходного профиля линии дифракции рентгеновских лучей (РДЛ) (311) остаточного аустенита изменяются. Точные измерения параметра решетки показывают, что он уменьшается с увеличением температуры отпуска. Это может быть связано (по крайней мере, для исследуемой высокоуглеродистой стали) только с доминирующим влиянием процесса выделения непосредственно из аустенита карбидной фазы, так как другие факторы (ослабление жесткости мартенситного каркаса в результате распада мартенсита, образование остаточного аустенита  $\alpha$ -фазы по бейнитному механизму) увеличение периода решетки. Увеличение ширины первичного профиля РДЛ остаточного аустенита, по-видимому, связано с возникновением концентрационной неоднородности по углероду при образовании карбидной и ферритной фаз, а также в связи с фазовым наклепом матрицы за счет роста кристаллов  $\alpha$ -фазы по сдвиговому механизму [3, 8].

Влияние магнитного поля, как показывают экспериментальные данные, проявляется в интенсификации процесса распада остаточного аустенита и смещении начала превращения к более низким температурам. Наибольшее влияние магнитного поля происходит на начальных стадиях процесса. Например, при температуре отпуска 150 °C скорость превращения возрастает в 2,7 раза, а максимальная скорость распада при отпуске в поле отвечает температуре 200°C; распад остаточного аустенита, оставшегося под действием магнитного поля, полностью завершается при 250°C и времени отпуска 1 ч. Данные измерения параметров тонкой структуры также свидетельствуют об усилении процесса превращения аустенита, удерживаемого в магнитном поле.

Закалка стали У12 в магнитном поле приводит к изменению количества и структурного состояния остаточного аустенита, что отражается на развитии его превращения при отпуске. Видно, что максимумы скорости превращения в этом случае смещены в сторону более низких температур и составляют 215 и 180 °C после отпуска без поля и в магнитном поле.

Воздействие магнитного поля во время закалке или (и) отпуске приводит к интенсификации процесса распада остаточного аустенита. Влияние отпуска в магнитном поле возникает, с одной стороны, за счет более интенсивного выделения карбидной фазы из аустенита (если температура распада ниже точки Кюри карбида), а с другой стороны, из-за более сильного процесса мультипликативного зарождения  $\alpha$ -фазы в микрообъемах матрицы с ферромагнитным ближним порядком. Для характеристики степени увеличения скорости кристаллообразования  $\alpha$ -фазы в полной мере применимы оценки, сделанные для того же температурного интервала при рассмотрении бейнитного превращения из-за известного сходства механизмов этих реакций [10, 11].

Повышение склонности к распаду аустенита, остающегося после закалки в магнитном поле при отпуске без поля, по-видимому, связано с изменением его структурного состояния, вызванным увеличением фазового упрочнения, повышением уровня микронапряжений и вероятности образования дефектов упаковки при

деформации из-за большей полноты мартенситного превращения при закалке в магнитном поле.

\*\*\*

1. Фокина Е.А., Завадский Э.А. Влияние магнитного поля на мартенситное превращение в стали // Физика металлов и металловедение. - 1963. - Т.16. - №2. - С. 311-313.
2. Долгачев Ю.В., Пустовойт В.Н., Филоненко И.О., Иванков И.В. К вопросу о моделировании процесса зарождения мартенсита на кластерах ферромагнитной природы // Вестник Донского государственного технического университета. - 2020. - Т. 20. - № 1. - С. 51-60.
3. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В. Зарождение мартенсита в условиях сверхпластичности аустенита и воздействия внешнего магнитного поля // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2016. - № 2 (181). - С. 114-120.
4. Бернштейн М.Л. Термомагнитная обработка стали. – М.: Металлургия, 1968. – 95 с.
5. Pustovoi V.N., Dolgachev Y.V. Ferromagnetically ordered clusters in austenite as the areas of martensite formation // Emerging Materials Research. - 2017. - Т. 6. - № 2. - С. 249-253.
6. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Рожкова В.М. Энергетические особенности образования зародышей мартенсита и кинетика гамма-альфа перехода при действии внешнего магнитного поля // Известия Волгоградского государственного технического университета. - 2015. - № 5 (160). - С. 131-135.
7. Кривоглаз М.А., Садовский В.Д. Закалка стали в магнитном поле. – М.: Наука, 1977. – 119 с.
8. Pustovoi V.N., Dolgachev Y.V. Special features of the structure of martensite formed by hardening of steel in magnetic field in the temperature range of superplasticity of austenite // Metal Science and Heat Treatment. - 2012. - Т. 53. - № 11-12. - С. 515-519.
9. Pustovoi V.N., Dolgachev Yu., Dombrovskii Yu.M. Use of the superplasticity phenomenon of steel for "internal" magnetic correcting a product // Solid State Phenomena. - 2017. - Т. 265. - С. 745-749.
10. Пустовойт В.Н., Долгачев Ю.В., Нефедов Д.В. Структурные особенности бейнитного превращения в магнитном поле // В книге: Актуальные проблемы науки и техники. 2020. Материалы национальной научно-практической конференции. Отв. редактор Н.А. Шевченко. - 2020. - С. 1783-1785.
11. Пустовойт В.Н., Ядрец Э.А., Нефедов Д.В., Долгачев Ю.В. Влияние магнитного поля в процессе бейнитного превращения аустенита // Тенденции развития науки и образования. - 2019. - № 56-1. - С. 63-67.

## РАЗДЕЛ IX. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Башаров А.А., Жданов С.В., Плахих В.В., Федоров Р.Ю.

**Перспективы развития тормозных систем современных военных автомобилей**

*ФГУВОУ ВО «Пермский военный институт войск национальной гвардии  
Российской Федерации»  
(Россия, Пермь)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-58*

*idsp: ljjournal-02-2021-58*

### **Аннотация**

Статья содержит информацию о развитии тормозных систем военных автомобилей. Показаны, достоинства и недостатки тормозного управления современных автомобилей, используемых в России и за рубежом. Определены направления приоритетного развития тормозных систем.

**Ключевые слова:** тормозное управление, тормозная система, тормозной привод, тормозные механизмы.

### **Abstract**

The article contains information about the development of brake systems of military vehicles. The advantages and disadvantages of the brake control of modern cars used in Russia and abroad are shown. The directions of priority development of brake systems are defined.

**Keywords:** brake control, brake system, brake drive, brake mechanisms.

На современном этапе развития автомобилестроения большое внимание уделяется безаварийной работе автомобильной техники. Безопасность дорожного движения зависит от множества факторов, в том числе и от работоспособности тормозного управления.

В средней полосе России температура в зависимости от времени года колеблется от -30 до +30 градусов по Цельсию, поэтому основной проблемой возникновения неисправностей тормозных систем автомобилей войск национальной гвардии (ВНГ) является содержание машин на хранении на открытых площадках. В условиях низких температур снижается надежность гидравлического тормозного привода по причине вероятного застывания некоторых тормозных жидкостей, детали из резины (сальники, резиновые шланги, уплотнители и т.д.) теряют свою эластичность и разрушаются. Пластмассовые детали при отрицательных температурах отвердевают и становятся хрупкими.

Высокие температуры вызывают понижение вязкости тормозной жидкости и ее подтекание, образование паровых пробок в гидравлическом приводе тормозов и их отказ.

Негативно воздействует на надежность и состояние тормозной системы повышенная влажность воздуха, которая вызывает ускоренную коррозию деталей, узлов, агрегатов, изготовленных преимущественно из чугуна, обладающего низкой стойкостью к коррозионным процессам.

На современном этапе развития тормозного управления для решения задач по обеспечению противокоррозионной защиты, а также защиты от высокой и низкой

температуры окружающей среды целесообразно использовать систему разработанных мероприятий, обеспечивающих требуемую степень защищённости.

Первая группа мероприятий способствует остановке или же предотвращению разрушающих процессов. К ним относятся своевременное и качественное проведение технического обслуживания и ремонта, своевременная замена специальных жидкостей и масел, вышедших из строя агрегатов, а также правильная эксплуатация и организация хранения техники в закрытых и отапливаемых помещениях.

Вторая группа содержит средства защиты автомобилей от воздействия агрессивных сред. То есть установка и использование таких материалов, которые более стойки к коррозии, высоким и низким температурам.

Рассмотрим для сравнения тормозное управление нескольких автомобилей:

1. Тормозное управление российского многоцелевого автомобиля повышенной проходимости «Тигр М». (Рисунок 1) [1].



Рисунок 1. «Тигр М».

Тормозное управление состоит из трёх систем:

Рабочая тормозная система – гидравлическая, двухконтурная с разделением на контуры по осям, с пневмоусилителем, передние и задние тормозные механизмы – барабанного типа.

Стояночная тормозная система – трансмиссионный тормозной механизм барабанного типа с механическим приводом, установленный на вторичном валу раздаточной коробки.

Запасная тормозная система – каждый из контуров рабочей тормозной системы.

Преимущества данного тормозного управления прежде всего в защищённости от агрессивного воздействия внешней среды. Возможность использование электронных устройств отображения информации о состоянии автомобиля.

Однако есть и не недостаток, который заключается в плохом теплоотводе, трущиеся детали под крышкой барабана.

2. Тормозное управление бескапотной трехосной бронемшины КамАЗ-63968 «Тайфун-К» (Рисунок 2) [2].



Рисунок 2. КамАЗ-63968 «Тайфун-К».

Тормозная система: двухконтурная, пневматическая. Тормозное управление – пневматические.

Автомобиль оборудован рабочей, стояночной, запасной и вспомогательной тормозной системой. Хотя эти тормозные системы имеют общие элементы, но работают они независимо один от другого и обеспечивают высокую эффективность торможения в любых условиях эксплуатации.

Кроме того, автомобиль оснащен приводом аварийного растормаживания, обеспечивающим возможность движения автомобиля при автоматическом его торможении из-за утечки сжатого воздуха.

Рабочая тормозная система позволяет надежно и быстро останавливать движущийся автомобиль независимо от условий его движения, скорости и нагрузки. Тормозные механизмы установлены на всех шести колесах автомобиля. Привод рабочей тормозной системы пневматический, двухконтурный, он приводит в действие отдельно тормоза переднего моста и задней тележки автомобиля.

Стояночный тормоз выполнен как единое целое с запасным тормозом, для его включения рукоятку стояночного крана следует установить в вертикальное фиксированное положение.

Вспомогательным тормозом является газодинамический тормоз в системе выпуска, при включении которого перекрываются выпускные трубопроводы двигателя и отключается подача топлива.

Широкое распространение пневматического привода объясняется такими преимуществами как возможность создания больших разжимных сил на тормозных колодках при малом усилии на педали управления; возможность накопления большого количества потенциальной энергии сжатого воздуха в ресиверах, позволяющего долго и эффективно тормозить даже при отказе компрессора.

Наряду с преимуществами, есть довольно существенный недостаток, который заключается в большом времени срабатывания вследствие медленного поступления сжатого воздуха к удаленным воздухонаполняемым объемам через трубопроводы с малым диаметром, а также из-за свойства сжимаемости воздуха.

3. Тормозное управление International MaxxPro — броневедомоля производства Navistar International, принятый на вооружение США в 2007 году. (Рисунок 3) [3].



Рисунок 3. «International MaxxPro».

На бронев автомобиле установлен электронный регулятор тормозных сил, который позволяет распределять тормозную силу равномерно между контурами, то есть каждый элемент тормозной системы будет тормозить с одинаковой эффективностью. Его применение предотвращает занос автомобиля и увеличивает управляемость машины.

4. Тормозное управление КрАЗ Спартан (KrAZ Spartan) - украинского бронев автомобиля с колёсной формулой 4×4, разработанный компанией Streit Group на шасси автомашины Ford 550 в 2012 году. (Рисунок 4).



Рисунок 4. «KrAZ Spartan»

Стояночный тормоз – типично американский: затягивается педалью, а отпускается рукояткой сверху. Педаль газа и тормоза расположены довольно близко друг к другу, а поэтому работа ими в зимней обуви требует сноровки.

Рабочая тормозная система двухконтурная, тормозной механизм дисковый.

Преимущества данного тормозного управления прежде всего в использовании электронных устройств отображения информации о состоянии автомобиля.

Недостатком машин КрАЗ Spartan является то что, их обслуживание требует ряд специфического оборудования и компьютерной диагностики, что делает невозможным проведение работ за пределами специально оборудованных станций техобслуживания.

Из рассмотренных примеров очевидно, что будущее тормозных систем автомобиля представляет собой сложную систему, в которую будут входить необходимые сенсорные и электронные устройства, программное обеспечение и исполнительные механизмы. Причём в дальнейшем всё большее значение будет иметь программное обеспечение, которое может самостоятельно разрабатывать сценарии при опасных ситуациях и немедленно их осуществлять. При внедрении такой системы на автомобиле за водителем остается лишь функция задания начала и интенсивности осуществляемого процесса [4].

\*\*\*

1. Фёдоров А.Г. Общее устройство автомобиля специального назначения ГАЗ-233115 «Тигр»: практ. пособ. – Новосибирск: Новосибирский военный институт генерала армии Н.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации, 2018. – 218 с.
2. Артюшкин М.А. КамАЗ 63968 «Тайфун». - Издательство: Русские инженеры №3, 2013 - 32 с.
3. Шипилов В.В. Стариков А.Ф. тенденции развития зарубежной автомобильной техники. – Редакционно-издательский центр Министерства обороны Российской Федерации, 2005. – 176 с.
4. Концепция развития системы вооружения, военной и специальной техники войск национальной гвардии Российской Федерации на период до 2030 года.

**Прохоров А.П., Баранова А.А.**

**Перспективы развития процессов химико-термического упрочнения легированных сталей (обзорная информация)**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
(Россия, Нижний Новгород)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-59*

*idsp: ljjournal-02-2021-59*

**Аннотация**

В работе обобщены результаты исследований структуры, фазового состава и эксплуатационных свойств зубчатых колес из стали типа 38Х2МЮА, которые наблюдаются в модифицированном слое, после процесса азотирования. Большое внимание уделено процессу ионного азотирования в тлеющем разряде. Исследование упрочненного слоя показало, что в нем наблюдаются некоторые различия в зависимости от температуры процесса. Рассмотрены часто применяющиеся методы для защиты неазотируемых поверхностей.

**Ключевые слова:** сталь 38Х2МЮА, химико-термическая обработка, ионное азотирование, эксплуатационные свойства, модифицированный слой.

**Abstract**

The paper summarizes the results of studies of the structure, phase composition and operational properties of gears made of steel type 38Kh2MYuA, which are observed in the modified layer, after the nitriding process. Much attention is paid to the process of ion nitriding in a glow discharge. The study of the hardened layer showed that there are some differences depending on the temperature of the process. Frequently used methods for the protection of non-aerated surfaces are considered.

**Keywords:** steel 38Kh2MYuA, chemical-thermal treatment, ion nitriding, performance properties, modified layer.

**Введение**

Задача современного материаловедения и термической обработки заключается в создании новых материалов с высоким заданным комплексом свойств, а также в разработке новейших упрочняющих технологий для высокоэффективного применения их в российском машиностроении.

Сейчас, безусловно, актуальна и востребована разработка новых методов на основе уже существующих упрочняющих технологий (технология модификации поверхности), которые в значительной степени повысили бы прочность, износостойкость, а также сопротивление хрупкому разрушению.

Целью настоящей работы является рассмотрение способов повышения износостойкости деталей, которые работают в парах трения. Как известно, при эксплуатации таких деталей, нагрузке подвергаются лишь некоторые участки поверхности, примером может служить контактная поверхность зубьев зубчатого колеса (шестерни). В этом случае модификации поверхностного слоя подвергается только рабочая область.

### Химико-термическая обработка

Оценка прочности зубчатых колес проводится при помощи объективного критерия, которым является изгибная выносливость зубьев.

Такая выносливость характеризуется сопротивлением зубчатого зацепления усталостному разрушению, которое часто возникает в основании зуба. Сила  $F_0$ , имея максимальное значение при зацеплении, в области линии симметрии зуба, действует перпендикулярно к его поверхности, и, совместно с плечом изгиба  $H$  определяет напряжения в основании зуба (рисунок 1).

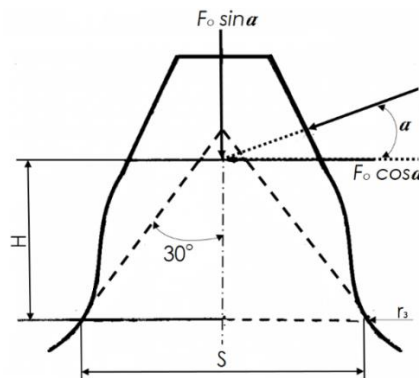


Рисунок 1. Схематичное представление изгибной выносливости в основании зуба.

Решающим фактором для достижения высокой прочности на изгиб, при действии силы  $F_0$ , являются максимально возможный радиус закругления  $r_3$  в основании зуба, а также толщина ножки зуба  $S$ .

Наиболее нагруженным участком профиля зубчатого колеса является боковая поверхность в зоне делительной окружности. В этой зоне происходит ударный вход зуба в зацепление. При эксплуатации зубчатых передач наблюдаются высокие контактные напряжения и напряжения изгиба, в момент, когда вся нагрузка воспринимается одной парой зубьев. Повторно-переменные напряжения являются причиной усталостного разрушения. Основные виды разрушений зубьев представлены на рисунке 2.

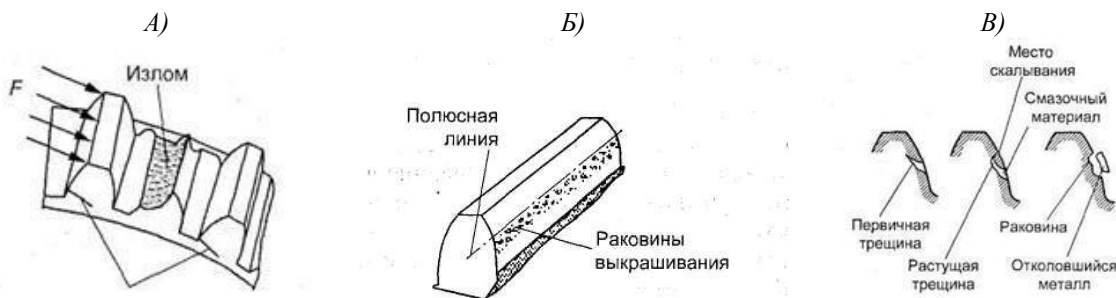


Рисунок 2. Типы усталостного разрушения зубьев зубчатого колеса: А) излом зуба; Б) выкрашивание; В) усталостные раковины.

В целях повышения стойкости поверхности таких деталей, в промышленности, широко применяют химико-термическую обработку.

ХТО является совокупностью процессов термического и физико-химического воздействий, которые направлены на преобразование химического состава и структуры приповерхностного слоя зубчатых колес.

Химико-термическую обработку можно представить в виде трех основных взаимосвязанных стадий [1]:

1 ст: Представляет собой процесс образования активных атомов в среде насыщения, и последующую их диффузию к поверхности модифицируемого металла;

2 ст: Адсорбция – поглощение активных атомов поверхностью насыщения;

3 ст: Диффузия – перемещение адсорбционных атомов внутри металла.

Зубчатые колеса, при проведении химико-термической обработки, деформируются по ряду технологических факторов, выделяют следующие: конструкционное исполнение заготовки (форма), свойства стали, способы получения поковки детали, предварительная термическая обработка и др.

Современной задачей технологии химико-термической обработки является обеспечение и поддержание необходимых эксплуатационных свойств поверхностного слоя изделий, получение диффузионных слоев рабочей толщины за минимальное количество времени.

#### Вид ХТО - азотирование

Азотирование получило наибольшее применение, среди различных методов ХТО. Оно позволяет получать упрочненные детали, с высокой твердостью поверхностного слоя и высокую износостойкость при эксплуатации, а также сопротивление усталости изделий при их минимальном короблении и деформации. Стоит отметить, что по микротвердости азотирование уступает только борированию. Увеличение показателя микротвердости происходит лишь в случае формирования твердого раствора азота в железе.

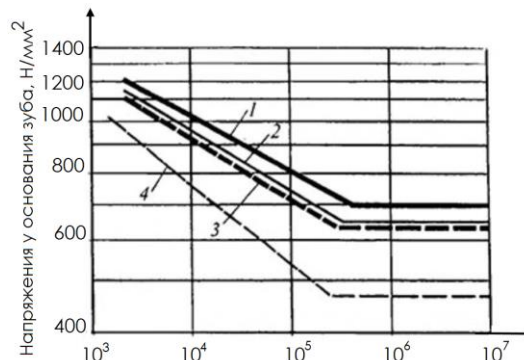


Рисунок 3. Усталостная изгибная прочность в основании зуба цилиндрических колес.

График показывает следующие зависимости, зубчатые колеса в результате цементации 2 обладают более высокой изгибной выносливостью, по сравнению с азотированными 4. Однако, можно также заметить, что после шлифования боковых поверхностей зубьев и дна впадины после химико-термической обработки, происходит повышение изгибной выносливости, и цементованных 1, и азотированных 3 зубчатых колес [2].

В процессе азотирования на поверхности создается модифицированный слой [3], более прочный, по сравнению с материалом сердцевины и имеющий высокие сжимающие остаточные напряжения – это позволяет повысить барьерное действие приповерхностного слоя, тем самым, повышая прочностные показатели деталей под действием статических и усталостных нагрузений.

Модифицированный слой имеет вид «композиционного покрытия», состоящего из приповерхностной нитридной (карбонитридной) зоны и диффузионного подслоя, то есть, так называемой зоны внутреннего азотирования. Это позволяет рассматривать свойства азотированных деталей в широком диапазоне физико-механических характеристик. Под влиянием реальных эксплуатационных воздействий требуется создание регулируемого диффузионного слоя с развитием тех или иных фазовых и структурных составляющих, которые, в конце концов, и позволят определять работоспособность изделия на износ. Для определения фазовых и структурных составляющих азотированного слоя наиболее информативным является рентгенодифрактометрический метод.

Согласно литературным данным [4], процесс насыщения поверхностного слоя азотом при традиционном азотировании определяется диффузионной кинетикой, его описание возможно при помощи уравнения Фика:

$$\Delta M = -D \frac{dc}{dx} * S * \Delta t,$$

где:  $D$  – коэффициент диффузии [ $\text{м}^2/\text{с}$ ];  $M$  – масса;  $c$  – концентрация;  $S$  – площадь;  $t$  – время.

Авторы [5] считают, что главенствующую роль в процессе азотирования играют ионы атомарного и молекулярного азота. Наиболее распространенной является точка зрения, что в процессах азотирования основную роль играет атомарный азот [6].

Азотирование смесью азота с инертными газами, например,  $Ar$ ,  $He$ ,  $Ne$  – оказывает влияние на фазовый состав и конечную концентрацию азота в приповерхностном слое детали, увеличивая микротвердость поверхности почти на 60 %.

#### **Азотируемые стали – 38Х2МЮА**

Алюминийсодержащая сталь 38Х2МЮА используется в качестве азотируемых материалов для производства зубчатых колес чаще всего. Она является среднеуглеродистой улучшаемой сталью, обладает рядом недостатков: склонна к обезуглероживанию и перегреву; чувствительна к изменению химического состава; обладает невысоким комплексом свойств сердцевины.

Сталь 38Х2МЮА была создана для изготовления ответственных деталей (зубчатых колес, валов), которые работают при высоких знакопеременных и истирающих нагрузках. Высокая прочность азотированного слоя достигается за счет легирования хромом, молибденом и, в частности, алюминием.

По ГОСТ 21354-97 наличие в стали алюминия определяет основные требования к твердости поверхности и сердцевины, а также к глубине азотируемого слоя. Алюминий является агентом, который эффективно повышает твердость азотированной поверхности.

Получаемая высокая твердость азотируемого слоя и увеличение объема, за счет диффузии атомов азота в сталь, приводит к появлению больших напряжений сжатия в азотированном слое (примерно 6000 МПа). Высокие напряжения на поверхности часто приводят к короблению деталей, которые имеют сложное строение (проточки, канавки) – это, в свою очередь, приводит к появлению брака. Высокая твердость азотированного слоя зубьев зубчатого колеса ведет к их охрупчиванию и, так называемому, питтинговому выкрашиванию поверхности при обработке (шлифовке) и контактных нагрузках.

Продуктом изнашивания материала может служить тонкая стружка, при этом, на поверхности пар трения появляются следы резания. Можно предположить, что перенос материала с одной поверхности трения на другую осуществляется адгезионным механизмом изнашивания. При образовании в железе твердого раствора азота следует говорить о смене механизма на абразивный.

## Виды азотирования

### Газовое азотирование.

Наиболее распространенным в России и странах СНГ является газовое азотирование (традиционное). В этом случае процесс проводят в герметических камерах-ретортах (рисунок 4), куда подается специально разработанная смесь газов, при определенной температуре и скорости подачи.

При газовом азотировании контроль и регулирование фазового состава упрочненного слоя проводят вариацией индекса азотирования. На практике происходит путем градации степени диссоциации аммиака в печи.

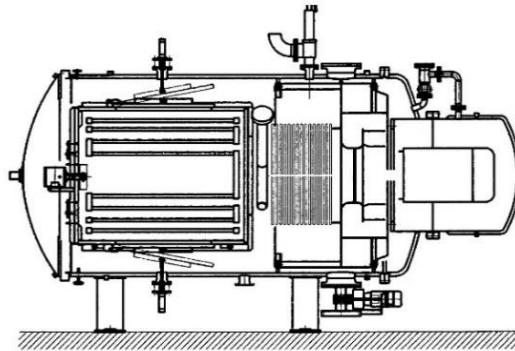


Рисунок 4. Принципиальная схема вакуумной печи (реторта).

Степень диссоциации объединяет в себе множество показателей: скорость потока газа, температуру процесса, площадь поверхности азотируемых деталей, гидростатический фактор (давление) и др.

Количество поглощенного сталью азота, а также тип и концентрация образующихся нитридов – определяют твердость стали при азотировании. Различия в твердости между поверхностным слоем и сердцевиной тем больше, чем выше содержание в стали нитридов (нитридообразующих) легирующих элементов, для стали 38Х2МЮА: *Al, Cr, Mo, Si*. Стоит отметить, что алюминий не влияет на растворимость азота в твердом растворе.

В зависимости от условий образования азотированного слоя, нитридный слой стали 38Х2МЮА представляет собой:  $\gamma'$ -фазу ( $Fe_4N$ ),  $(\gamma' + \epsilon)$ -фазу ( $\epsilon$ -фаза –  $Fe_{2-3}N$ ) и твердый раствор азота в железе –  $\alpha$ -фаза.  $\gamma'$ -нитридный слой представляет собой износостойкий и относительно пластичный слой.  $\epsilon$ -определяется как коррозионно-стойкий слой. Крупные частицы нитридов железа  $Fe_{2-3}N$  дают толчок к появлению высоких местных напряжений в упрочненном слое, и как следствие, возникновению макродефектов (трещин).

### Азотирование в жидких средах.

Это так называемое карбонитрирование (цианирование) в расплаве солей. Для азотирования в жидких средах, часто называемое мягким азотированием или тенифер-процессом, используют расплавы цианид-цианатных солей, а также ванны, основой которых является карбамид. Из-за токсичности процесса жидкое азотирование не получило столь широкого применения.

### Ионное азотирование.

Современным и активно развивающимся методом азотирования является ионное азотирование в тлеющем разряде. Этому типу азотирования уделяется большое внимание, но стоит отметить, что внутренние процессы, происходящие при таком упрочнении, изучены не в полной мере. Сведения о фазовом и структурном составе сталей после проведения высокотемпературного азотирования, не систематизированы и порой являются противоречивыми.

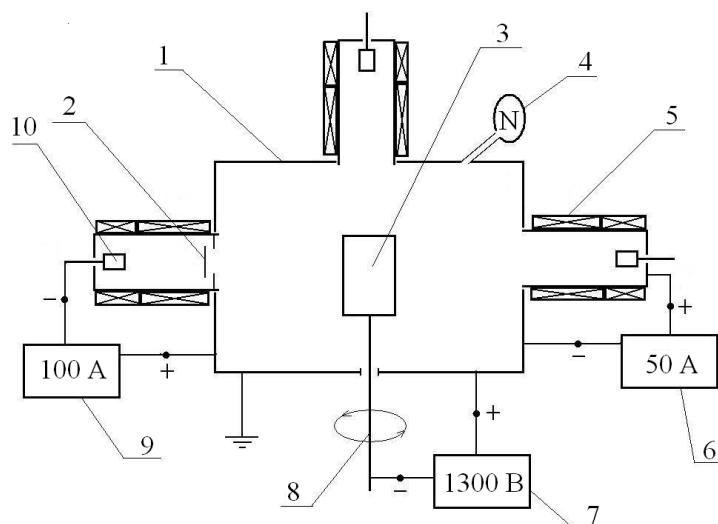


Рисунок 5. Принципиальная схема установки для ионного азотирования:

1 – рабочая вакуумная камера; 2 – кольцевой экран, задерживающий металлические ионы; 3 – деталь, подвергаемая азотированию; 4 – газообразный азот; 5 – фокусирующая направление газа катушка; 6 – источник питания анода; 7 – источник питания подложки; 8 – устройство для разворачивания подложко-держателя; 9 – дуговой источник питания катода; 10 – катод.

Ионное азотирование также можно проводить при помощи вакуумных печей шахтного или колпакового типа, выбор каждой из них зависит от типа изделий, которые необходимо подвергнуть упрочняющей обработке. Универсальной является установка, имеющая камеру с изменяемой геометрией, которая, в свою очередь, позволяет при необходимости, упрочнять длинномерные изделия в подвесном виде.

Технология ионного азотирования в тлеющем разряде дает отличные возможности проводить контроль и управлять процессом диффузионного насыщения. Регулирование процесса происходит как составом азотсодержащей среды, продолжительностью и температурой операции, так и варьированием давления в газовой среде, а также электрическими показателями разряда. Все эти факторы являются принципиальным отличием от классического азотирования.

При ионном азотировании наблюдается превращение молекулярного азота в так называемый «реактивный азот», этот процесс происходит в катодной области тлеющего разряда.

Еще одним значительным отличием ионного азотирования от газового, является то, что кроме потока нейтральных частиц в разряде (атомов, молекул), на поверхность металла можно также воздействовать концентрированным потоком положительных ионов, плотность и энергия которого зависят от параметров электрического заряда – плотности тока и разницы катодного потенциала.

В формировании азотированного слоя при ионном процессе главную роль играют атомы азота. Имеется две причины их образования в разряде:

- Диссоциация молекулярного азота в прикатодном пространстве, а также диффузия молекул азота к катоду;
- Перекомбинация молекулярных ионов на катодной поверхности.

В ходе ионного азотирования в тлеющем разряде с ЭПК при температуре  $T = 550\text{ }^{\circ}\text{C}$  в стали 38Х2МЮА обнаруживаются следующие составляющие упрочненного слоя [7]:  $\varepsilon$ -фазы  $Fe_{2-3}N$ ,  $Fe_{2-3}(N,C)$ ,  $\gamma'$ -фазы  $Fe_4N$ ,  $Fe_4(N,C)$ , а также фазы, состоящие из нитридов и карбонитридов хрома ( $CrN$ ,  $Cr(N,C)$ ,  $Cr_2N$ ,  $Cr_2(N,C)$ ). Важно отметить, что такие легирующие элементы как хром и марганец, растворяясь в  $\gamma'$ -фазе, снижают в ней содержание азота и уменьшают толщину.

Замечено, что при возрастании температуры азотирования до  $T = 650 \text{ }^\circ\text{C}$ , происходит выклинивание области существования  $\alpha$ -фазы  $Fe_{2-3}(N,C)$ , она, растворяя в себе углерод, переходит в карбонитрид  $Fe_4(N,C)$  [7].

Авторами [8-9] также отмечается, что с ростом температуры в диффузионном слое, кроме нитридных и карбонитридных соединений, могут образовываться оксинитридные соединения типа  $(Fe,Me)_3O_4$ . Зоны, содержащие эти соединения более пластичны, обладают хорошими адгезионными свойствами.

Недостатками ионного азотирования являются:

- Невозможность ускорения процесса путем увеличения плотности ионного потока, т.к. в результате перегрева деталей снижается поверхностная твердость;
- Интенсификация процесса ионного азотирования;
- Отсутствие возможности наложения магнитного поля для увеличения плотности тока и снижения давления газа;

Ионное азотирование зубчатых колес является альтернативой процессу цементации. Ионное азотирование зубчатых колес при температурах, порядка (480...580  $^\circ\text{C}$ ), позволяет избежать фазовые превращения при упрочнении – это, в свою очередь, в значительной степени снижает деформацию деталей и позволяет сохранить геометрию профиля зубьев. Последующая механическая обработка (шлифование) после такого вида упрочнения не требуется.

Хрупкие фазы, находящиеся в упрочненном слое, являются причиной износа поверхности стали 38Х2МЮА, эти фазы под влиянием эксплуатационных нагрузок приводят к растрескиванию азотированного слоя.

#### **Способы защиты неазотируемых поверхностей**

Существенной проблемой при проведении азотирования является защита неазотируемых поверхностей. Проблема представляет краеугольный камень, с одной стороны – техническая и экономическая точка зрения, с другой экологический вред.

Основными способами защиты неупрочняемых поверхностей на сегодняшний день являются: для газового азотирования – никелирование, гальваническое лужение, нанесение тонкого слоя жидкого стекла; при ионном азотировании – целесообразно использовать специальные защитные металлические экраны.

#### *Гальваническое лужение.*

При азотировании стальных изделий места поверхности их, не подлежащие азотированию, обычно покрываются оловом гальваническим путем (гальваническое лужение).

Недостатком этого способа является то, что при наложении относительно тонкого слоя олова происходит некоторое «пробивание» изолированных оловом мест, что сильно затрудняет механическую обработку деталей в этих местах после азотирования.

При наложении более толстого, требующегося для полного азотирования, слоя олова, в процессе азотирования происходит затекание олова с луженых мест на места, подлежащие азотированию.

Кроме того, в процессе азотирования олово, расплавляясь и стекая, капает с верхних деталей на расположенные ниже, попадая часто на места, подлежащие азотированию. С этой целью поверхность смачивают препаратом Мажеф («марганец-железо-фосфор»). Фосфатированная поверхность совершенно не смачивается оловом и, кроме того, на ней более активно адсорбируется азот, что способствует улучшению условий азотирования.

#### *Защита жидким стеклом.*

Двукратное нанесение на поверхность детали жидкого стекла является вторым наиболее распространенным и дешевым методом защиты неазотируемых поверхностей.

Технология состоит в следующем, на поверхность наносят слой жидкого стекла (толщина слоя 1...2 мм) и последующей сушкой при  $T = 100...120$  °С.

После проведения указанных операций детали подвергают азотированию. По окончании требуется удаление слоя жидкого стекла с детали.

Очевидным недостатком такого покрытия является нарушение границы между азотируемой и неазотируемой поверхностями, в результате смещения жидкого стекла по поверхности.

#### *Металлические экраны.*

Защиту поверхностей от насыщения можно также обеспечить при помощи металлических экранов. При этом исключается необходимость нанесения и удаления трудоемких защитных покрытий. Проведенные исследования качества такого защитного покрытия и качества диффузионных слоев показали хорошие результаты. Использование защитных экранов позволяет сократить количество оснастки, что уменьшает уровень затрат при изготовлении деталей.

#### **Выводы**

Польза от азотирования деталей в промышленности очевидна, можно отметить следующее, оно позволяет проводить упрочнение зубчатых колес, при этом изделия после данной операции практически не подвергаются короблению, в отличие от цементованных (нитроцементованных), и подвергнутых ТВЧ закалке, это, в свою очередь, позволяет использовать их без дополнительной обработки (шлифования), существенно сокращая трудозатраты при производстве.

Азотирование деталей для нефтегазового и химического сектора машиностроения позволяет повысить их надежность, долговечность и эксплуатационный период.

Азотирование штампового и прессового инструмента повышает износостойкость, сопротивляемость трещинообразованию, позволяет уменьшить налипание металла, в 3...5 раз увеличивается долговечность.

Ионное азотирование в целях повышения служебных характеристик и ресурса конструкций находит все более широкое применение в процессах термоупрочнения, обусловлено это рядом преимуществ данного метода. Например, этот метод в отличие от цементации и классического газового азотирования является более экономичным, это в свою очередь приводит к снижению затрат в целом при производстве азотированных деталей.

\*\*\*

1. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. М.: Машиностроение. 1976. 256 с.
2. Vausch Tomas. Innovative Zahnradfertigung. Expert verlag GmbH, D-71268, Renningen, Germany, 778 s.
3. Дубинин Г.Н., Коган Я.Д. Прогрессивные методы химико-термической обработки. М.: Машиностроение. 1979. 184.
4. Зайт В. Диффузия в металлах/В. Зайт перевод с нем. Г.С. Куликова, Р.Ш. Малкович, под ред. Б.И. Болтакса. М.: Издательство иностранной лит-ры. 1958. 712 с.
5. Арзамасов Б.Н., Братухин А.Г., Елисеев Ю.С., Панайоти Т.А. Ионная химико-термическая обработка сплавов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1999. 400 с.
6. Пастух И.М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде. Харьков: ННЦ ХФТИ. 2006. 364 с.
7. Рамазанов К.Н. Исследование влияния азотирования и высокотемпературного азотирования в тлеющем разряде с эффектом полого катода на фазовые превращения в конструкционных и инструментальных сталях. Уфа: УГАТУ. 2008. Т.10, №1 (26). С. 100-107.
8. Лахтин Ю.М. Теория и технология азотирования/ Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган, Г.Й. Шпис, З. Бемер. М.: Металлургия. 1991. 320 с.
9. Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах/Б.Н. Арзамасов, А.Г. Братухин, Ю.С. Елисеев, Т.А. Панайоти. М.: Изд-во МВТУ им. Баумана. 1999. 400 с.

Тимофеева И.Г., Плишкина О.В.

**Шум – сопутствующий фактор воздействия на рабочих виброопасных профессий**

*ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технология и управления»*

*(Россия, Улан-Удэ)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-60*

*idsp: ljjournal-02-2021-60*

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы шумового воздействия на рабочих виброопасных профессий. Так как, ручные машины являются виброопасными. вибрация данных машин, в основном, превышает допустимые нормативные значения. Создаваемый шум при работе ручных машин усугубляет воздействие вибрации на оператора. В результате шумового воздействия возникает и развивается профессиональное заболевание. Так же, в статье приводятся значения уровня шума в зависимости от вида операции и места ее выполнения – при клепке, свепление, при выполнении операции снаружи агрегата и внутри.

**Ключевые слова:** шум, безопасность труда, шумовое воздействие, условия труда, вибрация, ручные машины.

**Abstract**

The article deals with issues of noise exposition on workers of vibration-hazardous professions. Hand-held machines are vibration hazardous. Vibration of these machines mainly exceeds permissible normative values. The noise generated during the operation of hand-held machines exacerbates effect of vibration on the operator. As a result, vocational illness occurs and develops. Also, the article gives values of noise level depending on the type of operation and its place of execution - during riveting, welding, during operation outside and inside of machine.

**Keywords:** noise, labor safety, noise exposition, working conditions, vibration, hand-held machines. Bibliography

Сохранение здоровья, обеспечение благоприятных и безопасных условий труда, одна из важнейших задач на современном развитии производства.

В производственных процессах широко используются и применяются средства малой механизации, которые позволяют механизировать любой технологический процесс.

Наиболее высокий процент использования получили ручные машины как ударного действия, так и вращательного действия. Данные ручные машины используют в течении смены или применяются при обслуживании машин и оборудования, которые генерируют вибрацию передающуюся на руки оператора или тело.

С помощью ручного механизированного инструмента выполняются операции в труднодоступных местах. Технические характеристики данного инструмента постоянно совершенствуются, при этом увеличивается интенсивность ручных машин, повышается производительность труда, а также увеличивается шумовое воздействие, которое является сопутствующим фактором условий труда и является источником развития и возникновения профессионального заболевания.

Для снижения шумового воздействия на оператора ручных машин, обеспечения их безопасности, уменьшения роста профессиональных заболеваний, необходим

мониторинг уровня шума на различных частотах при выполнении определенных операций [1].

При современном развитии техники и широком внедрении в технологических процессах средств малой механизации ухудшаются гигиенические условия труда, где немаловажное значение имеет повышенный шум.

Шум, как вредный фактор условий труда, оказывает негативное влияние на весь организм оператора ручных машин, а именно: угнетает центральную нервную систему, приводит к отклонению скорости дыхания и сердечный пульс, нарушает обмен веществ в организме человека, приводит к возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, и, как следствие, приводит к возникновению профессионального заболевания.

Поэтому шумовое воздействие на рабочих виброопасных профессий заслуживает особого внимания, т.к. ручные машины, которые считаются виброопасными, всегда являются источником интенсивного шума, а также фактором, усугубляющем негативное воздействие вибрации.

Основными причинами шума в условиях производства, при использовании ручных машин, являются: сжатый воздух от пневматических ручных машин, соударение металлических деталей, удары вставного инструмента по обрабатываемой поверхности, износ инструмента, неуравновешенность частей.

Анализ и исследования шума ручных машин показал, что до 75% данной техники имеет высокочастотный уровень шума, достигающий 119 дБА. Ручные машины, у которых уровень шума достигает выше 123-145 дБА, способствует механическому повреждению органов слуха. Исследования шума на низких и средних октавных полосах частот с уровнями 110-125 дБА и 80-95 дБА вызывают изменения в органах слуха, которые приводят к необратимым процессам. При постоянном и систематическом воздействии вызывают болевое состояние организма человека.

Уровень шума зависит от вида операции, вида обрабатываемого материала, его толщины, конфигурации устройства, изделия. Высокий уровень шума имеет место при использовании рубильных и клепальных молотков при обработке металла и характеризуется уровнем 90-110 дБА. В зависимости от толщины обрабатываемого изделия, пустотелого или тонкостенного, создается наибольший уровень шума.

Разница между шумом при клепке и рубке открытых поверхностей и в замкнутом пространстве достигает 10 дБА и более. При операции сверления шум на 7-20 дБА ниже, чем при клепке. Сверление и клепка внутри агрегата (устройства) сопровождаются повышением уровня шума на 10-20 дБА (табл.1) по сравнению с такими же работами вне агрегата (табл. 2).

В различных полосах среднегеометрических частот уровни шума, при выполнении различных технологических операций, также, имеют большую вариабильность. Расположение пиковых значений уровня шума ручных машин в октавных полосах различно. Диапазон уровня шума расположен в области низких, средних и частично высоких частот [2].

Таблица 1

*Зависимость уровня шума при выполнении операций внутри устройства*

Среднегеометрические частоты, в Гц	Уровень шума при выполнении работ внутри устройства, дБА	
	при операции сверления	при клепке
63	99	118
125	98	100
250	95	115
500	97	120
1000	95	118
3000	93	116
4000	90	115

Таблица

## Зависимость уровня шума при выполнении операций снаружи устройства

Среднегеометрические частоты, в Гц	Уровень шума при выполнении работ снаружи устройства, дБА	
	при операции сверления	при клепке
63	68	87
125	70	95
250	78	98
500	80	96
1000	95	100
3000	97	108
4000	82	105

Анализ уровней шума в октавных полосах частот, как видно из таблиц 1, 2, показывает превышение предельно допустимых значений.

Из анализа данных уровня шума таблицы 1 видно, что при выполнении операции клепки внутри агрегата, клепальным ручным молотком ударного действия, уровень шума на различных октавных полосах частот изменяется скачкообразно. Пиковые значения уровня шума 78 дБА наблюдается в области средних частот 250 Гц, а также в области высоких частот 100 дБА- 108 дБА.

При выполнении операции сверления внутри агрегата максимальные уровни шума 95 дБА – 98 дБА находятся в области низких и средних частот.

В таблице 2 показаны уровни шума при сверлении и клепке при выполнении работ снаружи устройства. Значения уровня шума при клепке, выполняемой снаружи агрегата (устройства), типичны значениям уровня шума при выполнении работ внутри агрегата. Наибольшие уровни шума расположены в области средних и высоких частот и соответствует 98 дБА – 108 дБА.

Превышение уровня шума находится в широком диапазоне спектра. Гигиеническая оценка показывает значительное превышение на 15 дБА – 28 дБА допустимым нормам величины. В то же время, уровни шума на рабочих местах, в большинстве случаев (95%), превышали на 8-14 дБА предельно допустимые значения [3].

Проведенный мониторинг условий труда рабочих при эксплуатации ручных машин показал, что применяемые ручные машины создают повышенный уровень шума, который является сопутствующим фактором, усугубляющим воздействие вибрации на оператора.

Профессиональные заболевания являются результатом негативных последствий труда, вызванных с неполным устранением опасных и вредных факторов, отсутствием единого подхода к рассмотрению производственного процесса как сложной социально-технической системы, при рассмотрении которой необходимо учитывать взаимосвязи между элементами системы, выявлять роль каждого из них в общем процессе функционирования, учитывать воздействие сопутствующих факторов условий труда лиц виброопасных профессий.

\*\*\*

1. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотилов Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении. – М.: Изд-во "Машиностроение", 1970. – 208 с.
2. СанПин 2.2.2.540-96. Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ. – М.: Минздрав, Ф. 1996. - 32 с.
3. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. - М.: Изд-во стандартов, 1983. – 21 с.

## РАЗДЕЛ X. БИОТЕХНОЛОГИИ

Очирова Л.А.<sup>1</sup>, Будаева А.Б.<sup>2</sup>

## Органолептические исследования и определение массовой доли влаги в копченой рыбе

<sup>1</sup>Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова  
Агротехнический колледж  
(Россия, Улан-Удэ)

<sup>2</sup>Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского  
(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/lj-02-2021-61

idsp: ljjournal-02-2021-61

**Аннотация**

Нами была проведена ветеринарно-санитарная экспертиза копченой рыбы, реализуемых розничной сети города Улан-Удэ, Республики Бурятия. Органолептические исследования проводили по пяти показателям такие, как внешний вид, цвет чешуйчатого покрова, консистенцию, вкус и запах. Физико-химическими исследованиями определяли массовую долю влаги в копченой рыбе. По результатам проведенных лабораторных исследований было установлено, что все 5 образцов, реализуемых в розничной сети города Улан-Удэ соответствовали нормативным правовым документам.

**Ключевые слова:** рыба, копченая рыба, органолептические исследования, определение массовой доли влаги.

**Abstract**

We conducted a veterinary and sanitary examination of smoked fish sold by the retail network of the city of Ulan-Ude, the Republic of Buryatia. Organoleptic studies were carried out on five indicators such as appearance, color of the scaly cover, texture, taste and smell. Physicochemical studies determined the mass fraction of moisture in smoked fish. According to the results of laboratory studies, it was found that all 5 samples sold in the retail network of the city of Ulan-Ude corresponded to regulatory legal documents

**Key words:** fish, smoked fish, organoleptic studies, determination of the mass fraction of moisture.

Рыба и рыбные продукты являются источником многих необходимых для человека питательных веществ, таких как полноценные белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины. Особо полезными считаются морские особи, которые содержат большое количество йода, фосфора, кальция, магния и ряд витаминов, которые улучшают пищеварение, работу сердечно-сосудистой и нервной системы, состояния мышечной, костной и хрящевой тканей [4]. Поэтому употребляемая в пищу рыба должна быть качественной и безопасной для потребителей [5, 6]. Так в нашей стране большим спросом пользуется копченая рыба. При копчении ткани рыбы пропитываются продуктами теплового разложения древесины (дым, коптильная жидкость). При этом летучие ароматические вещества – органические кислоты, спирты, карбонильные соединения и фенолы, выделяются в больших количествах при медленном неполном сгорании древесины. Смесь фенолов, древесного спирта, уксуса и смолистых веществ, придает рыбе специфический вкус и запах копчености, золотисто-коричневую окраску и обладает некоторым консервирующим

(антисептическим) действием, что повышает стойкость рыбы при хранении. Вкус копченой рыбе придают фенолы.

Копченая рыба относится к деликатесным и питательным продуктам готовым к употреблению без предварительной кулинарной обработки и поэтому пользуется постоянным спросом у покупателей. При холодном копчении из рыбы извлекается влага из толщи мяса с одновременным осаждением на поверхности рыбы элементов копильного дыма. Окрашивание поверхности рыбы происходит в результате осаждения на нее дыма (нейтральных смол, фенолов), а также продуктов карамелизации углеводов. Запах копчености рыба приобретает в результате оседания на ее поверхности фенолов, альдегидов, кетонов и других веществ, обладающих пряным ароматом. В образовании вкуса участвуют кислоты, фенолы и другие вещества [4].

Перед реализацией рыба подвергается ветеринарно-санитарной экспертизе и по показаниям в соответствии с нормативными правовыми документами в некоторых случаях и дополнительным лабораторным исследованиям. При проведении ветеринарно-санитарной экспертизы копченой рыбы оценивают ее органолептические показатели (внешний вид, цвет чешуйчатого (или кожного) покрова, консистенцию, вкус и запах), физико-химические показатели (массовая доля поваренной соли в мясе рыбы, массовую долю влаги в мясе рыбы) [4].

**Целью работы** явилось проведение органолептических исследований и определение влажности копченой рыбы, реализуемых в розничной сети города Улан-Удэ.

**Материалы и методы.** Работа выполнена в Агротехническом колледже ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова». Материалом служили копченая рыба, реализуемые в розничной сети города Улан-Удэ.

Органолептические исследования проводили согласно: ГОСТ 11482-96. Рыба холодного копчения. Технические условия [1]; ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей [2]; ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа [3];

Определение влажности проводили универсальным анализатором влажности «Эвлас-2М» (Рисунок 1).

Нами были проведены органолептические исследования 5 образцов копченой рыбы: омуля, теши кеты, балыка кеты, окуня, скумбрии результаты изложены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты органолептических исследований копченой рыбы

п/п	Наименование рыбы	Органолептические исследования				
		Внешний вид	Цвет покрова	Консистенция	Вкус	Запах
1.	Омуль потрошенный	Поверхность чистая, не влажная, незначительный налет соли на поверхности	Темно-золотистый	Плотная	Приятный, копченый, свойственный данному виду рыбы	С ароматом копчености, без посторонних запахов
2.	Теша кеты	Поверхность чиста, не влажная, имеются проколы от шомполов в хвостовой части	От светло-золотистого до темно-золотистого	Плотная	Приятный свойственный данному виду продукта	С ароматом копчености, без посторонних запахов
3.	Балык кеты	Поверхность чиста, не влажная, имеются проколы от шомполов в хвостовой части	От светло-золотистого до темно-золотистого	Плотная	Приятный свойственный данному виду продукта	С ароматом копчености, без посторонних запахов

4.	Окунь	Поверхность чиста, не влажная, отмечается частичная сбитость чешуи	Темно-золотистый	Нежная	Приятный свойственный данному виду продукта	С ароматом копчености, без посторонних запахов
5.	Скумбрия	Поверхность чистая, не влажная, брюшко ослабевшее без разрывов	Темно-золотистый	Чуть ослабевшая без признаков подпарки	Приятный свойственный данному виду продукта	Выраженный запах копчености

Органолептические исследования копченой рыбы проводили по 5 показателям. При определении внешнего вида установили, что все 5 образцов рыбы имели чистую не влажную поверхность, из них в одном экземпляре 20 % случаях отмечен незначительный налет соли на поверхности рыбы, 40 % рыбы имели проколы от шомполов в хвостовой части, у 20 % отмечалась частичная сбитость чешуи и 20 % брюшко было ослабевшее, целостное без разрывов. Цвет поверхности рыб варьировал от светло-золотистого до темно-золотистого. Консистенция рыб в 60 % была плотной, 20 % - нежной и 20 % чуть ослабевшая без признаков подпарки. Вкус в 100 % случаях был приятным свойственным каждому виду рыбы, без постороннего привкуса. Запах был с ароматом копчености, без посторонних запахов.

Определение влажности рыбы проводили при помощи универсального анализатора влажности «Эвлас-2М», результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

*Результаты определения влажности копченой рыбы*

п/н	Наименование рыбы	Время (мин)	Массовая доля влаги в мясе рыбы (%) (измерения)			M±m	ПДУ (%)
			1	2	3		
1.	Омуль потрошенный	44,08	40,73	41,02	40,88	40,87±0,08	42 - 52
2.	Теша кеты	20,12	53,30	52,82	53,84	53,32±0,29	45 - 60
3.	Балык кеты	21,48	59,33	58,12	59,05	58,83±0,37	45 - 60
4.	Окунь	33,00	45,31	46,28	45,98	45,86±0,29	42 - 52
5.	Скумбрия	23,48	60,05	59,89	59,38	59,77±0,21	45 - 60



Рисунок 1. Универсальный анализатор влажности «Эвлас-2М»

Массовая доля влаги во всех 5 образцах копченой рыбы была в пределах нормы согласно нормативным правовым документам.

**Заключение.**

Органолептическими исследованиями 5 образцов копченой рыбы по 5 показателям показало, что в 20 % образцах имелся незначительный налет соли на поверхности, у 40 % видны проколы от шомполов в хвостовой части, у 20 % отмечена частичная сбитость чешуи и у 20 % брюшко было ослабевшее, целостное без разрывов. Цвет поверхности рыб варьировал от светло-золотистого до темно-золотистого.

Консистенция в 60 % была плотной, 20 % - нежной и 20 % чуть ослабевшая без признаков подпарки. Вкус в 100 % случаях был приятным свойственным каждому виду рыбы, без постороннего привкуса и запаха. Массовая доля влаги в 5 образцах была в пределах нормы. По результатам органолептических исследований и по количеству влаги все 5 исследованных образцов соответствовали нормативным правовым документам.

\*\*\*

1. ГОСТ 11482-96. Рыба холодного копчения. Технические условия. Введ. 1998-01-01. М.: Стандартиформ. – 2007. – 14с.
  2. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. Введ. 2009-01-01. М.: Стандартиформ. – 2008. – 12с.
  3. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1986-01-01. М.: Стандартиформ. – 2010. – 123 с.
  4. Дячук Т.И. Ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы и рыбопродуктов : справочник / под редакцией В.Н. Кисленко // М.: изд-во Инфра-М. – 2018. – 366 с.
  5. Иванова Е.Е. Качество и безопасность рыбы и рыбных продуктов / Е.Е. Иванова, Н.А. Студенцова, М.Л. Чехомов, С.А. Гранатюк // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1999. - № 5-6 (252-153). – С. 104-105.
  6. Усенков А.В. Ветеринарно-санитарный контроль за качеством рыбы и рыбосырья на продовольственных рынках Южного федерального округа / А.В. Усенков, М.Э. Мусаев, О.А. Землянская и др. // Ветеринарная патология. – 2005. - № 4 (15). – С. 39-41.
-

## РАЗДЕЛ XI. ЭНЕРГЕТИКА

Соболь А.Н., Андреева А.А.

### Области применения и возможность использования асинхронных генераторов в автономных ветроэнергетических установках

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина  
(Россия, Краснодар)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-62*

*idsp: ljjournal-02-2021-62*

#### **Аннотация**

Автономные асинхронные генераторы можно классифицировать в зависимости от способа возбуждения, характера частоты, способа стабилизации напряжения, конструктивного исполнения и числа фаз. Достаточно актуальным является вопрос использования автономных асинхронных генераторов с емкостным возбуждением в ветроэнергетических установках. Преимущества ветроустановок на основе асинхронного генератора двойного питания: использование полупроводникового преобразователя меньшей мощности, что позволяет значительно снизить его стоимость.

**Ключевые слова:** автономный асинхронный генератор, область применения, электростанция, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетическая установка.

#### **Abstract**

Autonomous asynchronous generators can be classified depending on how the excitation frequency character, a method of stabilizing a voltage, type and number of phases. The issue of using autonomous asynchronous generators with capacitive excitation in wind power plants is quite relevant. Advantages of wind turbines based on a dual power asynchronous generator: the use of a semiconductor converter of lower power, which can significantly reduce its cost.

**Keywords:** autonomous asynchronous generator, scope, power plant, renewable energy sources, wind power plant.

Автономные асинхронные самовозбуждающиеся генераторы (ААГ) находят широкое применение в промышленности, в основном как автономные источники электропитания. Они различаются по способу возбуждения, характеру частоты (постоянная, изменяющаяся), способу стабилизации напряжения, конструктивному исполнению, числу фаз.

ААГ в зависимости от конкретных условий применения выполняются с короткозамкнутым, фазным или полым ротором. Источниками формирования необходимой энергии возбуждения ротора могут являться статические конденсаторы или вентильные преобразователи с искусственной коммутацией вентилей. ААГ с емкостным самовозбуждением имеет простую конструкцию, высокую надежность, относительно небольшую стоимость, является бесконтактной машиной.

Имеющиеся в настоящее время конденсаторы имеют достаточно малые удельные показатели. Таким образом, удельная масса ААГ получается меньше, чем у синхронных генераторов. Например, удельная масса конденсаторов К78-17 меньше в 3,45 раза по сравнению с конденсаторами МБГЧ [2]. Современные системы регулирования ААГ обеспечивают стабильное значение выходного напряжения и его частоты даже при значительных изменениях частоты вращения приводного механизма.

ААГ относительно легко включаются на параллельную работу, даже при значительных рассогласованиях частот вращения роторов генераторов, имеют хорошее качество выходного напряжения.

Целесообразность применения в установке для регулирования частоты асинхронного самовозбуждающегося генератора была показана еще в первой половине прошлого века [3]. Генератор вращался приводным двигателем с постоянной скоростью. Необходимый для возбуждения реактивный ток создавался конденсаторами. Регулирование частоты производится путем изменения величины емкости конденсаторов. Система достаточно проста, надежна и не требовала для своего обслуживания высококвалифицированного персонала.

Автономный асинхронный генератор с емкостным самовозбуждением можно использовать для питания асинхронных электродвигателей, электробытовых приборов, для нужд освещения, обогрева и т. д. в районах, удаленных от линий электропередач и электростанций местного значения.

В ряде стран в мощных энергосистемах параллельно синхронным генераторам включают асинхронные генераторы. По условию поддержания постоянства напряжения возбуждение синхронных генераторов при этом увеличивают, вследствие чего повышается их устойчивость. Целесообразность совместимой параллельной работы источников становится еще более очевидной, если учесть, что значительная часть активной мощности системы вырабатывается асинхронными генераторами.

Возможности применения асинхронных генераторов в крупных энергосистемах в связи с увеличением дальности передачи электрической энергии и мощности источников придает большое значение. Передача реактивной мощности приводит к уменьшению пропускной способности линии. Также гораздо экономичнее устанавливать источники реактивной мощности (синхронные компенсаторы, косинусные конденсаторы) в местах ее потребления. Повышение коэффициента мощности синхронных генераторов связано с недоиспользованием их реактивной мощности и уменьшением устойчивости. Асинхронные генераторы мощностью 22 – 300 тыс. кВт значительно дешевле синхронных генераторов такой же мощности. В мощных энергосистемах передавать на большие расстояния целесообразно только активную мощность, используя для этой цели и асинхронные генераторы, получающие реактивную мощность от синхронных генераторов.

Для получения постоянного тока или переменного тока стабильной частоты в широком диапазоне мощностей, а также для осуществления стартерных режимов (запуск двигателей постоянного тока) перспективно применение асинхронных генераторов с вентильным возбуждением, которые могут выполняться как с короткозамкнутым, так и с фазным ротором.

Недостаточность и неравномерность размещения ископаемых энергетических носителей по Земле с каждым годом становится все более важной проблемой. Стоит задача о незамедлительном нахождении и практическом использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для решения энергетических проблем [4]. По данным Международного энергетического агентства (МЭА) первичные энергоносители, или классические источники производства энергии, составляют на данный момент основу электроэнергетики любой страны. По данным МЭА электростанции работают: на нефти – 38 %, на природном газе – 20 %, на угле – 27 %, что составляет 85 % от общего производства энергетических ресурсов. Остальные 15 % приходятся на АЭС и на электростанции, работающие от возобновляемых энергетических источников. Росту интереса к ВИЭ содействовало подорожание с 70-х годов 20 века энергоносителей (преимущественно нефти), которое, в свою очередь, создало сокращение использования минеральных топливных ресурсов для выработки электрической энергии. Объем добычи и стоимость энергоносителей в большей степени определяют направление развития мировой энергетики. К тому же, тепловая и

атомная энергетика создают сильные нарушения в окружающей природной среде, а расширение масштабов производства электрической энергии на базе органического топлива может повергнуть к глобальным экологическим проблемам для всей планеты. Все это способствует повышению внимания к ВИЭ [2].

Западная Европа стремительной скоростью развивает энергетику на возобновляемых и неиссякаемых источниках – альтернативную энергетику, главная роль в которой относится к ветроэнергетике, как самому широкодоступному способу получения энергии среди возобновляемых источников.

Развитие технологии современного преобразования ветряной энергии начинается с 1970 годов, и быстрый рост наблюдается с 1990-х годов.

Выгодность ветроэнергетической установки (ВЭУ), значение КПД зависят не столько от конструкции лопастей и другого оборудования, но от правильности выбора электрогенератора.

Для использования на ветроэнергетических установках возможны следующие типы генераторов:

- 1) асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором;
- 2) асинхронные генераторы двойного питания;
- 3) синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением;
- 4) асинхронизированный синхронный генератор;
- 5) асинхронные генераторы с фазным ротором;
- 6) синхронные генераторы (СГ) с магнитоэлектрическим возбуждением, т.е. с возбуждением от постоянных магнитов и некоторые другие.
- 7) Специальные СГ: индукторные СГ, генераторы с когтеобразным ротором и некоторые другие.

Каждый из вышеуказанных типов генераторов имеет свои «плюсы» и «минусы».

Преимущества ВЭУ на основе асинхронного генератора двойного питания: использование полупроводникового преобразователя меньшей мощности (около 30% от мощности ВЭУ), что позволяет значительно снизить его стоимость и потери. Благодаря этому, при достаточно высоких средних скоростях ветра (более 7,5 м/с) ВЭУ на основе асинхронных генераторов двойного питания чуть более эффективны. Следует отметить, что дальнейшее развитие ВЭУ идет по пути оптимизации существующих разработок, использования новых профилей лопастей, материалов.

Надо сказать, что использование асинхронного генератора в ветроустановке вызывает трудности, связанные с возможным появлением разного рода его неисправностей [5]. Такими неисправностями могут быть, например, различные витковые короткие замыкания в обмотке статора [6]. Таким образом на данный момент имеется необходимость в разработке соответствующих защитных устройств [7, 8].

\*\*\*

1. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2013. – № 1. С. 70-71.
2. Богдан А.В. Измерение сопротивления нулевой последовательности силового трансформатора У/УН-12 [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев, В.А. Богдан // Сельский механизатор, – М.: ООО «Нива», 2018. № 11. С. 40 – 41.
3. Богдан А.В. Информационные признаки повреждения обмотки статора для построения релейной защиты автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2017. – № 6. С. 72-76.
4. Богдан А.В. Математическая модель самовозбуждения автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 36. С. 322-324.
5. Богдан А.В. Обнаружение виткового замыкания в обмотке статора асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев, Н.С. Баракин // Сельский механизатор – М.: ООО «Нива», 2018. – № 7-8. С. 44 – 45.

6. Пат. 66127 U1 Российская Федерация, МПК Н 02 К 11 00, Н 02 Н 7 08. Устройство для дифференциальной защиты асинхронного генератора[Текст]. / Соболев А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2006147115/22; заявл. 27.12.06; опубл. 27.08.07, Бюл. № 24. – 4 с.
  7. Пат. 2313890 Российская Федерация, МПК 51 Н02М 7/08, Н02Н 3/28. Устройство для дифференциально-фазной защиты [Текст]. / Богдан А.В., Соболев А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2006124282; заявл. 06.07.2006; опубл. 27.12.2007, Бюл. № 36. – 5 с.
  8. Пат. 2295815 Российская Федерация, МПК 51 Н02Н 7/08, G01М 15/00, Н02К 15/00. Устройство защиты машин переменного тока [Текст]. / Богдан А.В., Стрижков И.Г., Потапенко И.А., Соболев А.Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2005131150; заявл. 07.10.2005; опубл. 20.03.2007, Бюл. № 8. – 4 с.
-

## РАЗДЕЛ XII. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бурков А.Ф.<sup>1</sup>, Миханюшин В.В.<sup>2</sup>, Нгуен В.Х.<sup>1</sup>

Электрохимические источники энергии для судовых комбинированных гребных электрических установок

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет

<sup>2</sup>Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского

(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/lj-02-2021-63

idsp: ljjournal-02-2021-63

### Аннотация

На современном этапе развития судовых пропульсивных установок для судов прибрежного плавания представляется целесообразным использование комбинированных энергетических установок, имеющих различные научно-технические решения. К первичным источникам таких установок наряду с электромеханическими преобразователями относятся электрохимические статические источники энергии – аккумуляторные батареи. Специфические условия эксплуатации таких источников в судовых условиях ограничивают их перечень для комбинированных установок. В статье рассмотрены разновидности статических источников энергии, их преимущества и недостатки, позволяющие сделать вывод об экономической целесообразности их применения в комбинированных электроэнергетических установках.

**Ключевые слова:** аккумуляторная батарея, комбинированная энергетическая установка, судовая пропульсивная установка, пропульсивный комплекс

### Abstract

At the present stage of development of marine propulsion systems for coastal navigation vessels, it seems appropriate to use combined power installations with various scientific and technical solutions. The primary sources of such installations, along with electromechanical converters, include electrochemical static energy sources – batteries. The specific operating conditions of such sources in ship conditions limit their list for combined installations. The article discusses the varieties of static energy sources, their advantages and disadvantages, which allow us to conclude that it is economically feasible to use them in combined electric power installations.

**Keywords:** battery, combined power installations, ships propulsion system, propulsion system

Характерной особенностью современных судовых пропульсивных комплексов (ПК), представляющих собой гидромеханические системы, включающие корпус судна и пропульсивную установку, в которой энергия рабочего тела преобразуется в упор, сообщающий движение корпусу судна [1], является их большое конструкционное многообразие и широкий диапазон мощностей.

Научной основой для решения комплексной задачи энергоэффективности судов при их проектировании может быть принято представление о судовом ПК как о системном объекте [2].

Пропульсивные установки (ПУ), входящие в состав ПК, являются исполнительными частями главных энергетических установок. В наиболее общем случае ПУ состоит из движителей (гребных винтов фиксированного или регулируемого шага), валопроводов, главных судовых передач и главных (приводных) двигателей.

В настоящее время строятся небольшие суда с питанием гребных электродвигателей от аккумуляторных батарей (АБ), электрохимических генераторов (топливных элементов), солнечных элементов и др. [3, 4].

К перспективным направлениям развития ПУ малотоннажных судов следует отнести комбинированные энергетические установки (КЭУ), у которых АБ наряду с электромеханическими преобразователями используются в качестве первичных источников энергии [5].

Несмотря на то, что электрохимические АБ с начала своего развития претерпели существенные изменения, в настоящее время с целью повышения технико-экономических показателей (удельной энергии, продолжительности работы и др.) они продолжают совершенствоваться.

Можно выделить несколько типов малотоннажных судов, на которых при рациональном учете всех факторов (конструктивных, социальных, экологических и пр.) применение КЭУ с использованием электрохимических АБ будет технико-экономически целесообразно.

При выборе статических источников в первую очередь учитываются такие показатели как стоимость, плотность энергии, число рабочих циклов «заряд/разряд». В таблице 1 приведены характеристики основных приемлемых типов АБ для КЭУ.

Таблица 1.

## Основные характеристики аккумуляторных батарей

№ п/п	Параметр	АБ				
		SLA	Ni-Cd	Ni-MH	Li-Ion	Li-Polimer
1	2	3	4	5	6	7
1	Плотность энергии, Вт·ч/кг	30	40...60	60...80	100	150...200
2	Число рабочих циклов «заряд/разряд» <sup>1</sup>	200...500	1500	500	500...1000	100...150
3	Минимальное время заряда, ч	8,0...16,0	1,5	2,0...4,0	3,0...4,0	8,0...15,0
4	Устойчивость к перезарядке	Высокая	Средняя	Низкая	Очень низкая	–
5	Само-разрядка, % <sup>2</sup>	5	20	30	10	–
6	Напряжение элемента, В	2,00	1,25	1,25	3,60	2,70
	Ток нагрузки, А <sup>3</sup>	20	>200	50...100	<100	20
7	Диапазон рабочих температур, °С	-20...60	-40...60	-20...60	-20...60	–
8	Периодичность обслуживания, дней	90...180	30	90	–	–

Примечания:

1. До уменьшения емкости на 20 % (до 80 %).
2. В течение месяца.
3. В % от емкости С, А·ч.

Приведенные в таблице 1 характеристики АБ могут изменяться в зависимости от условий эксплуатации. Так, при условии правильного и регулярного обслуживания число рабочих циклов «заряд/разряд» никель-кадмиевых (Ni-Cd) аккумуляторов может достигать 4000 а не 1500 циклов, гарантируемых производителем. Напротив, без проведения тренировочных циклов число рабочих циклов «заряд/разряд» может уменьшиться до трех раз. Для большинства типов АБ число рабочих циклов зависит от глубины разряда. Незначительные разряды обеспечивают больше циклов. У Li-Polimer аккумуляторов напряжение на элемент в зависимости от материала положительного

электрода составляет от 2,5 до 3,0 В. Диапазон рабочих температур указан для режимов разрядки.

В таблице 2 приведена ориентировочная относительная стоимость 1 Вт·ч энергии различных типов аккумуляторов одинаковой емкости.

Таблица 2.

*Сравнительная стоимость электроэнергии аккумуляторов*

№ п/п	Тип аккумулятора	Стоимость 1 Вт·ч энергии, о. е.
1	2	3
1	Свинцово-кислотный	1
2	Никель-кадмиевый (ламельный)	3
3	Никель-кадмиевый (безламельный)	13
4	Железо-никелевый	2
5	Серебряно-цинковый	15

В таблице 3 приведены дополнительные характеристики широко используемых железо-никелевых (Fe-Ni) и серебряно-цинковых (Ag-Zn) щелочных АБ.

Таблица 3.

*Дополнительные характеристики железо-никелевых и серебряно-цинковых АБ*

№ п/п	Тип элемента	Напряжение максимальное, В	Напряжение рабочее, В	Плотность энергии, Вт·ч/кг	Запасаемая энергия, Вт·ч/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Fe-Ni	1,50	1,2	29	65
2	Ag-Zn	1,85	1,5	100	170

Анализ представленных в таблицах 1, 2 и 3 данных позволяет сделать следующие выводы: наибольшую плотность энергии  $W_e$  имеют полимерно-литиевые АБ; самой дешевой является энергия свинцово-кислотных и железо-никелевых батарей.

Плотность энергии щелочных аккумуляторов типа ТНЖК, использующихся в машинах напольного безрельсового электрофицированного транспорта, составляет (28...33) Вт·ч/кг, т.е. соизмерима с тем же показателем свинцовых батарей, а число рабочих циклов «заряд/разряд» больше и равно 1000. Электродвижущая сила щелочных АБ равна 1,2 В. Их преимуществом является низкая зависимость емкости от режима разряда. Поэтому запас хода электрохода со щелочными аккумуляторами будет больше, чем в случае применения других АБ с такой же емкостью. По сравнению с кислотными, щелочные АБ требуют менее тщательного ухода и не подвержены сульфатации, обладают повышенной взрыво- и пожаробезопасностью, большой механической прочностью, не боятся тряски, ударов, вибрации, хорошо выдерживают короткие замыкания.

Кроме того, в судовых КЭУ возможно использование воздушно-металлических механически перезаряжаемых источников и суперконденсаторов.

Воздушно-металлические источники обладают наибольшими теоретическими и практически реализуемыми энергетическими параметрами.

Заряд воздушно-алюминиевых источников тока производится в течение считанных минут, которые необходимы для заливки электролита и/или замены алюминиевых электродов. Для заряда нужна лишь поваренная соль, вода и запас алюминиевых анодов. Их саморазряд имеет относительно невысокое значение даже при хранении с электролитом, а ресурс работы ограничен сроком службы конструктивных материалов, из которых они изготавливаются. К недостаткам воздушно-алюминиевых источников можно отнести довольно высокое внутреннее сопротивление, низкую удельную мощность, нестабильность напряжения во время разряда и провалы напряжения при включении.

К достоинствам суперконденсаторов следует отнести повышенную по сравнению с другими разновидностями аккумуляторов плотность мощности, как объемную, так и весовую; долговечность, превышающую 10 лет; относительно большое число циклов «заряд/разряд», достигающее 100000; сравнительно низкое время зарядки до 100 % номинальной емкости, составляющее от 15 до 40 минут и относительно низкие значения показателя саморазряда – до 10% в месяц.

Выполненные исследования, результаты которых приведены в статье, дают основание сделать вывод о том, что несмотря на большое разнообразие статических источников энергии, для судовых КЭУ целесообразно применение свинцово-кислотных и железо-никелевых АБ.

\*\*\*

1. Камкин, С. В. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок / С. В. Камкин [и др.]. – М.: Транспорт, 1996. – 432 с.
2. Иванченко, А. А. Обзор опыта совершенствования конструкции и применения движительных систем в современном судостроении / А. А. Иванченко, В. А. Шишкин, В. Н. Окунев // Вестник гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. – 2016. – № 4(38). – С. 156-176.
3. Хаустов, А. Н. Электропаром «AMPERE» / А.Н. Хаустов // Судостроение. – 2015. – № 3. – С. 75.
4. Fuel cells – the future of power generation // Marine News. – 2003. – No 2. – P. 38-41.
5. Бурков, А. Ф. Повышение энергоэффективности морского транспорта и транспортной инфраструктуры / А. Ф. Бурков, В. Ф. Веревкин, П. М. Радченко; под общей ред. А. Ф. Буркова. – СПб.: Лань, 2019. – 132 с.

**Иванов С.И., Шилин В.А., Овсепян П.С.**

**Техническое решение для обеспечения оптимальной влажности воздуха в животноводческом помещении**

*Великолукская государственная сельскохозяйственная академия  
(Россия, Великие Луки)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-64*

*idsp: ljjournal-02-2021-64*

**Аннотация**

В статье изложена актуальность разработки и использования систем осушения воздуха в животноводческих помещениях, разработана установка для поддержания оптимальной относительной влажности воздуха. Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях способствует более полной реализации генетического потенциала животных и птицы, профилактике заболеваний, повышению естественной резистентности, а также удлинению сроков службы построек и установленного в них оборудования. Обеспечение оптимального микроклимата в помещениях достигается за счет соблюдения научно обоснованных значений формирующих его факторов среды (температура, влажность, скорость движения воздуха и др.), которые обобщены и приведены для каждого вида животных в соответствующих нормах технологического проектирования животноводческих предприятий.

**Ключевые слова:** относительная влажность, микроклимат, вентиляция, продуктивность, заслонка, воздухоосушитель.

**Abstract**

The article describes the relevance of the development and use of air dehumidification systems in animal husbandry premises, the installation for maintaining the optimal relative humidity of the air is developed. Optimum microclimate in livestock buildings contributes to a more complete realization of the genetic potential of animals and birds, prevent disease, increase natural resistance and prolong the service life of buildings and installed equipment. Ensuring an optimal indoor microclimate is achieved by observing the scientifically based

values of the environmental factors that form it (temperature, humidity, air velocity, etc.), which are generalized and given for each type of animal in the relevant standards of technological design of livestock enterprises.

**Keywords:** relative humidity, microclimate, ventilation, productivity, damper, dehumidifier.

По мнению ученых, специалистов животноводства и технологов [2], продуктивность животных на 50...60% определяется кормами, на 15...20% – уходом и на 10...30% – микроклиматом в животноводческом помещении. Отклонение параметров микроклимата от установленных оптимальных пределов приводит к сокращению удоев молока на 10...20%, прироста живой массы – на 20...35%, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий, снижению устойчивости животных к заболеваниям [1].

Плохие условия на 20-40% снижают продуктивность животных и птицы, влияют на их воспроизводительные функции, заболеваемость и т. д. Наиболее чувствительны к изменениям микроклимата высокопродуктивные животные, птица и особенно молодняк.

Оптимальный микроклимат в животноводческих помещениях способствует более полной реализации генетического потенциала животных, профилактике заболеваний, повышению естественной резистентности, а также удлинению сроков службы построек и установленного в них оборудования. Обеспечение оптимального микроклимата в помещениях достигается за счет соблюдения научно обоснованных значений формирующих его факторов среды (температура, влажность, скорость движения воздуха и др.), которые обобщены и приведены для каждого вида животных в соответствующих нормах технологического проектирования животноводческих предприятий [3].

Создание и поддержание микроклимата в животноводческих помещениях связаны с решением комплекса инженерно-технических задач и наряду с полноценным кормлением являются определяющим фактором в обеспечении здоровья животных, их воспроизводительной способности и получении от них максимального количества продукции высокого качества.

Влажность воздуха, как и температура, оказывает значительное влияние на организм животных. Высокая влажность воздуха усиливает неблагоприятное воздействие на организм как высоких, так и низких температур. При высокой влажности ухудшаются теплозащитные свойства стен, потолка и снижается срок их службы. Низкая влажность воздуха (ниже 50%) также неблагоприятно влияет на организм животных. При этом возрастает запыленность воздуха, что увеличивает заболеваемость животных. Повышенная влажность, можно сказать, угнетает обмен веществ и окислительно-восстановительные процессы в организме, снижает резистентность животных и птиц. При содержании животных в холодный период года в помещениях с высокой влажностью часто отмечаются такие заболевания, как ринит, бронхит, воспаление легких, мастит у коров, желудочно-кишечные заболевания у молодняка. Высокая влажность способствует сохранению микроорганизмов в помещении, в том числе патогенной и грибковой микрофлоры, так что часто является причиной кожных заболеваний – стригущего лишая, экземы, чесотки и др.

Соответственно при высокой влажности и пониженной температуре увеличивается расход кормов на единицу продукции, у животных ухудшается аппетит, снижаются привесы и продуктивность.

Поэтому для снижения относительной влажности воздуха в животноводческом помещении необходимо использовать рациональные инженерно-технические решения вентиляции.

Однако чрезмерно низкая влажность воздуха (менее 30 – 40 %) при повышенной температуре также неблагоприятно отражается на состоянии животных, особенно

молодняка, вызывая сухость слизистых оболочек, усиленную жажду, потоотделение, резко снижается сопротивляемость организма к инфекциям.

Оптимальной является относительная влажность 60–70%, при повышенной температуре допустима 50%, пониженной – 80% (в помещениях для коров – до 85%).

В настоящее время в животноводстве применяют два типа вентиляционных систем - с естественным побуждением воздухообмена и с механическим побуждением притока, вытяжки или того и другого. Применение естественной вентиляции дает ряд преимуществ, но её эффективность в ряде случаев подлежит сомнению. На естественную вентиляцию большое влияние оказывает окружающая среда, в частности, атмосферное давление, температура и влажность воздуха. Принудительная вентиляция, в которой воздух приводится в движение при помощи вентиляторов, более эффективна, по сравнению с естественной, так как на принудительную вентиляцию не влияют никакие резкие колебания плотности воздуха в течение года, направление и скорость ветра [1].

Для поддержания оптимальной относительной влажности внутри фермы в ФГБОУ ВО Великолукской ГСХА на кафедре "Механизации животноводства и применения электрической энергии в сельском хозяйстве" была разработана и сконструирована экспериментальная установка, основным эффектом которой заключается в возможности использования естественного холода для осушения влажного воздуха в помещении.

Воздухоосушитель содержит вентилятор и воздуховод, смонтированные под потолком животноводческого помещения, и соединенные со смесительной камерой, при этом воздуховод имеет круглую форму сечения, поддон дугообразной формы, две жалюзийные заслонки, установленные с возможностью работы в автоматическом режиме от датчиков температуры, установленных в смесительной камере, оборудованной ТЭНом, вентилятором, при этом датчики влажности воздуха расположены в животноводческом помещении [3].

Технологический процесс работы воздухоосушителя (рисунок 3) протекает следующим образом. За счет центробежного вентилятора 5 внутренний и наружный воздух поступает в смесительную камеру 7, где он смешивается. Количество внутреннего воздуха зависит от температуры наружного воздуха и регулируется заслонкой 2. Смесь внутреннего и наружного воздуха поступает в трубу воздухоосушителя. За счет разности температур смеси воздуха, проходящей по трубе воздухоосушителя 3, и внутреннего воздуха на поверхности трубы будут образовываться капли влаги. Влага стекает со стенок воздухоосушителя в поддон 6, далее в канализацию.

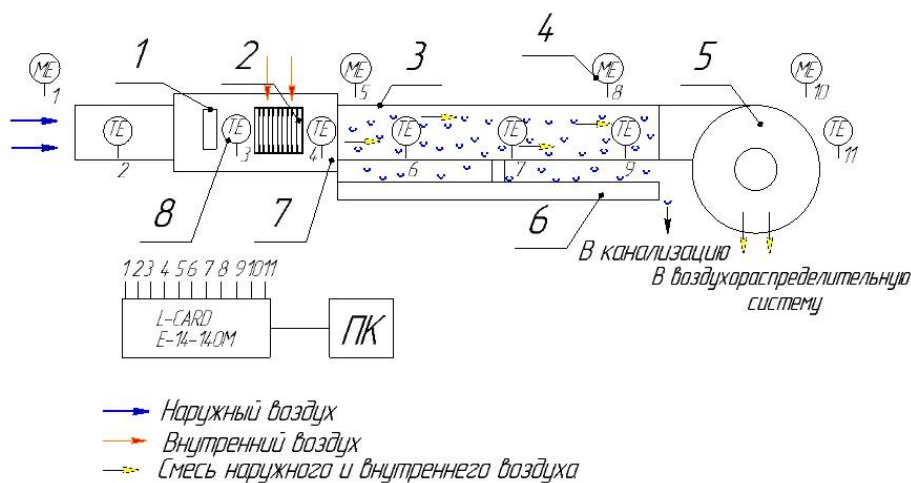


Рисунок 3 – Принципиальная схема воздухоосушителя

1 - ТЭН; 2 - заслонка; 3 - воздуховод; 4 - датчик влажности; 5 - вентилятор; 6 - поддон; 7 - смесительная камера; 8 - датчик температуры

В зимнем режиме внутренняя поверхность стенки воздухоосушителя сухая, а конденсация пара происходит из внутреннего воздуха на внешней поверхности стенки воздухоосушителя.

Вывод: планируется проведение дополнительных экспериментальных и производственных исследований для определения параметров и режимов работы разработанной установки для поддержания требуемого уровня относительной влажности воздуха в животноводческом помещении для подтверждения эффективности ее применения.

\*\*\*

1. Иванов С.И. Обоснование конструктивно-технологических параметров воздухоосушителя для животноводческих ферм / Иванов С.И., Самарин Г.Н. // Международная научно-практическая конференция по теме: «Система технологий и машин для животноводства на период до 2020 г.», Подольск, 2012 г., ГНУ ВНИИМЖ Россельхо-закадемия. Вестник ВНИИМЖ. – 2012. – №4(8). – с. 95 – 101.
2. Иванов С.И. Новое техническое решение для обеспечения оптимальной относительной влажности на ферме / Иванов С.И., Самарин Г.Н., Ружьев В.А. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 31. С. 229-232.
3. Иванов С.И. Автоматизированная система управления микроклиматом в животноводческих помещениях / Иванов С.И., Герасимова О.А., Соловьев С.В. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 3 (35). С. 163-165.

## РАЗДЕЛ XIII. СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Казыдуб Н.Г., Чернов Р.В., Белозерова С.И.

**Возможности интродукции культуры чиа (шалфей испанский) в южной лесостепи Западной Сибири**

ФГБОУ ВО Омский ГАУ  
(Россия, Омск)

doi: 10.18411/lj-02-2021-65

idsp: ljjournal-02-2021-65

### Аннотация

Проведены исследования по новой сельскохозяйственной культуре – чиа (шалфей испанский), обозначена ее значимость как источника питательных веществ для населения, дана оценка возможности интродукции и дальнейшей селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

**Ключевые слова:** чиа, шалфей испанский, интродукция, семена, суперфуд.

### Abstract

Research has been carried out on a promising new agricultural crop, i.e. chia (*Salvia hispanica*); its significance as a source of nutritional substances for the population is outlined, while the possibilities of introduction and further breeding for cultivation under the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia are evaluated.

**Keywords:** chia, *Salvia hispanica*, introduction, seeds, superfood.

Исторические аспекты культуры. В последние десятилетия все более популярна культура чиа (шалфей испанский). В 2005 году Евросоюз счел его семена перспективным видом пищи.

Культура за последнее десятилетие вызвала ажиотаж на Западе. Её никогда не выращивали в России, ни в Европе. Родина чиа – Центральная и Южная Мексика.

Мелкие семена травянистого однолетника из семейства шалфеев когда-то входили в основу рациона питания древних инков, майя и ацтеков. Они словно дарили племенам мегаэнергию. В Мексике до сих пор бытует мнение, что одна столовая ложка семян шалфея испанского может поддерживать силы человека в течение 24 часов тяжелой физической работы.

В 1991 году начались первые селекционные работы по исследованию и развитию чиа, продолжают они и сейчас. Первые экспериментальные участки были засеяны в этом же году в Аргентине.

На данный момент шалфей испанский выращивается на коммерческой основе на 370 000 га в нескольких сельскохозяйственных регионах мира: Мексике, Аргентине, Австралии, Центральной Америке, Перу, Эквадоре и Колумбии. В Российской Федерации посевных площадей под культурой нет, завозят семена из Китая, Таиланда, Израиля, Франции и др.

История чиа очень увлекательна. Хотя она и была третьей по важности культурой в Мексике на протяжении 5 500 лет, в последние 260 лет стала практически неизвестным видом, для реинтеграции в качестве продукта питания ей пришлось адаптироваться к условиям, в которых другие культуры вряд ли бы выжили. Чиа – древняя пищевая культура, одомашнена еще 3 500 лет до нашей эры и до прибытия испанцев была ключевым элементом диеты более 11 миллионов ацтеков, вместе с кукурузой, фасолью и амарантом. После испанской колонизации производство чиа в Мексике было запрещено под предлогом конкуренции с видами растений и животных,

завезенных из Испании, но главным образом из-за культурного почитания и использования в религиозных обрядах племен ацтеков. Чиа сохранилась благодаря индейцам науа, которые жили в горах штатов Пуэбла, Герреро, Морелос и Халиско в Мексике, они продолжали её тайно возделывать.

Шалфей испанский шагнул в XXI век, не пройдя изменений, необходимых для адаптации к современному производству, как кукуруза, фасоль и томаты, не найдя такого же места в современном рационе питания. В результате чиа была неизвестна в других странах, использовалась только в регионах, выращивающих культуру до колонизации испанцами.

Однако статус чиа как продукта питания изменился в начале 90-х годов прошлого века в связи с исследованиями, показавшими наличие в семенах растения высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот омега-3, белка и клетчатки. Ряд отечественных и зарубежных источников массовой информации позиционируют семена чиа как продукт питания нового поколения, суперфуд, богатый витаминами и минералами настолько, что может защитить или полностью вылечить многие заболевания. Перед современными учеными стоит задача не только повторного открытия пользы данной культуры для мира, но и развенчания некоторых окружающих ее мифов.

На данный момент, по результатам изучения научных публикаций в открытом доступе, можно сделать вывод: культура все еще слабо изучена, но определенно имеет огромный потенциал.

Чиа, или шалфей испанский (*Salvia hispanica*). Растение семейства Яснотковые (или Губоцветные), принадлежит к роду шалфеев, или сальвии, обширному роду, включающему одно-, дву- и многолетние растения, а также полукустарники и кустарники. Название растения происходит от латинского слова *salvare*, что означает спасать, предохранять. В русском языке лекарственные и пряновкусовые

*Salvia hispanica* – травянистый однолетник высотой более 1 м. Листья 4 – 8 см длиной и 3 – 5 см шириной, располагаются супротивно. Цветки обычно фиолетовые (багровые). Семена мелкие, овальные, гладкие, блестящие, диаметр – около 1 мм, коричневого, серого, черного или белого цвета, испещренные на поверхности рельефным рисунком и покрытые прочной оболочкой, которая защищает их в условиях жаркого и сухого климата.

Эти растения принято называть шалфеем, а декоративные виды – сальвией. На своей родине чиа растет на высотах 1800–2600 м над уровнем моря. В настоящее время, кроме Мексики и Америки, чиа широко культивируют также в Эквадоре, Боливии, Гватемале, Аргентине и Австралии. В последние годы именно Австралия стала одним из крупнейших в мире производителем чиа.

Уникальность культуры чиа в том, что ее семена очень питательны. Энергетическая ценность – 486 ккал на 100 г. В них содержится 15 – 25% белков, около 34% пищевых волокон, 26 – 41% неволоконистых углеводов, более 30% жирных кислот, преимущественно полиненасыщенных (более 60% альфа-линоленовой (омега-3) и 20% линолевой (омега-6), большие дозы витаминов группы В, кальций, железо, магний, марганец, фосфор и цинк, фенольные соединения: кемпферол, кверцетин, мирицетин, коричная, кофейная и хлорогеновая кислоты. Фенольные соединения препятствуют окислению липидов, по антиоксидантным свойствам чиа превосходит остальные виды шалфея и совсем не уступает чернике. Интересно и то, что в чиа отсутствует глютен, в просторечии клейковина. Эта сложная смесь запасных белков есть во всех злаках, делает тесто эластичным, а выпечку пышной. У более 1% населения планеты выявлена непереносимость глютена, поэтому пищевые продукты, не содержащие в своем составе клейковину, полезны многим.

Семена чиа повышают физическую выносливость и улучшают общее состояние организма.

Полностью покрывают потребность организма в содержании полиненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6, важных на всех этапах жизнедеятельности человека. Омега-3 имеет большое значение при поддержании правильной работы сердечно-сосудистой системы, участвует почти во всех нервных, психических, двигательных процессах, является компонентом клеточных мембран, может предотвратить образование тромбов, снижает уровень холестерина, давление и стабилизирует уровень сахара в крови. Единственным источником омега-3 длительное время считался рыбий жир. Позже выяснилось, что есть еще несколько растений, в том числе конопля и лен, содержащие в своих семенах омега-3. Однако по этому показателю чиа богаче остальных источников.

Семена чиа совершенно уникальны, обладают сильными гидрофильными свойствами, связывают воду.

Если залить семена шалфея испанского небольшим количеством воды, соком или любой другой жидкостью, то всего через несколько минут они, по меньшей мере, удвоятся в объеме. Набухшие семена увлажняют пищевой комок и облегчают прохождение пищи через желудочно-кишечный тракт, помогают регулировать в организме солевой баланс, способствуют наиболее эффективному всасыванию питательных веществ кишечником. Употребление в пищу чиа способствует снижению веса. Ускоряют сжигание и поглощение жира, имея низкий гликемический индекс, снижают аппетит на длительное время.

Семенами возможно дополнять многие традиционные блюда, супы, салаты, соусы, каши, сладости, выпечку.

У семян чиа нейтральный вкус, сочетается со всеми видами приготовлений и продуктов.

Наиболее обычная форма использования чиа – при приготовлении фруктовых соков, йогуртов, мороженого или различных напитков.

Семена чиа добавляют хрустящий контраст, у них есть способность сгущать напитки при приготовлении с водой, молоком или другими соками, ввиду большого количества слизи, которую они содержат. Только одна ложка семян чиа (10 г) ежедневно обогащает диету омега-3, протеинами, пищевыми волокнами, кальцием и фолиевой кислотой.

Шалфей испанский (чиа) представляет важный биологический ресурс для интенсификации сельскохозяйственного производства, решения проблемы получения полноценных, сбалансированных по аминокислотному составу продуктов питания.

До недавнего времени производство семян чиа было возможно только в тропических и субтропических широтах в связи с продолжительным вегетационным периодом, необходимым для завершения их развития. Хотя растения чиа хорошо развиваются и в умеренном климате, им необходим короткий световой день для зацветания, обычно растения погибают при наступлении заморозков до наступления спелости семян. Исследователи из Университета Кентукки (США) занимаются инновационными исследованиями по селекции чиа. Это привело к созданию запатентованных линий, зацветающих в условиях длинного светового дня, способных давать семена в условиях Северо-Запада (штаты Виргиния, Кентукки, Массачусетс) и Среднего Запада США.

Очень важная задача – интродукция культуры чиа, подбор исходного материала для создания ее новых линий, адаптированных для условий выращивания России и Западной Сибири. Первые полевые и лабораторные опыты по сортоизучению образцов чиа в РФ начаты в Омском ГАУ (2018-2020). Получены первые оригинальные семена с интродуцированных образцов (Рис. 1).



Рисунок 1. Растение и семена chia образца 0/18 (Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2020 г)

Из изучаемых коллекционных образцов культуры, семена созрели у формы 3/18. Образец 0/18 в это время находился в фазе цветения. Количество соцветий на исследуемых растениях образца 3/18 – от 25 шт. до 34 шт. Количество семян с растения в зависимости от образцов варьирует от 600 до 2000 шт.

За время изучения коллекционных образцов chia в экологических условиях южной лесостепи Западной Сибири не выявлено специфических вредителей и болезней для этой культуры.

Содержание сахаров в зеленых листьях у изучаемых образцов варьировало от 6 до 11%, в проростках семян от 17 до 25%. Максимальное содержание сахаров в листьях и в проростках семян наблюдается у образца 1/18.

Приоритетным направлением селекции chia остается сокращение продолжительности вегетационного периода и получение семян в открытом грунте. Для повышения эффективности селекционных процессов при создании новых образцов шалфея испанского целесообразно использовать в качестве источников образцы: 3/18 и 0/18.

С 2018 года проводится совместная работа Омского ГАУ с Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (Санкт-Петербург) по разработке линейки продуктов с использованием семян chia местного производства (Л.А. Надточий, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевых биотехнологий и инженерии). Также отечественными учеными, доцентами кафедры высокотехнологичных производств пищевых продуктов Московского государственного университета пищевых производств Н.С. Сотниковой и Т.А. Юдиной была разработана рецептура безглютенового хлеба с использованием семян растения chia для повышения биологической ценности продукта за счет внесения белка и незаменимых жирных кислот омега3.

Заключение. При использовании семян chia в рационе питания решаются сразу две проблемы XXI в. – голод и несбалансированное питание. Научные исследования подтверждают потенциальные положительные эффекты компонентов культуры в снижении риска ряда хронических заболеваний. Выделены образцы с характерным комплексом хозяйственно-ценных признаков (скороспелость, количество цветоносов на растении, масса семян с растения, содержание сахарозы). Подводя итог представленной информации отметим, что семена chia – достойный питательный продукт, который может стать частью ежедневного рациона как в чистом виде, так и в качестве функциональной добавки в продуктах питания. Расширение ассортимента и ареала

возделывания представленных культур в Сибири может произойти только при выведении и распространении новых адаптированных линий и образцов.

\*\*\*

1. Кабанова Ю.В. Разработка каш быстрого приготовления с использованием семян чиа (*salvia hispanica* L.) / Ю.В. Кабанова, М.В. Резникова, Л.А. Надточий – Текст: непосредственный // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2016. – № 3. – С. 3–11.
2. Iglesias–Puig E. Evaluation of dough and bread performance incorporating chia (*Salvia hispanica* L.). / E. Iglesias–Puig, M. Haros. – Text: direct // European Food Research and Technology, – 2013. – № 237, – P. 865–874.
3. Ayerza R. Chia, redescubriendo un olvidado alimento de los Aaztecas. Ed. Del nuevo extremo / R. Ayerza, W. Coates. – Buenos Aires, Argentina, 2006. – 232 p.
4. Прасол И.Ю. Сенсорный анализ рыбных котлет с добавлением нетрадиционного сырья методом профиля флейвора / И.Ю. Прасол, Н.В. Голембовская, Н.М. Слободянюк – Text: direct // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2017. – № 80. – С. 83–87.
5. Angeles Valdivia-Lopez M. Chia (*Salvia hispanica*). A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties – Text: direct / M. Angeles Valdivia-Lopez, Alberto Tecante // Advances in Food and Nutrition Research Volume 75, 2015. – P. 53–75.
6. Norlaily M. A. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. / M. A. Norlaily [et al.] – Text: direct // Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2012. – P. 3–9.
7. Sosa A. Chia Crop (*Salvia hispanica* L.): its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World / A. Sosa – Text: direct // Pontificia Universidad Catolica De Chile: Escuela De Ingenieria Santiago de Chile, 2016. – P. 72–77.
8. Diwakar G. Inhibitory effect of a novel combination of *Salvia hispanica* (chia) seed and *Punica granatum* (pomegranate) fruit extracts on melanin production / G. Diwakar. – Text: direct // Fitoterapia. 2014. – № 9. – P. 71–164.
9. Ayerza R. Chia, redescubriendo un olvidado alimento de los Aaztecas. Ed. Del nuevo extremo / R. Ayerza, W. Coates. – Buenos Aires, Argentina. – Text: direct, 2006. – 232 p.
10. Rendo-Villalobos R. Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L.) / R. Rendo // Villalobos [et al.] – Text: direct // Czech Journal of Food Sciences, 2012. – № 30 (2). – P. 118–125.
11. Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour. / P. Luna-Pizarro [et al.]. – Text: direct // Journal of Food Science and Technology, 2015. – № 52 (7). – P. 4475–4482.
12. Чиа (растение) [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D0%B0\\_\(%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D0%B0_(%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)) (дата обращения 2019 – 10 – 10). – Текст: электронный.
13. Chemical composition of seeds and green beans of common bean varieties, breded in Omsk state agrarian university under conditions of southern forest-steppe zone of Western Siberia (научная статья) / Kazydub N., [и др]. – Text: direct // Agronomy Research. – 2017. – Т. 15. – № 5. – С. 1918–1927.
14. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on estructured ham-like products / Y. Ding [et al.]. – Text: direct // Journal of food and drug analysis, 2018. – № 26. – P. 124–134.
15. Гумеров Т.Ю. Особенности биохимических методов анализа напитков функционального назначения / Т.Ю. Гумеров, К.Ю. Маркова, Д.И. Валева. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – № 20. – С. 117–120.
16. Hernandez M. Mucilage from chia seeds (*Salvia hispanica*): microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry / M. Hernandez. – Text: direct // Pontificia Universidad Catolica De Chile: Escuela De Ingenieria Santiago de Chile, 2012. – 120 p.
17. Кузнецова Д.В. Исследование свойств геля, полученного из семян чиа (*salvia hispanica* L.) / Д.В. Кузнецова, Л.А. Надточий, Ма Ин. – Текст: непосредственный // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 3. – С. 10–15.
18. Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) / M.R. Segura-Campos [et al.]. // Gum. International Journal of Food Science, 2014. – P. 5.
19. Турчин И.М. Целесообразность использования семян чиа в технологии кефира / И.М. Турчин, И.В. Кричковская-Горошко, Н.Б. Сливка – Text: direct // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2017. – № 75. – С. 153–156.
20. Выращивание посадочного материала ягодных культур / под ред. С.П. Петухова, Н.К. Смоляниновой, А.С. Спыриной. – М., 1962. – 207 с.
21. Ayerza R. Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs. Ed. Del nuevo extremo / R. Ayerza, W. Coates. – Text: direct - University of Arizona Press: Tuscan, 2005. – 197 p.

**РАЗДЕЛ XIV. ПРОМЫШЛЕННАЯ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ****Алешков А.А., Цветков Г.А.****Современные проблемы обеспечения физической безопасности магистральных трубопроводов***Пермский национальный исследовательский политехнический университет  
(Россия, Пермь)**doi: 10.18411/lj-02-2021-66**idsp: ljjournal-02-2021-66***Аннотация**

В данной статье рассматривается методология обеспечения физической безопасности магистральных трубопроводов, основанная на оценке совокупного влияния всех опасностей, имеющих место при эксплуатации объектов системы трубопроводного транспорта. Проанализирована статистика аварий на трубопроводах в различных регионах мира.

В общих чертах описывается концепция основных направлений и методов защиты объектов топливно-энергетического комплекса от антропогенных вмешательств. Показана необходимость в создании комплексной информационно - измерительной системы безопасности для решения задач защиты и обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов.

**Ключевые слова:** трубопроводы, анализ статистических данных, аварийность, безопасность, физическая защита, средства охраны.

**Abstract**

This article discusses the methodology for ensuring the physical safety of main pipelines, based on the assessment of the cumulative impact of all the hazards that occur during the operation of facilities of the pipeline transport system. The statistics of pipeline accidents in various regions of the world are analyzed.

In general terms, the concept of the main directions and methods of protecting objects of the fuel and energy complex from anthropogenic interference is described. The necessity of creating an integrated information and measuring safety system for solving problems of protection and ensuring the safe operation of pipelines is shown.

**Keywords:** pipelines, statistical data analysis, accident rate, safety, physical protection, means of protection.

Система магистральных трубопроводов является важным звеном топливно-энергетического комплекса России и мировой энергетики в целом, от бесперебойной, безаварийной и оперативной работы которого в значительной степени зависит экономическая, экологическая и промышленная безопасность. Поэтому к магистральным трубопроводам предъявляются особые требования безопасности и надежности, ужесточающиеся из года в год вследствие постоянного роста их протяженности и непрерывного старения.

Основной угрозой защищенности и бесперебойной работы трубопроводов и причиной возникновения большинства опасных производственных факторов, возникающих при эксплуатации данных объектов, являются внезапные разливы или истечения продукта (утечки) из-за нарушения герметичности трубопровода. Эти негативные воздействия могут носить серьезный характер, начиная с непредвиденных остановок перекачки до непоправимого ущерба окружающей среде, имущественного ущерба, значительных финансовых затрат, травм и гибели людей [1].

В последние годы наблюдается положительная тенденция снижения количества аварий на трубопроводном транспорте во всем мире (рис.1). Так, количество аварий на газопроводах Европы снизилось в 5-8 раз по сравнению с семидесятыми годами, а в России произошло пятикратное снижение аварийности за последние 20 лет. Показатель интенсивности аварий на магистральных трубопроводах как России, так и Европы стабилизировался на отметках 0,1-0,2 аварий в год на 1000 км длины, а США – 0,6. Исключением являются нефтепроводы Европы, где с 2011 года резко увеличилось число аварий, связанных с кражей перекачиваемого продукта, и в настоящий момент показатель интенсивности аварий составляет 0,4 аварий в год на 1000 км длины [2, 3, 4, 5, 6].

Снижение аварийности на МТ можно объяснить завершением периода вработываемости оборудования, совершенствованием технологий строительства и эксплуатации трубопроводов, использованием уже накопленных знаний о происшедших ранее авариях. Процессы износа материала трубопроводов (в т.ч. коррозия) достаточно долгосрочны и на современных МТ контролируются развитыми диагностическими процедурами. Более существенный вклад в причины аварийности на данном этапе эксплуатации МТ вносят не внутренние технологические причины (изменений в технологии и обслуживании не наблюдается), а нерасчетные внешние природные и антропогенные воздействия (рис.2 и 3).

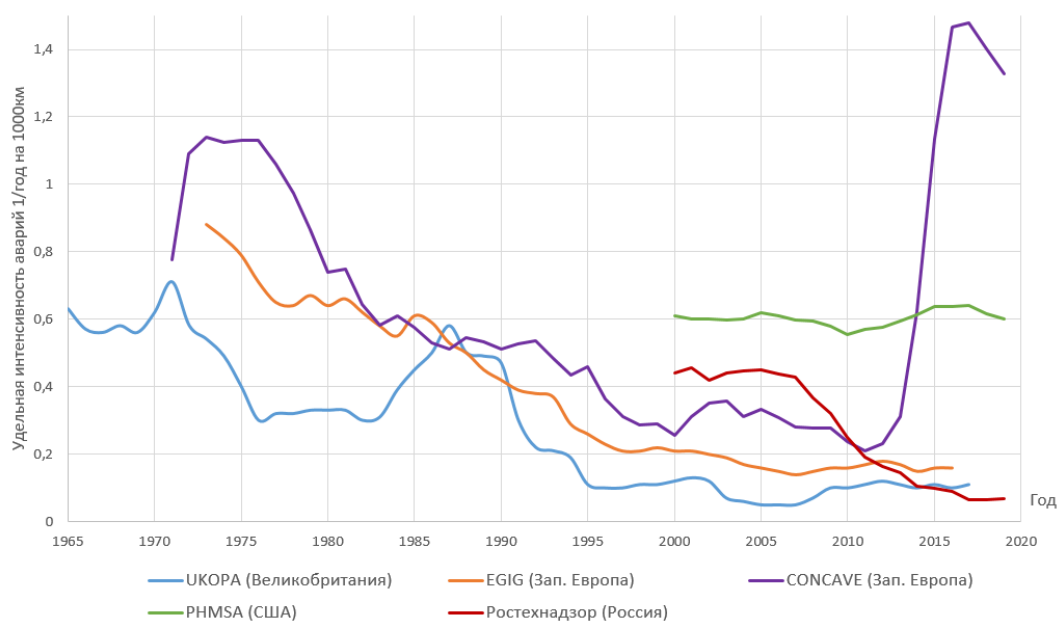


Рисунок 1 – Удельная интенсивность аварий на магистральных трубопроводах, осредненная по пятилетним периодам

Основными причинами аварий на магистральных газопроводах в Европе и США являются коррозия (25%), дефекты материалов и СМР (20-30%) и внешние воздействия (25-35%). Для магистральных газопроводов России характерны аварии, вызванные коррозией труб, – 58%, дефектами оборудования – 23% и внешними воздействиями – 16%. Для нефтепроводов России и Европы в последнее десятилетие основной причиной аварий является внешнее воздействие – 60% случаев, в то время как в США оно составляет лишь 22% [2, 3, 4, 5, 6].

То есть наряду с традиционными причинами аварийных ситуаций, такими как коррозия, износ, ошибки персонала, воздействия природного характера, в настоящее время существенную роль стали играть внешние воздействия (деятельность третьих лиц): врезки с целью хищения перекачиваемого продукта, террористические акты и диверсии, случайные повреждения трубопроводов техникой и т.д.

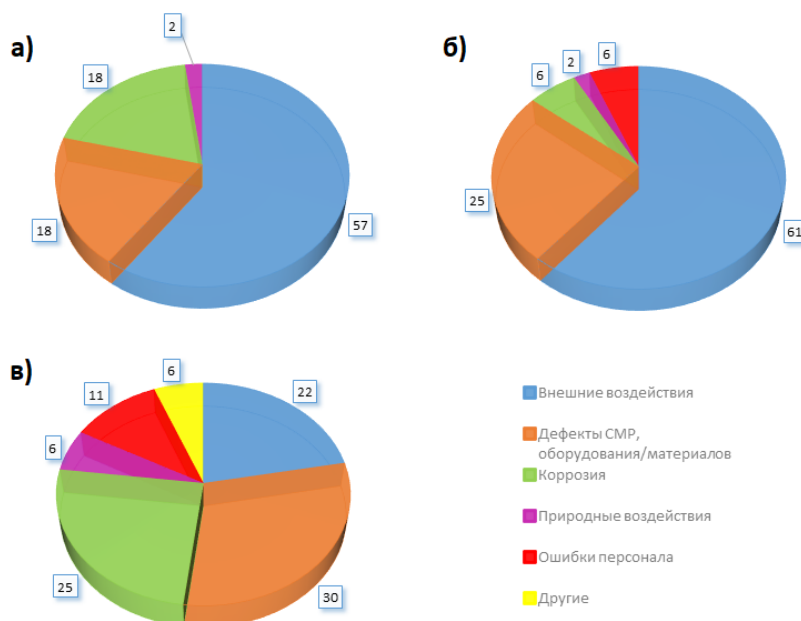


Рисунок 2 – Распределение числа аварий на магистральных нефтепроводах в зависимости от причин их возникновения за 2010-2018 гг.: а) Зап. Европа б) Россия в) США

В России наиболее остро стоит проблема обнаружения криминальных врезок в трубопроводы и предотвращения хищений транспортируемого продукта. Она является одной из самых актуальных и сложных проблем эксплуатации объектов трубопроводного транспорта России [7]. Ущерб, наносимый предприятиям, оценивается сотнями миллионов долларов, в то время как эффективность противодействия этому явлению недостаточна [8]. Так, по данным ПАО «Транснефть», в период с 2003 по 2017 г. на объектах компании было выявлено 5 тыс. 733 несанкционированных подключений (рис. 4), что составляет около 70 % от всех преступных посягательств на объекты компании [9].

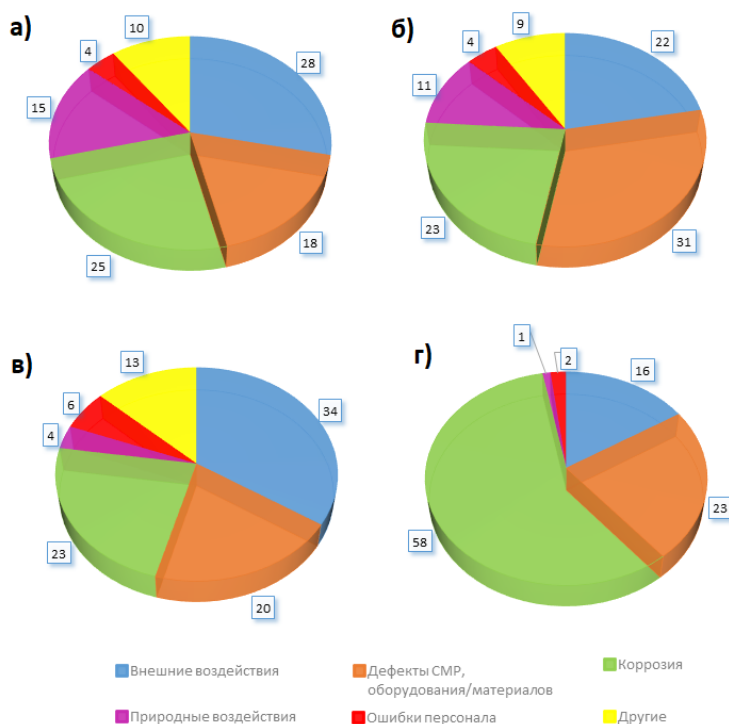


Рисунок 3 – Распределение числа аварий на магистральных газопроводах в зависимости от причин их возникновения за 2010-2018 гг.: а) Зап. Европа б) США в) Великобритания г) Россия

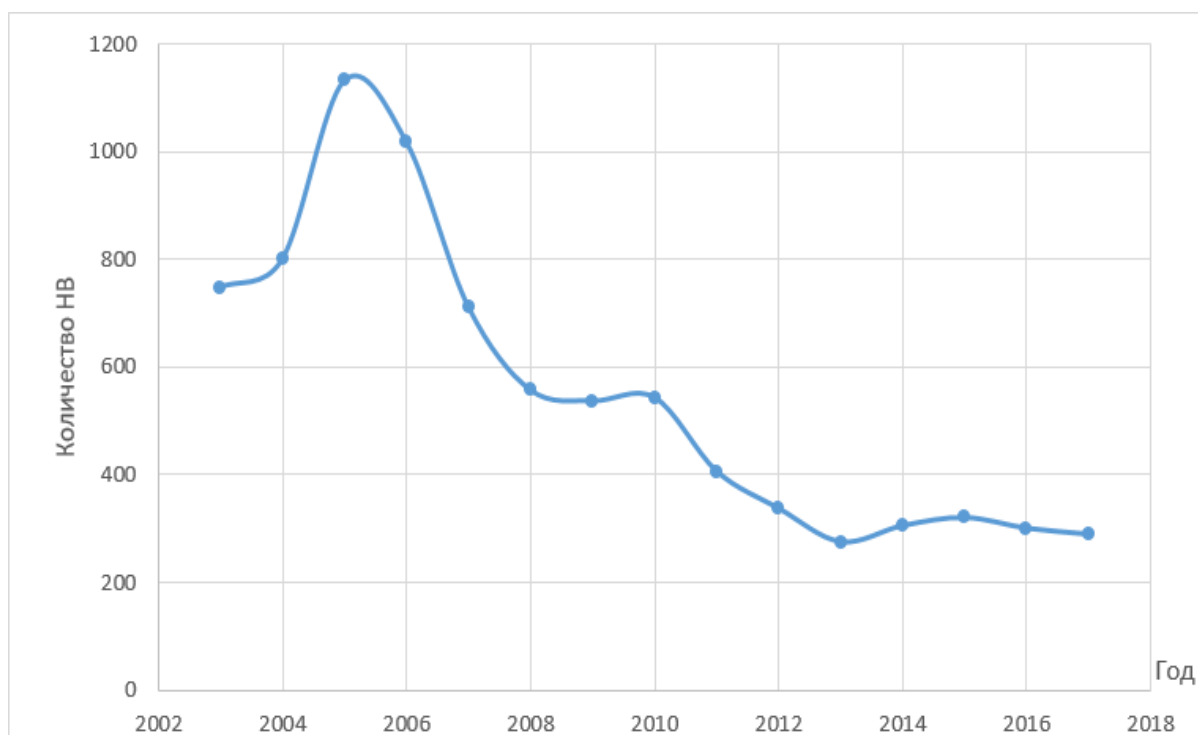


Рисунок 4 – Количество совершенных криминальных врезок в магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы за 2003-2017 года («Транснефть»)

Таким образом, статистические данные показывают, что в современных условиях эксплуатации магистральных трубопроводов значительная часть утечек и повреждений были вызваны внешними (искусственными) воздействиями со стороны человека, что свидетельствует о наличии проблем в области защиты трубопроводов от антропогенного вмешательства.

На данный момент вопрос защиты объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в целом и трубопроводного транспорта в частности стоит на повестке дня. Вопросы обеспечения безопасности и антитеррористической защищённости объектов (ТЭК) в России регламентирует ФЗ «О безопасности объектов ТЭК» и Постановление Правительства РФ № 458 «Об утверждении правил по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса». В обязательные мероприятия по защите и профилактике от нападений включены категорирование объектов и разработка паспорта безопасности [10].

В зависимости от категории опасности объекта предусмотрено построение физической защиты объектов, включая организацию охраны (в том числе использование мобильных групп реагирования и стрелкового оружия), обеспечение пропускного и внутриобъектового режимов, а также использование инженерно-технических средств охраны (системы сигнализации, доступа, досмотра, видеонаблюдения, ограждения и т.д.).

Для обеспечения безопасности протяженных промышленных объектов, таких как трубопроводы, применяются системы безопасности, в состав которых входят технические средства обнаружения (ТСО) нарушителей различного типа действия: оптико-волоконные датчики, спутниковые системы, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), сейсмические и ультразвуковые датчики, электрооптические датчики и др. [11]. Кроме того, для целей обнаружения вмешательств третьих лиц в работу МТ применяются системы мониторинга технического состояния трубопровода: балансый метод, параметрические методы, методы внутритрубной инспекции и т.д.

[12]. Помимо прочего, на данных объектах обязательна система защиты информации от неправомерных посягательств [10]. Краткий перечень основных направлений и методов защиты объектов ТЭК представлен на рис. 5, более подробная классификация методов обнаружения утечек и несанкционированных врезок по различным признакам – на рис. 6.

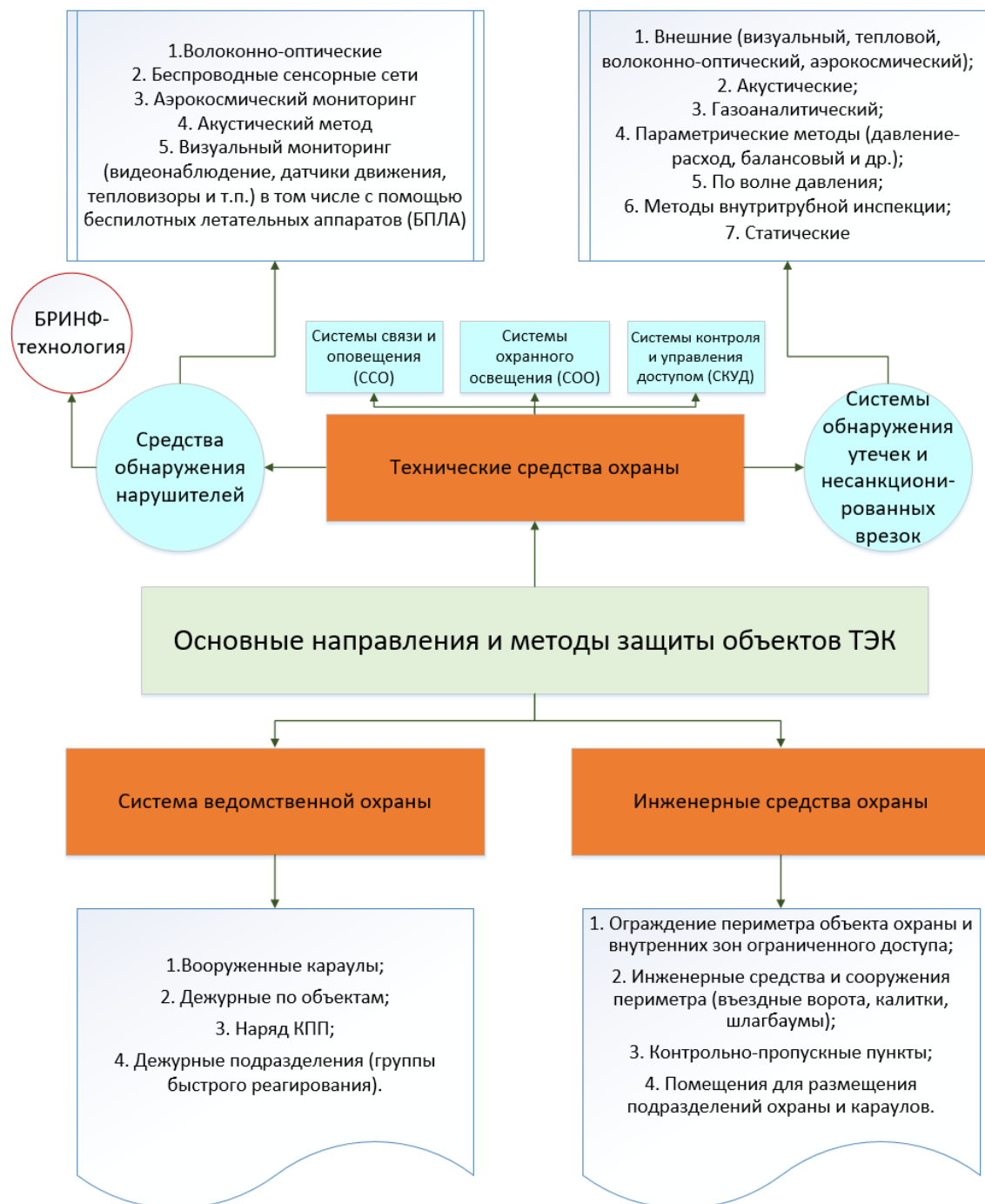


Рисунок 5 – Основные направления и методы защиты объектов ТЭК

Наиболее распространенным, относительно экономичным и простым (а на некоторых объектах и основным) методом охраны и защиты несомненно является применение сил ведомственной охраны. Однако деятельность охранных подразделений не всегда позволяет эффективно выявлять вмешательства третьих лиц и оперативно реагировать на их устранение. Это обусловлено климатическими и географическими особенностями, а также огромной протяженностью трубопроводов.

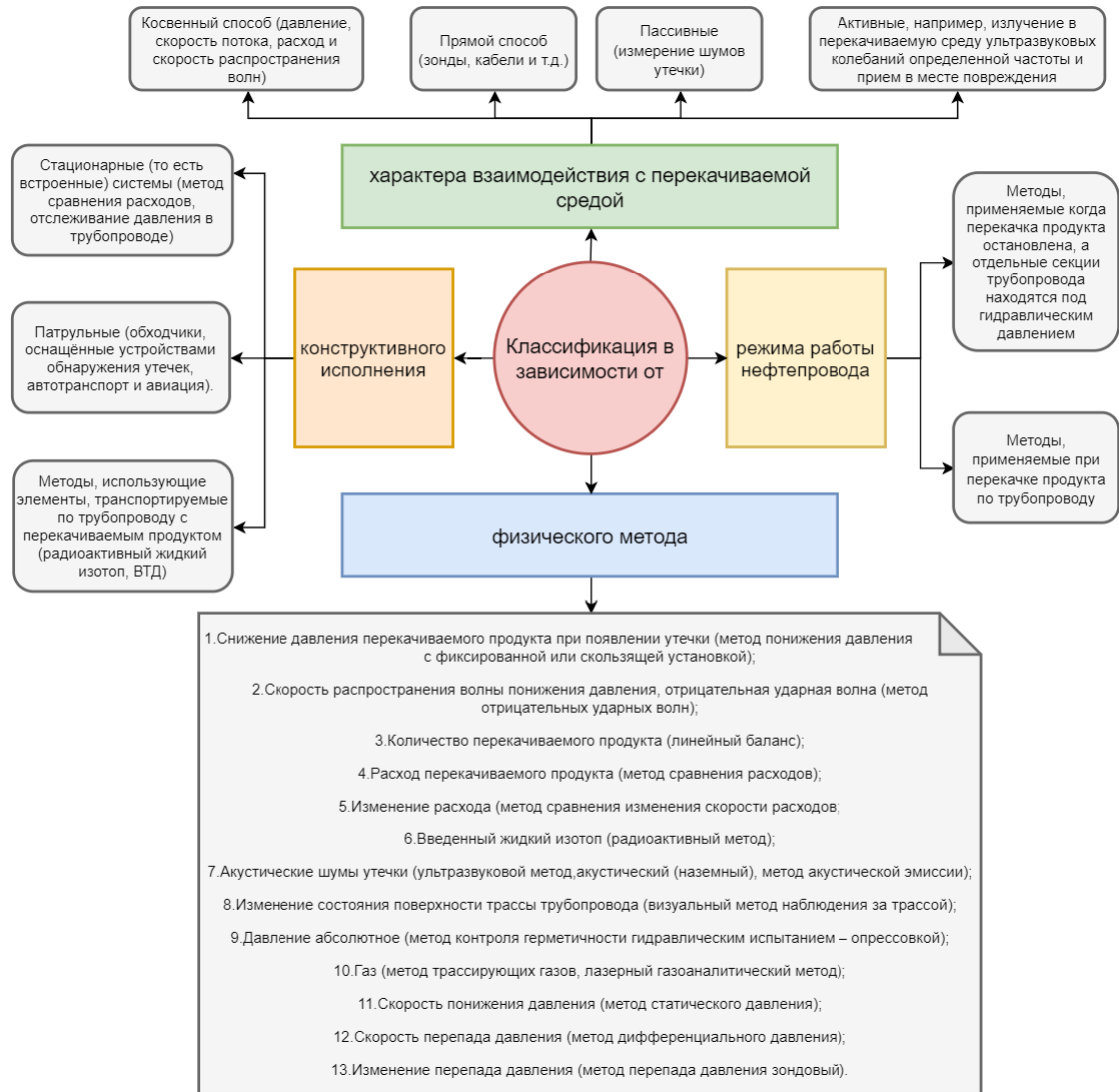


Рисунок 6 – Классификация методов обнаружения утечек и несанкционированных врезок

Применение инженерно-технических средств охраны для обеспечения безопасности объектов трубопроводного транспорта отличается высокой стоимостью и зачастую низкой эффективностью (особенно для прикрытия подступов к охраняемым объектам). А существующие системы (методы) мониторинга трубопроводов не удовлетворяют всем критериям, предъявляемым к современным методам обнаружения несанкционированных врезок и других вмешательств. Одни из методов не позволяют определить местоположение воздействия или утечки, другие имеют низкую чувствительность, третьи - сложны в реализации, требуют больших затрат и не слишком универсальны, четвертые не позволяют обнаружить и предотвратить повреждение трубопровода [12]. Краткое описание наиболее распространенных ТСО с указанием их преимуществ и недостатков рассмотрено в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические средства обнаружения нарушителей

1. Волоконно-оптические средства	
Метод основан на размещении рядом с трубопроводом (по периметру охраняемого объекта) или непосредственно на объекте датчиков в виде мультисенсорных кабелей или точечных сенсоров. Они позволяют непрерывно регистрировать изменения распределения температуры (технология DTS) и механических напряжений (технология DVS) в окружающей трубопровод среде (деформации, вибрации и другие механические воздействия).	Описание

Высокая чувствительность и точность локализации вторжения, невосприимчивость к электромагнитным излучениям, электробезопасность, способность работать в самых агрессивных средах, низкая стоимость, минимальные требования к обслуживанию – высокая экономическая эффективность.	Преимущества (+)
Низкая помехоустойчивость, высокая частота ложных срабатываний, очевидность расположения, возможность «насыщения» (датчики не могут идентифицировать множество одновременных воздействий), невозможность применения в сложных инженерно-геологических условиях (горная местность, районы с распространением вечномёрзлых грунтов и т.д.), недостаточность получаемой информации для идентификации события.	Недостатки (-)
<b>2. Акустические и сейсмические средства</b>	
Акустические средства основаны на регистрации и оценке акустических шумов, возникающих при истечении перекачиваемого продукта через отверстие в стенке трубы вследствие вибрации и кавитации, а также при деформации напряжённого материала (работа землеройной техники и другие внешние воздействия). Сейсмические – реагируют на колебания или деформации контактирующей с ними среды, вызванные перемещением людей или других объектов.	Описание
Высокая чувствительность (способны обнаруживать небольшие утечки) информативность, скрытность. Не требуют больших капиталовложений и энергозатрат, применимы для любых конструкций трубопроводов, безопасны с экологической точки зрения. Существует возможность слежения за нарушителем на основе использования методов пеленгации с помощью сейсмолокаторов.	+
Низкая помехозащищенность на фоне различных помех метеорологического, биологического и техногенного характера, высокое влияние окружающей среды: свойств грунта, воздуха и т.д.	-
<b>3. Электрооптические средства</b>	
Применение сети видеокamer или других оптических датчиков (телевизоров, датчиков движения и т.п.) для фиксирования несанкционированных действий, либо подготовки к ним.	Описание
Возможность анализа действий злоумышленников, контроль действительно тревожных ситуаций, различные условия детекции для самого объекта и зоны отчуждения. Позволяют обнаружить, распознать и идентифицировать нарушителей и события.	+
Возможность мониторинга только отдельно взятого участка объекта и сложность контроля протяженных конструкций, низкая защищенность. Высокое влияние окружающей среды.	-
<b>4. Аэрокосмический мониторинг</b>	
Используемый в настоящее время метод спутникового мониторинга трубопроводов основан на глобальной системе позиционирования (GPS). Позволяет получать космические снимки интересующего объекта (в видимом и инфракрасном диапазоне, радиодиапазоне).	Описание
Возможность мониторинга больших территорий независимо от инженерно-геологических условий, оперативность получения информации. Доступность данных (космические снимки находятся в свободном доступе).	+
Высокая стоимость (крупные вложения). Недостаточная точность изображений.	-
<b>5. Параметрические средства</b>	
Основаны на использовании данных о параметрах перекачиваемого продукта, предоставляемых системой диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA), и их обработки с помощью различных математических моделей (в настоящее время перспективно применение нейронных сетей). К ним относят балансный метод, метод анализа линии гидравлического уклона, метод расход-давление и т.д.	Описание
Простая реализация, низкая стоимость и возможность использования для постоянного контроля стандартных контрольно-измерительных приборов (КИП).	+
Низкая точность, высокая частота ложных срабатываний, неточность математической модели, затруднённая возможность применения при переходных (нестационарных) режимах. Не позволяют обеспечить раннее обнаружения нарушителей и идентифицировать причину срабатывания (тревожного сигнала).	-

Кроме того, инженерно-технические средства охраны, применяемые в настоящее время с целью обеспечения безопасности на объектах ТЭК, характеризуются [13]:

- большими массогабаритными характеристиками (вследствие устаревшей элементной базы);
- отсутствием «интеллектуальности», заключающейся в невозможности классификации и распознавания обнаруженных целей;
- невозможностью обеспечить раннее детектирование вторжения на территорию объекта.

В связи этим продолжается поиск наиболее эффективной, экономичной и надежной конфигурации и структуры системы физической защиты (СФЗ). Некоторые общие пути повышения эффективности функционирования СФЗ в современных условиях представлены в таблице 2 [11, 12, 14].

Важным вопросом в построении эффективной СФЗ трубопроводов является разработка модели количественной оценки рисков в трубопроводном транспорте, которая могла бы использоваться в автоматизированной системе принятия решений, а также для прогнозирования аварий и инцидентов, определения превентивных и смягчающих мер. Из анализа литературы очевидно, что в настоящее время точность является основной проблемой в оценке риска аварий на трубопроводах [11].

Таблица 2

*Пути повышения эффективности функционирования СФЗ объектов ТЭК*

1. Общеметодологические	2. Организационные	3. Технические
1.1 Разработка общей математической модели функционирования СФЗ	2.1 Измерение структуры и параметров элементов СФЗ	3.1. Разработка перспективных средств и методов обнаружения и идентификации нарушителей
1.2 Разработка модели количественной оценки рисков в трубопроводном транспорте	2.2 Совершенствование организации и способов получения информации о местах возможного появления нарушителей в пределах контролируемых участков	3.2 Разработка, внедрение и совершенствование мобильных средств раннего обнаружения
1.3 Исследование состояния, определение направлений и научно-технический прогноз развития систем охраны	2.3 Размещение на местности к охраняемому объекту рубежей, прикрываемых средствами раннего обнаружения	3.3 Разработка и внедрение аппаратных и программно-методических комплексов анализа данных
1.4 Обоснование требований к СФЗ и тактико-технических требований к средствам раннего обнаружения (СРО) в современных условиях	2.4 Совершенствование подготовки специалистов, эксплуатирующих СФЗ	3.4 Разработка и создание автоматизированных систем охраны на основе системы поддержки принятия решения

Для выработки наилучшей стратегии защиты и последующей оценки защищенности объекта необходима общая математическая модель функционирования системы физической защиты. В настоящее время не существует единых подходов к решению данной проблемы, на что указывает достаточное количество публикаций [15, 16 и др.].

Актуальной задачей также является внедрение в СФЗ специального программного обеспечения для автоматизированной обработки данных (например, основанного на нейронных сетях), которое позволяло бы осуществлять сбор, передачу, хранение и обработку данных (аналитические расчеты, оценка технического состояния трубопровода, принятие решений, прогнозирование аварий и инцидентов, определение и классификация различных угроз в реальном времени).

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что на данном этапе развития технологии и науки необходимо переходить к созданию комплексной

информационно - измерительной системы безопасности, разработанной исключительно для задач защиты и обеспечения безопасной эксплуатации трубопроводов, которая будет обеспечивать:

- ✓ возможность раннего обнаружения нарушителя – еще до его проникновения в охранную зону;
- ✓ распознавание и идентификацию нарушителей в автоматическом режиме;
- ✓ продолжительную автономную работу системы;
- ✓ прогнозирование аварий и инцидентов, оценку рисков и предварительное принятие решений без участия оператора;
- ✓ точное следование контурам охранной зоны, отсутствие "мертвых" зон;
- ✓ по возможности скрытую установку датчиков системы;
- ✓ независимость параметров системы от сезона и погодных условий;
- ✓ возможность работы в сложных гидрогеологических и климатических условиях, в том числе в морских и условиях Крайнего Севера;
- ✓ невосприимчивость к внешним факторам "нетревожного" характера - индустриальные помехи, шум транспорта, мелкие животные и птицы;
- ✓ устойчивость к электромагнитным помехам – грозовые разряды, источники мощных электромагнитных излучений и т.п.;
- ✓ высокую степень интеграции и взаимодействия с системами мониторинга технического состояния трубопровода.

Структура такой системы может выглядеть следующим образом:

1. Автоматические системы постоянного контроля с функцией охраны и раннего обнаружения несанкционированного доступа к трубопроводам, позволяющие оперативно обнаруживать факт утечки и устанавливать место ее образования. Такие системы значительно сокращают время реакции аварийных служб и уменьшают экологический ущерб от разлива перекачиваемой жидкости, а также позволяют свести к минимуму время вынужденного прекращения перекачки и значительно сократить число криминальных врезок.

2. Периодический мониторинг с помощью аэровизуального обследования, геологического обследования, дистанционного зондирования с применением космосъемки, аэрофотосъемки, лазерного сканирования и т.д.

3. Автоматизированная система обработки данных – совокупность технических средств и программного обеспечения по автоматическому сбору, передаче, хранению и обработке данных (аналитические расчеты, оценка технического состояния трубопровода, принятие решений).

Основной недостаток подобной системы – очень высокая стоимость внедрения и обслуживания, кроме того технические показатели современных ТСО все еще далеки от идеальных (точность определения координат источника сигналов, как правило, составляет не менее 30-50 м, не редки ложные срабатывания) [17].

#### **Выводы:**

1. На основании анализа статистических данных можно сделать вывод о том, что в настоящее время основной угрозой эффективной и безопасной транспортировки углеводородов по магистральным трубопроводам являются несанкционированные врезки и другие посторонние вмешательства в их работу, приводящие к загрязнению окружающей среды, причинению вреда здоровью работникам и самим нарушителям и материальными убытками, что придает особую важность вопросам прогнозирования и обнаружения такой деятельности в процессе эксплуатации трубопроводов.

2. Проведенный анализ традиционных и передовых мер безопасности, используемых для предотвращения и смягчения последствий преднамеренных воздействий на трубопроводы, свидетельствует о их несовершенстве и наличии

большого количества проблемных вопросов, которые еще только предстоит решить. Продолжается поиск наиболее эффективной, экономичной и надежной конфигурации и структуры системы физической защиты трубопроводов.

3. На сегодняшний день наиболее надежным способом предупреждения и обнаружения утечек и несанкционированных воздействий является использование комбинированной системы постоянного и периодического мониторинга технического состояния трубопровода, которая, однако, все же не лишена недостатков. Поэтому, актуальность создания новых методов и средств обнаружения утечек углеводородов из магистральных трубопроводов, а также совершенствование существующих, остается неизменно высокой.

\*\*\*

1. Morgan Henrie, Philip Carpenter, R. Edward Nicholas. Pipeline Leak Detection Handbook. Elsevier Inc., 2016. - P. 324.
2. Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]: архив 2004-2018 гг. – Режим доступа: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (дата обращения: 12.12.2020).
3. Gas Pipeline Incidents. 10th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group [Электронный ресурс]. Doc. No EGIG 11.R.0402, March 2018. – Режим доступа: <http://www.egig.eu/reports> (дата обращения: 12.12.2020).
4. Pipeline Product Loss Incidents and Faults Report (1962 - 2017). Report of the UKOPA Fault Database Management Group [Электронный ресурс] – Ambergate UK, March 2019. – Режим доступа: <http://www.ukopa.co.uk/wp-content/uploads/2017/12/UKOPA-12-0046.pdf> (дата обращения: 12.12.2020).
5. Performance of European cross-country oil pipelines. Statistical summary of reported spillages in 2017 and since 1971 [Электронный ресурс]. Report No 3/19. – Brussels: CONCAWE, June 2019. – Режим доступа: <https://www.concawe.eu/content/> (дата обращения: 12.12.2020).
6. PHMSA Pipeline Incidents and Mileage Reports [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: <http://primis.phmsa.dot.gov/comm/reports/safety/> (дата обращения: 12.12.2020).
7. В.А. Комаров, З.В. Семенова, Д.А. Бронников, А.А. Нигрей // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело – 2019. – № 1 (19). – С. 87–100.
8. Н.В. Глущенко, Р.А. Шестаков Д.Н. Комаров. Организационно-правовые и технические аспекты обнаружения утечек нефти в магистральных трубопроводах // Транспорт и 34 хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья – 2015. – № 2. – С. 34–39.
9. Годовые отчеты – ПАО «Транснефть» [Электронный ресурс]: архив 2007-2018 гг. – Режим доступа: <https://www.transneft.ru/investors/219>.
10. Об утверждении Правил по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 05.05.2012 №458 // СПС КонсультантПлюс. – Электрон. Дан. – М., 2020.
11. Johnson eze. Integrated oil and gas pipeline monitoring and incident mitigation system (iopmims) framework. Thesis on the search. ac. deg. cand. of tech. Sci. University of Wolverhampton, 2017. - 327 p.
12. Алешков А.А. Современные подходы к обнаружению утечек и несанкционированных врезок на магистральных трубопроводах // Материалы 17-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. – 2019. – № 17. – С. 160–165.
13. Щетинин, А. В. Информационно - измерительные системы периметрального контроля охраняемых объектов на основе вибрационных датчиков [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.11.16 / Щетинин, Андрей Владимирович. – Тула, 2011. – 239 с.
14. Бондарчук А.С. Система охраны и обороны важных государственных объектов и оценка эффективности её функционирования. Монография. Под.ред. В.П. Герасимени. – Пермь: ПВИ ВВ МВД России, 2011. – 190 с.
15. Панин О. А. Анализ безопасности интегрированных систем защиты: логико-вероятностный подход // Специальная техника. – 2004. – № 5. – С. 23–27.
16. Радаев Н. Приближенные оценки защищенности объектов от террористических действий // БДИ. – 2007. – № 3. – С. 28–32.
17. Н.В. Акимова. Дистанционное обнаружение течей в трубопроводах // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2009. – 2(1). – С. 137-142.

## РАЗДЕЛ XV. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Камов Л.П., Иванова Н.А.

## Отечественная практика установления и реализации сервитутов

*Государственный университет по землеустройству  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-67

idsp: ljjournal-02-2021-67

**Аннотация**

В статье отмечается необходимость совершенствования сервитутных правоотношений, которые в настоящее время регулируются нормативно-правовой базой российского законодательства только в части установления частного сервитута. Наиболее важным аргументом совершенствования земельного законодательства в части установления сервитутов является то, что компании-собственники таких уникальных линейных объектов, как линии связи и электропередач, магистральные трубопроводы, сети автодорог и сети железнодорожного транспорта, являются системообразующими предприятиями государственного уровня, повышение тарифов которых ложится на простого обывателя.

**Ключевые слова:** сервитут, земельный кодекс, земельные отношения, земельный участок, аренда, охранный зона, компенсационные выплаты

**Abstract**

The article notes the need to improve easement legal relations, which are currently regulated by the regulatory framework of Russian legislation only in terms of establishing a private easement. The most important argument for improving land legislation in terms of establishing easements is that the companies that own such unique linear objects as communication lines and power lines, main pipelines, road networks and railway transport networks are system-forming enterprises of the state level, the increase in tariffs of which falls on the common man in the street

**Keywords:** easement, land code, land relations, land plot, lease, security zone, compensation payments

В земельном законодательстве СССР и Земельном кодексе РСФСР понятия сервитут не существовало. Поскольку земля была государственная, все объекты распределялись, строились и вводились фактически государством. Коммерческий оборот земли отсутствовал. Многие линейные объекты — подземные кабели, трубопроводы, газопроводы, наземные линии электропередачи, а также дороги, расположенные сегодня на землях частных собственников, — возводились без оформления полноценной разрешительной и проектной документации, так как не было необходимости регулировать земельные отношения.

Это привело к возникновению довольно серьезных проблем. Например, весьма распространены и практически никогда в правовом смысле не урегулированы ситуации, когда доступ к земельному участку требует проезда через земли соседа.

Не оформлены земельные отношения и в части, касающейся водных объектов, которые граничат с частными земельными участками, — рек, озер, иных водоемов, каждый из которых имеет так называемый бечевник (полоса суши вдоль берега для общего пользования), прибрежную защитную полосу и водоохранную зону, ограничивающие право собственника земельного участка по его использованию и предоставляющие право пользования другим лицам. Наконец, существуют особые нормы по ограниченному использованию земель, на которых расположены памятники истории и культуры, историко-культурные комплексы, археологические памятники.

То есть фактически большинство участков земли имеют некие ограничения в использовании или могут быть использованы в ряде случаев другими лицами, но юридически это не закреплено в виде сервитутов.

В российском законодательстве определение сервитута сформулировано в п. 1 ст. 274 Гражданского кодекса Российской Федерации, как ограниченное пользование чужим земельным участком. В целом оно соответствует классической концепции сервитута, принятой в континентальных европейских странах, где право использовать чужую собственность (подчиненное владение) прикрепляется к земельному участку (доминирующее владение).

Земельный кодекс Российской Федерации обозначил понятие публичного сервитута, устанавливаемого решениями исполнительной власти с учетом результатов общественных слушаний, разрешив собственникам, чьи интересы и права затрагиваются при создании публичного сервитута требовать компенсаций с органов, установивших его.

Нормативная база российского законодательства, таким образом, удовлетворительно регулирует только установление частного сервитута, хотя статутное положение ст. 274 ГК, предоставляющее в качестве единственного инструмента для принудительного формирования сервитута (в случае отказа собственника подчиненного владения от заключения соглашения) судебную тяжбу явно недостаточно для эффективной интеграции сервитутного права в юридическую систему. В отношении публичных сервитутов правовая система не формулирует ни четких механизмов их установления, ни порядок компенсаций. Кроме того, положения земельного кодекса о возмещении собственникам затронутых прав и интересов устанавливают прямую связь между публичной властью, как стороной, выплачивающей компенсации и собственниками подчиненного владения, как получателя такой компенсации.

Еще один важный недостаток российской правовой системы, отсутствие чётко выраженных отличий между вещными и персональными правами. Подобные персональные сервитуты фактически вырождены в современных юридических системах развитых стран. Преимущества вещных сервитутов перед персональными заключаются в отсутствии необходимости перезаключения договора при смене собственника подчиненного владения и в сроках действия сервитута столь долгого, сколь существует сам объект сервитута.

#### **Практические проблемы использования сервитутов**

Компании, имеющие в собственности линейные объекты недвижимости, по действующему законодательству вынуждены отвлекать огромные средства для выкупа в собственность или заключения договоров аренды на землю под своей инфраструктурой. В данном случае площади выкупа или аренды - это ширина отвода для определенного объекта (определяется по СНиПам и др. технической документации) умноженная на протяженность. Так, например, суммарная площадь, подлежащая выкупу или аренде, для Российских железных дорог составляет 0,03% от всей территории Российской Федерации. Для сетевой компании ПАО «ФСК ЕЭС» протяженность высоковольтных линий электропередач составляет более 44 тыс. погонных км. Для таких компаний как ПАО «Роснефть», ПАО «Транснефть», ПАО «Транснефтепродукт» протяжённость линейных объектов инфраструктуры также составляет более 40 000 погонных км. Для ПАО «Ростелеком» протяженность линий связи около 100 тыс. погонных км. Помимо вышперечисленного для линейных объектов теоретически возможно оформление сервитута (частного или публичного). При этом у такой компании, как ПАО «ФСК ЕЭС», у которой в собственности находится более 120 тыс. опор под высоковольтными линиями электропередач, в случае заключения частного сервитута необходимо достигнуть 120 тыс. соглашений с собственниками земельных участков, а компании связи в два раза больше, поскольку линии связи опутывают всю территорию страны. Земельный кодекс обозначил

возможность установления публичного сервитута, разрешив собственникам, чьи интересы и права затрагиваются при создании сервитута, требовать компенсаций с органов, установивших его. Но при этом механизмы установления публичных сервитутов, механизмы исчисления собственникам компенсаций, порядок защиты объекта сервитутного права в достаточной мере законодательством не урегулированы. В данном случае можно спрогнозировать, что запросы собственников подчиненных владений будут на уровне действующих ставок арендной платы, т.к. собственник может запросить любую плату в качестве компенсаций.

Таким образом, сложившаяся ситуация фактически позволяет ставить знак равенства между сервитутом и арендой: и в том и в другом случае компании вынуждены заключать частные срочные договора с возможностью свободного определения цен.

Возникает необходимость межевания чрезмерно изрезанных контуров землепользований. Постановление Правительства Российской Федерации от 6 сентября 2000г. № 660 и методические рекомендации Росземкадастра от 8 ноября 2001г. ввели понятие «единого землепользования», определив, что несколько земельных участков, представляющих единое землепользование, по заявлению правообладателя могут быть учтены в качестве одного объекта недвижимости с присвоением одного кадастрового номера. Но здесь возникает противоречие: понятие единого землепользования лишается смысла, т.к. под линией связи и электропередач или над подземным трубопроводом может быть огромное количество единых землепользований без привязки к самим линиям и трубам, как единому объекту недвижимости, по территории которых проходит линии электропередач или трубопровод. Исходя из этого, более логичным является постановка на кадастровый учет обособленного земельного участка, но при сегодняшней системе ведения кадастра по изолированным районам кадастровый учет сервитутов технически будет невероятно трудоемким, а, следовательно, дорогостоящим. Таким образом, сервитут опять же ничем не отличается от выбора прав в виде аренды.

Таким образом, компании сталкиваются с проблемой установления охранных зон, которая заключается в их межевании и плате за эти земельные участки в соответствии с главой Налогового кодекса Российской Федерации «Земельный налог». Эту проблему возможно решить путем возможности включения элементов охранных зон в сервитутное право, за счет чего будет ликвидирована необходимость обязательного межевания и снижены затраты: уплата постоянных земельных платежей заменить единовременными компенсационными выплатами.

В качестве одного из важнейших аргументов необходимости совершенствования сервитутных правоотношений можно привести то, что компании-собственники таких уникальных линейных объектов, как линии связи и электропередач, магистральные трубопроводы, сети автодорог и сети железнодорожного транспорта, являются системообразующими предприятиями государственного уровня, повышение тарифов которых ложится на простого обывателя.

\*\*\*

1. Методологические основы развития рынка недвижимости. Хлыстун В.Н., Мурашева А.А., Разяпов А.З., Ключин П.В., Ломакин Г.В., Камов Л.П., Иванова Н.А., Савинова С.В., Столяров В.М., Яблонский Д.Л., Васильев И.А., Лепехин П.П., Андреев Е.В. Москва, 2017.
2. Организационно-экономические механизмы вовлечения в оборот, использования и охраны сельскохозяйственных земель. - Хлыстун В.Н., Липски С.А., Мурашева А.А., Цыпкин Ю.А. и др. - Москва, 2020.
3. Управление недвижимостью. Хлыстун В.Н., Мурашева А.А., Ключин П.В., и др. Учебник для академического бакалавриата. Допущено Учебно-методическим советом по образованию в области землеустройства и кадастров Федерального УМО по УГСН «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия» / под общей редакцией А.А. Мурашевой, В.Н. Хлыстуна. Москва, 2018. Том 1
4. Управление земельными и другими природными ресурсами. Учебник Хлыстун В.Н., Цыпкин Ю.А., Мурашева А.А. и др. М.: Издательство «Научный консультант», 2020 – 716 с.

Клепиков О.В.<sup>1,2</sup>, Куролап С.А.<sup>1</sup>

**Оценка уровня воздействия техногенных факторов при добыче и производстве гранитного щебня**

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет

<sup>2</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий  
(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/lj-02-2021-68

idsp: ljjournal-02-2021-68

**Аннотация**

На примере предприятия ОАО «Павловскгранит», расположенного на территории Воронежской области, оценен уровень воздействия техногенных факторов (загрязнения атмосферного воздуха и шума) при добыче и производстве гранитного щебня. Установлено, что в атмосферный воздух от 134 источников загрязнения поступает 61 загрязняющее вещество. Основной вклад в общий объем выбросов (1881,0 т/год) вносят пыль неорганическая с содержанием SiO<sub>2</sub> 70-20% - 73,4%, диоксид серы – 9,8%, оксид углерода – 114,3 т/год. Ведущим производственным процессом, вносящим существенный вклад в объем выбросов, являются взрывные работы в карьерах при добыче гранитного щебня. Вместе с тем, удаленность промышленных площадок от территории жилой застройки, наличие санитарно-защитной зоны, позволяет говорить о допустимости воздействия концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и шумового фактора на границе территории ближайшей жилой застройки.

**Ключевые слова:** добыча гранита, производство щебня, загрязнение, атмосферный воздух, шум.

**Abstract**

Using the example of Open Joint Stock Company «Pavlovskgranit», located in the Voronezh region, the level of impact of technogenic factors (air pollution and noise) during the extraction and production of crushed granite was estimated. It was established that 61 pollutants enter the atmospheric air from 134 sources of pollution. The main contribution to the total volume of emissions (1881.0 tons/year) is made by inorganic dust with a SiO<sub>2</sub> content of 70-20% - 73.4%, sulfur dioxide - 9.8%, carbon monoxide - 114.3 tons/year. Blasting operations in open pits during the extraction of crushed granite are the leading production process that makes a significant contribution to the volume of emissions. At the same time, the remoteness of industrial sites from the territory of residential development, the presence of a sanitary protection zone, allows us to speak about the admissibility of the impact of concentrations of pollutants in the air and the noise factor at the border of the territory of the nearest residential development.

**Keywords:** granite mining, crushed stone production, pollution, atmospheric air, noise.

Разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается значительным негативным воздействием на окружающую среду и здоровье человека. При добыче и производстве гранитного щебня на территории Воронежской области в региональных исследованиях обращается внимание на повышение в 1,3 - 1,5 раза радиационного фона вблизи карьера из-за присутствия в природном граните радионуклидов и эманаии радона [1], на негативное влияние карьера на подземные водоносные горизонты, в том числе на используемые для хозяйственно-питьевых нужд в ближайших населенных пунктах [2], на имеющее место воздействие загрязнителей

атмосферного воздуха на органы дыхания (12 веществ) и центральную нервную систему (4 веществ) человека [3].

**Целью исследования** являлась оценка уровня воздействия техногенных факторов (загрязнения атмосферного воздуха и шума) на здоровье населения, проживающего вблизи мест добычи и производства гранитного щебня на примере ОАО «Павловскгранит».

**Материалы и методы.** В исследовании использованы фондовые материалы ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области». Проанализирован объем и структура выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от производств ОАО «Павловскгранит», соблюдение режима санитарно-защитной зоны по факторам аэротехногенного загрязнения и шума.

**Результаты исследования.** Основной деятельностью предприятия ОАО «Павловскгранит» является выпуск гранитного щебня различных фракций. Производительность ОАО «Павловскгранит» составляет 8 млн. тонн щебня в год. ОАО «Павловскгранит» находится в промзоне г. Павловска Павловского района Воронежской области. Предприятие располагается к юго-западу от г. Павловска на расстоянии 11 км на 4 производственных площадках: площадка №1 - дробильно-сортировочный завод (ДСЗ) и вспомогательные подразделения; площадка №2 - Карьер, Отвал №1 и Отвал №2 (ст. Породная), площадка №3 – очистные сооружения с котельной; площадка №4 – цех по производству гранэмита (эмульсионных взрывчатых веществ). Площадки расположены относительно друг друга на расстоянии: площадка №1 - на расстоянии 1,2 км от площадки №2, около 7 км от площадки №3, около 4 км – от площадки №4.

Ближайшие населенные пункты: от площадки №1 – с. Преображенка расположено на расстоянии около 650 м с восточной стороны и Гаврильские сады – на расстоянии 700 м с северо-востока; от площадки №2 – с. Шкурлат расположено на расстоянии 600 м с северо-востока; от площадки №3 – жилая зона Плодосовхоза расположена на расстоянии 700 м с востока, жилая зона микрорайона Гранитный находится на расстоянии 3000 м с северо-востока; площадка №4 располагается в поле на расстоянии 4 км от площадки №1.

Технологический процесс состоит из следующих выполняемых последовательно операций: в карьере проводятся вскрышные работы, взрывные работы, в карьере и отвале - выемочно-погрузочные работы; на дробильно-сортировочном заводе - дробление гранита на щебень и сортировка по фракциям, складирование и отгрузка готовой продукции. Горная масса из карьера доставляется на дробильно-сортировочный завод железнодорожным транспортом. Очистные сооружения предназначены для механической и биологической очистки сточных вод.

Предприятие имеет 134 источника загрязнения атмосферного воздуха, в том числе 61 организованный, 73 – неорганизованных. В том числе на площадке №1 расположено 109 источников загрязнения атмосферного воздуха: 51 – организованный, 58 – неорганизованных; на площадке №2 – 10 источников загрязнения атмосферы: 3 организованных, 7 неорганизованных; на площадке №3 – 6 источников загрязнения атмосферного воздуха: 1 – организованный, 5 – неорганизованных; на площадке №4 – 9 источников загрязнения атмосферного воздуха: 6 – организованных, 3 – неорганизованных).

На предприятии выполнены мероприятия, направленные на сокращение выбросов загрязняющих веществ: установлены пылеочистные устройства на источниках загрязнения атмосферного воздуха, в результате чего произошло сокращение выбросов пыли неорганической с содержанием  $\text{SiO}_2$  70-20% на 105,68

тонн/год. В настоящее время оборудованы системами пылегазоочистки 22 источника загрязнения атмосферного воздуха.

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух на существующее положение составляет 1881,0 т/год. По данным инвентаризации выбросов на предприятии, в атмосферный воздух поступает 61 загрязняющее вещество. Приоритетными веществами по объему выбросов являются пыль неорганическая с содержанием  $\text{SiO}_2$  70-20% - 1381,1 тонн/год, что в структуре выбросов составляет 73,4%, диоксид серы – 184,1 т/год (9,8%), оксид углерода – 114,3 т/год (6,1%). Анализ результатов расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, проведенный с учетом максимальной мощности предприятия и на перспективу, показал, что максимальные приземные концентрации веществ составляют с учетом фоновых: в летний период для площадок №№1, 2, 4: на границе расчетной санитарно-защитной зоны (СЗЗ) по диоксиду азота до 0,49 ПДК; по оксиду углерода – до 0,77 ПДК; по пыли неорганической - до 0,89 ПДК, по группам суммации: азота диоксид + серы диоксид – до 0,52 ПДК; серы диоксид + аммиак + азота оксид + азота диоксид + серная кислота – до 0,30 ПДК; в зимний период по диоксиду азота на границе расчетной СЗЗ – до 0,48 ПДК; по оксиду углерода – до 0,76 ПДК; по группам суммации: азота диоксид + серы диоксид – до 0,53 ПДК; серы диоксид + аммиак + азота оксид + азота диоксид + серная кислота до 0,31 ПДК. Для остальных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, приземные концентрации на границе СЗЗ ниже 0,1 долей ПДК.

Производство ОАО «Павловскгранит» является источником физического воздействия на окружающую среду - шума. На основании расчетов уровней шума на селитебной территории установлено, что ближайшие селитебные территории находятся вне зоны шумового воздействия.

**Заключение.** Установлено, что в атмосферный воздух от 134 источников загрязнения производств ОАО «Павловскгранит» поступает 61 загрязняющее вещество. Основной вклад в общий объем выбросов (1881,0 т/год) вносят пыль неорганическая с содержанием  $\text{SiO}_2$  70-20% - 73,4%, диоксид серы – 9,8%, оксид углерода – 114,3 т/год. Ведущим производственным процессом, вносящим существенный вклад в объем выбросов, являются взрывные работы в карьерах при добыче гранитного щебня. Вместе с тем, удаленность промышленных площадок от территории жилой застройки и наличие санитарно-защитной зоны позволяет говорить о допустимости воздействия концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и шумового фактора на границе территории ближайшей жилой застройки.

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и БРФФИ в рамках научного проекта №20-55-00010 «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов» (The reported study was funded by RFBR and BRFFR, project number 20-55-00010).

\*\*\*

1. Бондарчук О.В., Жданова Т.Н. Радиоэкологический мониторинг экосистем, прилегающих к ОАО "Павловскгранит" // Агроэкологический вестник. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. 2017. С. 14-21.
2. Прожорина Т.И., Куролап С.А. Оценка экологических рисков для здоровья населения города Павловска вследствие загрязнения источников питьевого водоснабжения // Естественные и технические науки. 2020. № 10 (148). С. 109-115.
3. Прожорина Т.И., Куролап С.А. Оценка экологических рисков для здоровья населения г. Павловска от загрязнения атмосферы // Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов. Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2020. С. 67-72.

Нефедова М.В., Куленко А.С.

**Анализ антропогенной преобразованности ландшафтов Андроповского района  
Ставропольского края**

*Северо-Кавказский федеральный университет  
(Россия, Ставрополь)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-69

idsr: ljournal-02-2021-69

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы современного состояния и степень антропогенной преобразованности ландшафтов. На примере ландшафтов Андроповского района Ставропольского края проанализированы типы землепользования, проведена оценка антропогенной нагрузки. Полученные данные позволяют выявить места, наиболее подверженные антропогенному воздействию и нуждающиеся профилактических мероприятий по защите ландшафтов. Использование результатов исследования возможно для оптимизации структуры землепользования в Андроповском районе и для дальнейших исследований по проблемам антропогенного воздействия на ландшафты.

**Ключевые слова:** ландшафт, структура землепользования, антропогенная преобразованность.

**Abstract**

The article deals with the issues of the current state and the degree of anthropogenic transformation of landscapes. On the example of the landscapes of the Andropovsky district of the Stavropol Territory, the types of land use are analyzed, and the anthropogenic load is estimated. The obtained data allow us to identify the places most exposed to anthropogenic impact and in need of preventive measures to protect the landscapes. The results of the study can be used to optimize the structure of land use in the Andropovsky district and for further research on the problems of anthropogenic impact on landscapes.

**Keywords:** landscape, land use structure, anthropogenic transformation.

**Введение**

Человек часть природы, общество удовлетворяет свои потребности за счет нее, поэтому оно не может отказаться от воздействия на природу. Хозяйственная деятельность, размещение сельскохозяйственного производства находятся в тесной связи с природными условиями и вместе с тем сами природные условия меняются под воздействием человеческой деятельности. В настоящее время антропогенный фактор стал ведущим в формировании и изменении современных природных ландшафтов.

На территории Андроповского района ведется хозяйственная деятельность, которая приводит к обострению таких проблем, как - опустынивание, сохранение плодородия земель, заболачивание, засоление, деградация почвы.

**Материалы и методы исследования**

Оценка антропогенного изменения ландшафтов начинается с проведения их классификации. Выделяются наиболее существенные факторы землепользования, характеризующие антропогенное изменение ландшафтов.

Все виды сельскохозяйственного землепользования оцениваются по степени антропогенной нагрузки по пятибалльной шкале. Наибольшая нагрузка отмечается на пахотных угодьях и в районе сельской инфраструктуры (дворы, дороги, постройки и т. д.) - 5 баллов. На участках многолетними насаждениями (сады, лесные полосы), где проводятся агротехнические мероприятия и земляные работы, балл антропогенной нагрузки равен 4; средний (3) - дан пастбищам на сенокосах, где нагрузка наблюдается

периодически в течении ограниченного периода - 2. Самый низкий балл (1) присвоен комплексам с естественной растительностью.

Андроповский район расположен в пределах четырех природных ландшафтов [3], каждый из которых обладает своим неповторимым и уникальным природным своеобразием, на границе степных, лесостепных и предгорных ландшафтных провинциях. На территории района выделяют Воровсколесско-Кубанский лесостепной ландшафт, Кубано-Янкульский степной ландшафт, Прикалаусско-Саблинский водораздельный ландшафт лесостепей и Грачевско-Прикалаусский ландшафт байрачных лесостепей.

Формы землепользования в Андроповском районе привели к становлению определенных структур землепользования разного назначения:

1. сельскохозяйственных систем;
2. селитебных систем;
3. коммуникационных (линейно-дорожных) систем.

В настоящее время земельный фонд района характеризуется высокой степенью освоенности земель. В результате здесь сформировались следующие виды сельскохозяйственного землепользования [4]: площадь пашни составляет 110399 га (49,8 %), 17803 га - сенокосы (8 %) и 79480 га пастбищ (35,8 %).

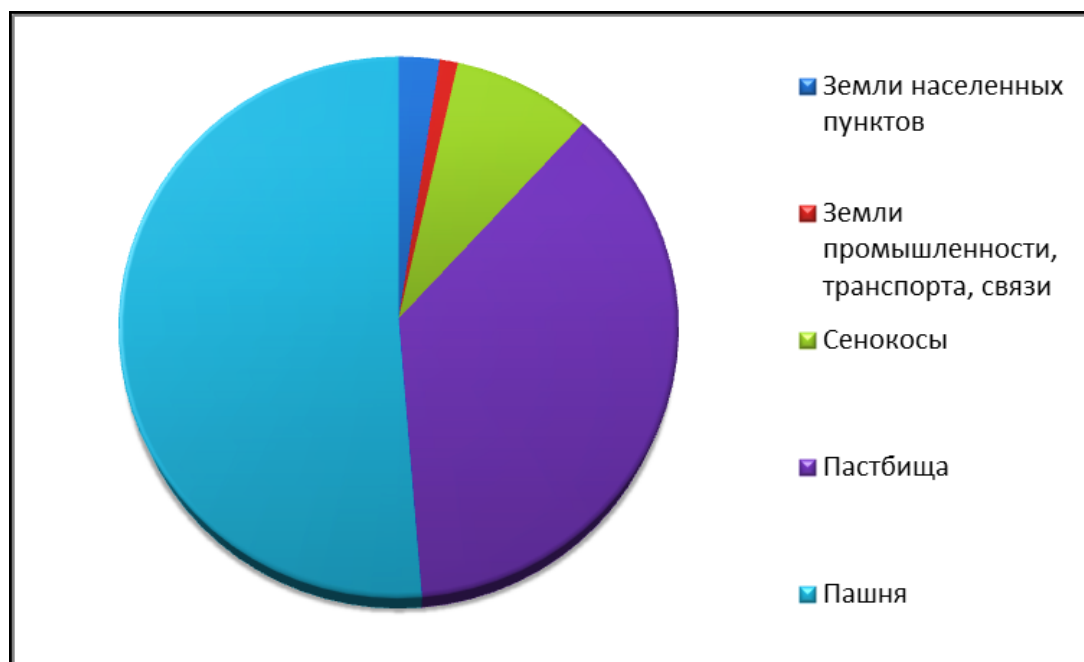


Рисунок 1. Схема распределения площади антропогенно преобразованных земель.

Таким образом, среди преобразованных земель пашни и пастбища занимают наибольшую площадь в процентном соотношении – 85,6 % (рисунок 1). Земли населенных пунктов, промышленности, транспорта и связи занимают наименьшую площадь и составляют всего 3,1%.

В качестве антропогенного изменения предлагается разработанный С. И. Носовым и Б. И. Кочуровым индекс антропогенной преобразованности ( $I_a$ ) [1], равный произведению балла антропогенной преобразованности ( $r$ ) на долю (%) данной территории в общей площади ландшафта ( $S$ ):

$$I_a = rsS$$

Индекс антропогенной преобразованности ландшафта представляет сумму индексов преобразованности изучаемых видов угодий и землепользовании данного ландшафта:

$$I_{an} = \sum I_a$$

Индекс антропогенной преобразованности позволяет определить степень хозяйственной нагрузки на ландшафт за счет определенных видов землепользования [2].

Одним из факторов, определяющих интенсивность антропогенной нагрузки, является соотношение площадей естественных и сельскохозяйственных угодий. Оценка соотношения проводилась по показателям антропогенного нарушения и необратимых антропогенных процессов, предложенных В. А. Шальневым.

Коэффициент антропогенного нарушения ( $K_{ан}$ ) рассчитывается путем соотношения площадей (%) с нарушенными экосистемами ( $S_{НЭ}$ ) к общей площади ландшафта ( $S_{л}$ ) по формуле:

$$K_{ан} = S_{НЭ} / S_{л}$$

Группировка земель по степени АН позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях. Ими являются коэффициенты абсолютной ( $K_a$ ):

$$K_a = \frac{АП_6}{АП_1}$$

отношения площади земель с высокой АП к площади с более низкой АП, и относительной ( $K_0$ ) напряженности территории:

$$K_0 = \frac{АП_4 + АП_5 + АП_6}{АП_1 + АП_2 + АП_3},$$

т.е. отношение площади земель с высокой АП к площади земель с наиболее низкой АП.

Площади земель со средостабилизирующими и ресурсостабилизирующими функциями ( $P_{сф}$ ).

$$P_{сф} = P1 + 0,8P2 + 0,6P3 + 0,4P4$$

Если соотнести площадь земель  $P_{сф}$  к общей площади исследуемой территории ( $P_0$ ), то мы получим коэффициент естественной защищенности территории ( $K_{ез}$ ).

$$K_{ез} = \frac{P_{сф}}{P_0}$$

Расчет показателей антропогенной нагрузки позволяет анализировать территориальные различия землепользования с целью определения допустимого воздействия на ландшафты. Высокие значения антропогенных нагрузок свидетельствуют об интенсивном хозяйственном воздействии на ландшафты. Полученные индексы помогают определить различные варианты систем землепользования с целью создания оптимальных ландшафтов.

### **Результаты исследования**

Для ландшафтов Андроповского района характерна высокая степень сельскохозяйственной освоенности, что объясняется хорошими природными условиями территории. Антропогенная нагрузка составляет от 50 - 80%. Минимальный процент распашки наблюдается в Кубано-Янкульском ландшафте (45,5%). Больше всего распашка занимает территорию Прикалаусско-Саблинского ландшафта (80%). В Воровсколесско-Кубанском, Грачевско-Прикалаусском ландшафтах она колеблется от 60% до 65%.

В рамках исследования проведена оценка хозяйственного воздействия и выделены наиболее существенные факторы землепользования, характеризующие антропогенное изменение ландшафтов, рассчитаны индекс антропогенной преобразованности и коэффициент антропогенного нарушения (табл. 1).

Итоговый показатель антропогенной преобразованности во всех четырех ландшафтах района имеет приближенный показатель. В соответствии с суммарным индексом антропогенной преобразованности, наибольшая нагрузка наблюдается в

Кубано-Янкульском (445,2) и Прикалаусско-Саблинском (443,5) ландшафтах. Пашня в этих ландшафтах имеет индекс 355 и 330, соответственно, селитьба – 11; 35, пастбища – 63,6; 73,5, сенокосы – 1,8; 1, многолетние насаждения - 2; 2. Естественные комплексы имеют индекс 1,3; 2. Такой большой суммарный индекс антропогенной преобразованности получен из-за большой распаханности в данных ландшафтах, значительного индекса селитьбы и индекса пастбищ.

В Грачевско-Калаусском ландшафте она составляет 434,7. Пашня в этом ландшафте имеет индекс 332,5, селитьба - 14, пастбища – 81,6 и сенокосы – 4,4, многолетние насаждения - 1,2. Естественные комплексы имеют индекс 1.

Наименьший суммарный индекс антропогенной преобразованности имеет Воровсколесско-Кубанский ландшафт (414). В этом ландшафте максимальный индекс приходится на пашню – 315, на пастбища – 81,3, на селитьбу приходится 11. Многолетние насаждения составляют всего 0,8 и естественные комплексы составляют 2,5. Используя полученные данные, рассчитан коэффициент антропогенного нарушения.

Таблица 1

*Индексы антропогенной преобразованности различных видов угодий и землепользования в ландшафтах Андроповского района*

Ландшафт	Виды угодий, $I_{ан}$						Итоговый показатель $I_{ан}$
	Естественные комплексы	Сенокосы	Пастбища	Многолетние насаждения	Пашня	Селитьба	
Воровсколесско-Кубанский	2,5	3,4	81,3	0,8	315	11	414
Кубано-Янкульский	1,3	1,8	63,6	2	355	21,5	445,2
Прикалаусско-Саблинский	2	1	73,5	2	330	35	443,5
Грачевско-Калаусский	1	4,4	81,6	1,2	332,5	14	434,7

#### Коэффициент антропогенного нарушения (Кан)

На базе Кан выделяется три группы ландшафтов по степени их антропогенного нарушения:

- слабонарушенные, где Кан = 0,1 - 0,3;
- нарушенные, Кан = 0,4 - 0,6;
- сильнонарушенные, Кан = 0,7 - 1.

Три ландшафта Андроповского района относятся к категории нарушенных с Кан более 0,5. Прикалаусско-Саблинский к категории – слабонарушенные.

Коэффициент абсолютной напряженности территории (Ка) и относительной напряженности территории (Ко)

Таблица 2

*Коэффициент абсолютной напряженности территории и относительной напряженности территории*

Ландшафт	Ка	Ко
Воровсколесско-Кубанский	3,15	0,21
Кубано-Янкульский	0,54	0,36
Прикалаусско-Саблинский	1,32	0,33
Грачевско-Прикалаусский	0,66	0,27

Это соотношение крайних по своему значению величин свидетельствует о существующем равновесии сильных антропогенных воздействий с восстановительным потенциалом природных экосистем.

Чем ниже коэффициент Ка, тем благополучнее состояние природной среды. В противном случае для поддержания восстановительного потенциала природы требуется учреждение необходимых площадей охраняемых природных территорий.

В данном случае, самые низкие коэффициенты наблюдаются в Кубано-Янкульском (0,54) и Грачевско-Прикалаусском (0,66), что говорит о благополучном состоянии экологического потенциала территории (табл. 2). Высокий коэффициент в Воровсколесско-Кубанском районе – 3,15. Этот ландшафт в наибольшей степени освоен. Необходимо предусмотреть мероприятия по снижению нагрузки, уменьшению площадей нарушенных земель и их рекультивации.

Состояние территории области в целом характеризуется коэффициентом относительной напряженности. Если коэффициент Ко равен 1, то это означает, что территория становится уравновешенной по степени антропогенной нагрузки и потенциалу устойчивости природы. Снижение значения Ко говорит о снижении экологической напряженности в эколого-хозяйственном комплексе. Полученные коэффициенты свидетельствуют о малой степени экологической напряженности ландшафтов.

Площади земель со средостабилизирующими и ресурсостабилизирующими функциями (Рсф)

Таблица 3

*Площади земель со средостабилизирующими и ресурсостабилизирующими функциями*

Ландшафт	Рсф (%)
Прикалаусско-Саблинский	18
Грачевско-Калауский	19,5
Воровсколесско-Кубанский	20,2
Кубано-Янкульский	14,9

Для определения площади земель со средостабилизирующими и ресурсостабилизирующими функциями были рассчитаны площади землепользований по каждому ландшафту (табл.3). Наибольшую площадь эта территория занимает в Воровсколесско-Кубанском и Грачевско-Калаусском ландшафтах – 20,2% и 19,5%, соответственно. Минимальная площадь приходится на Кубано-Янкульский ландшафт – 14,9%.

Коэффициент естественной защищенности территории (Кез)

Таблица 4

*Коэффициент естественной защищенности территории*

Ландшафт	Кез
Прикалаусско-Саблинский	5,9
Грачевско-Калауский	5,3
Воровсколесско-Кубанский	12,8
Кубано-Янкульский	3,8

Если для территории значение  $K_{ez} < 0,5$ , то это говорит о том, что она значительно перегружена хозяйственной деятельностью, а чем выше значение, тем выше защищенность и, соответственно, устойчивость территории. В Андроповском районе коэффициент естественной защищенности территории достаточно высокий (табл. 4).

На территории Андроповского района сложилась система землепользования, в котором большие площади занимают сельскохозяйственные системы. Интенсивное сельскохозяйственное использование земель ведет к усилению, как прямых негативных процессов, так и к побочным экологическим последствиям.

### **Выводы**

Таким образом, на основе всех проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что ландшафты исследуемого района являются нестабильными. Однако по

различным ландшафтам значения варьируют в широких пределах, что связано как с наличием относительно сбалансированных ландшафтов, так и с наличием существенно измененных природных территорий.

Наибольшей антропогенной преобразованности на территории Андроповского района подвергаются Воровсколесско-Кубанский и Прикалаусско-Саблинский ландшафты.

\*\*\*

1. Диденко П. А. Морфологическая и хозяйственная структура лесостепных ландшафтов Ставропольской возвышенности // Вестник Ставропольского университета. - 1999. - Вып. 17. - С. 19-23.
2. Исаков Ю.А. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем / Ю.А. Исаков, Н.С. Казанская, Д.В. Панфилов. -М.: Наука, 1980. - 228 с.
3. Ландшафты Северного Кавказа: эволюция и современность / В. А. Шальнев; науч. ред. А. А. Лиховид; М-во образования и науки Рос. Федерации, Ставроп. гос. ун-т. - Ставрополь: Изд-во Ставроп. гос. ун-т, 2004. - 264 с.
4. Схема использования земельных ресурсов Ставропольского края на агроландшафтной основе до 2005 года. - Ставрополь, 1997. - 11 с.

**Старожилов В.Т.**

**Исследования аazonальных поясов ландшафтной сферы на Дальнем Востоке, в России**

*Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН Дальневосточного  
федерального университета  
(Россия, Владивосток)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-70*

*idsp: ljjournal-02-2021-70*

#### **Аннотация**

Констатируется, что пример ландшафтных аazonальных поясов ландшафтной сферы Тихоокеанский ландшафтный пояс (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>) как основа - модель научного и практического планирования и управления в освоении геосистемы океан- континент ранее не рассматривался. В настоящее время в связи с освоением переходной зоны Азиатского континента к океану появилась необходимость рассмотреть возможности применения ландшафтного подхода в практиках освоения геосистем этой зоны. Работа, представляет собой продолжение комплексных исследований в целом сформировавшейся ландшафтной школы профессора В.Т. Старожилова (doi:10.24411/1728-323X-2020-13079, doi:10.18411/lj-05-2020-26). Отмечается, что комплексное изучение ландшафтного пояса как ландшафтной структуры континентального обрамления Тихого океана, имеет базовое значение при природопользовании зоны перехода от континента к океану. Именно ландшафтный пояс, включающий Сихотэ-Алинскую, Нижнеамурскую, Камчатско-Курильскую, Сахалинскую и другие ландшафтные области представляет собой часть единой с Тихим океаном структуры природы и представляется как основа для выполнения задач науки и практики освоения территорий континентального обрамления Тихого океана и окраинных морей. Он, как планетарная ландшафтная структура, является базовой моделью «фундаментом» для построения гармонизированных с природой и связанных с океаном экологических, сельскохозяйственных и других отраслевых моделей освоения этой обширной тихоокеанской зоны. Отмечается, что в свою очередь применение компьютерной технологии векторно-слоевого ландшафтного метода создают платформу для разработки планов и проектов освоения. Он также является платформой для обучения студентов. Приводятся данные о картографической обеспеченности пояса современными векторно-слоевыми цифровыми материалами.

**Ключевые слова:** ландшафт, пояс, Тихоокеанский, освоение, океан.

**Abstract**

It is stated that the example of landscape azonal belts of the landscape sphere, the Pacific landscape belt (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>), as a basis - a model of scientific and practical planning and management in the development of the ocean-continent geosystem has not been considered previously. At present, in connection with the development of the transition zone of the Asian continent to the ocean, it is necessary to consider the possibilities of applying the landscape approach in the practice of developing the geosystems of this zone. The work is a continuation of complex research in the whole formed landscape school of Professor V.T. Starozhilov (doi: 10.24411 / 1728-323X-2020-13079, doi: 10.18411 / lj-05-2020-26). It is noted that a comprehensive study of the landscape belt as a landscape structure of the continental framing of the Pacific Ocean is of basic importance in the use of natural resources in the zone of transition from the continent to the ocean. It is the landscape belt, which includes the Sikhote-Alin, Nizhneamur, Kamchatka-Kuril, Sakhalin and other landscape areas, which is part of the structure of nature united with the Pacific Ocean and is presented as the basis for fulfilling the tasks of science and practice of developing the territories of the continental framing of the Pacific Ocean and marginal seas. It, as a planetary landscape structure, is the basic model "foundation" for building harmonized with nature and related to the ocean ecological, agricultural and other sectoral models for the development of this vast Pacific zone. It is noted that, in turn, the use of computer technology of the vector-layer landscape method creates a platform for the development of plans and development projects. It is also a platform for student learning. The data on the cartographic provision of the belt with modern vector-layer digital materials are presented.

Key words: landscape, belt, Pacific, development, ocean.

**Введение.** Пример ландшафтных азональных поясов ландшафтной сферы Тихоокеанский ландшафтный пояс (doi:10.18411/a-2017-089), (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>) как основа - модель научного и практического планирования и управления в освоении геосистемы океан-континент ранее не рассматривался (Рис. 1).

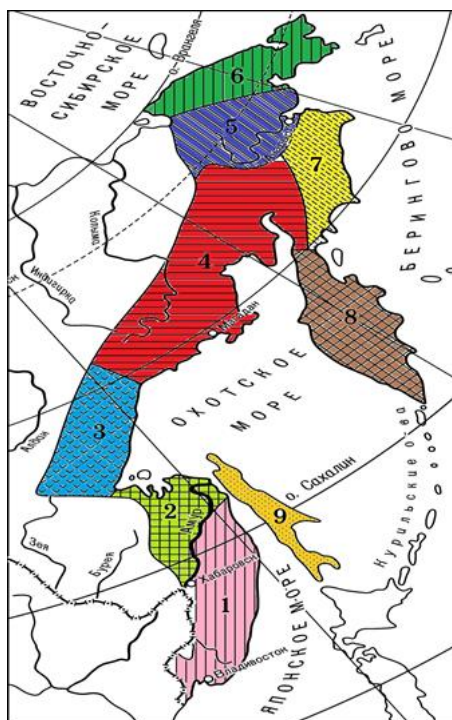


Рис.1. Карта Тихоокеанского ландшафтного пояса России, его областей и окраинных морей (Старожиллов, 2018). Области пояса: 1. Сихотэ-Алинская; 2. Нижнеамурская; 3. Приохотская; 4.Колымская; 5. Анадырская; 6. Чукотская; 7. Корякская; 8. Камчатско-Курильская; 9. Сахалинская

В настоящее время в связи с освоением переходной зоны Азиатского континента к океану появилась необходимость рассмотреть возможности применения ландшафтного подхода в практиках освоения геосистем океан-континент. Работа, представляет собой продолжение комплексных исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ, а также в целом сформировавшейся ландшафтной школы профессора В.Т. Старожилова (doi:10.24411/1728-323X-2020-13079, doi:10.18411/lj-05-2020-26) и разработанных парадигм: общей Дальневосточной ландшафтной парадигмы и Дальневосточной ландшафтной парадигмы индикации и планирования (doi:10.18411/lj-05-2020-26), разработок по картографическому оцифрованному ландшафтному обеспечению индикации, планирования и геоэкологического мониторинга юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России (doi:10.18411/lj-05-2020-27), а также по «Ландшафтному звену выстраивания планирования и развития экономических, градостроительных и др. структур осваиваемых территорий» (doi: 10.18411/lj-09-2020-36).

Тихоокеанский ландшафтный пояс, представляющий собой уникальную ландшафтную географическую территорию перехода Азиатского континента к океану, играет огромную роль в освоении геосистемы океан-континент. Выделение пояса, как основы-модели природного «фундамента» освоения, это результат нового для России комплексного ландшафтного подхода в понимании зоны перехода континента к океану, основанном на междисциплинарном синтезе, анализе и оценке компонентов его внутреннего содержания (включает фундамент, рельеф, климат, почвы, растительность, биоценозы) [1,3,4]. Он выделен на основе учета взаимодействия, взаимообусловленности и взаимопроникновения друг в друга компонентов, на основе изучения ландшафтов в условиях окраинно-континентальной дихотомии, на основе изучения орогенического, орографического, климатического и фиторастительного взаимодействующих между собой факторов. Комплексное изучение ландшафтного пояса как объемной (с изучением высотного, горизонтального и глубинного его внутреннего содержания) ландшафтной (природной) структуры континентального обрамления Тихого океана, имеет (как структурная ландшафтная единица Земли) базовое значение при природопользовании зоны перехода от континента к океану. Именно ландшафтный пояс, включающий Сихотэ-Алинскую, Нижнеамурскую, Камчатско-Курильскую, Сахалинскую и другие ландшафтные области, как результат взаимодействующих орогенического, орографического, климатического и фиторастительного факторов, с природными границами (что очень важно), представляет собой барьерную структуру зоны перехода континента к океану, фокусом взаимодействия континентальных и океанских ландшафтных структур, особым отражением экзогенных и эндогенных процессов и представляющий в целом объект для освоения его ресурсов. Пояс представляет собой часть единой с Тихим океаном структуры природы и представляется как основа для выполнения задач науки и практики освоения территорий континентального обрамления Тихого океана и окраинных морей (Рис. 1).

Именно азональные пояса, представляют не достающее звено в комплексном изучении Мирового океана. Тихоокеанский ландшафтный пояс представляется конкретным базовым структурным элементом геосистемы океан-континент, объектом комплексной систематизации материалов, планирования, управления освоения окраинной континентальной и морской зоны Тихого океана.

Он, как планетарная ландшафтная структура, является базовой моделью «фундаментом» для построения гармонизированных с природой и связанных с океаном экологических, экономических, социальных, сельскохозяйственных, гидрологических и других отраслевых моделей освоения этой обширной тихоокеанской зоны в геосистеме океан-континент. Однако, на сегодняшний день все еще отсутствуют плановые профессиональные исследования по практикам применения материалов по

Тихоокеанскому ландшафтному поясу в планировании и управлении освоения геосистемы океан-континент. В целом это и определяет актуальность выполненной работы.

Под ландшафтным поясом понимается - *азональный пояс ландшафтной сферы с генетически единым структурно-тектоническим положением в зоне окраинно-континентальной дихотомии системы океан-континент и характеризующегося аккреционной природой фундамента ландшафтных (в Российской части пояса сихотэалинской, нижнеамурской, приохотской, сахалинской, камчатско-курильской, чукотской и др.) географических областей (структур) с климатическим и растительным внутренним содержанием, подчиняющимся высотной и широтной зональности и эволюционирующим под действием взаимодействующих, взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга орогенического, орографического, климатического и фиторастительного факторов в определенных зональных и азональных условиях в каждый момент своего существования.*

Цель публикации – обосновать в Российской науке необходимость рассматривать Тихоокеанский ландшафтный пояс как равноценную природную структуру диалектической пары геосистемы континент-океан и обосновать её базовый комплексный характер и как ландшафтную основу-модель при освоении зоны перехода при планировании и проектировании структур освоения системы континент-океан. Ландшафтную модель - пояс рассматривать природным «фундаментом» и основой для построения гармонизированных с природой научных и практик-моделей освоения (экологических, сельскохозяйственных, гидрологических, экономических, социальных, градостроительных и других).

**Материалы и методы.** Общая методологическая основа исследования ландшафтный подход, в котором ландшафтному анализу подвергаются геосистемы различных рангов и в конечном итоге дается та или иная географическая оценка ландшафтного пространства объекта исследования, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки применяются для решения задачи комплексного освоения территорий. С методической точки зрения Тихоокеанских ландшафтный пояс представляет собой часть единой с Тихим океаном структуру природы и представляется как основа для выполнения задач науки и практик освоения территорий обрамления и окраинных морей Тихого океана.

Значимым является то, что в основу выделения пояса, как ландшафтной основы-модели при освоении зоны перехода при планировании и проектировании структур освоения, положены результаты многолетних авторских полевых геолого-географических и географических научных и производственных исследований обширной территории Тихоокеанского ландшафтного пояса России, которые в свою очередь включают полевые исследования Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской, Анадырьской ландшафтных областей [5,6,9,11,12]. Важным успехом в их изучении является то, что при выполнении задач ландшафтоведения получен значительный авторский в том числе полевой материал по таким «Наукам о Земле» как геологии, геоморфологии, гидрологии, геохимии, магматизму, вулканизму, полезным ископаемым, климату и др.. Изучались данные не только по рельефу, растительности и почвам, но и коренным и рыхлым породам, климату. Также изучались мощность рыхлых накоплений, транзит обломочного материала, увлажнение, глубина вреза, густота расчленения, интенсивность физического и химического выветривания, мезо- и микроклиматические особенности. Кроме того, исходя из представления значимости всех компонентов и факторов ландшафта, в том числе фундамента как вещественного компонента и фактора его динамики, нами при изучении ландшафтов рассматривается коренной фундамент. Использовались материалы по трансформации ландшафтов под действием различных техногенных воздействий [2,7,10].

В целом отметим, что весь полученный полевой и научный материал по поясу анализировался на междисциплинарном уровне, осмысливался и формулировался и благодаря этому была определена целостность Тихоокеанского ландшафтного пояса как географической единицы и важность её для выполнения задач освоения обрамления и окраинных морей Тихого океана.

Кроме того, использовались материалы, полученные по итогам многочисленных экспедиций на Сахалине, Камчатке, Чукотке и других территориях Тихоокеанского ландшафтного пояса России:

1. Основы нового в Тихоокеанской России направления географии – ландшафтной географии. Она нацелена на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении Тихоокеанской России и на обучение студентами магистрантами программы «Ландшафтное планирование».

2. Основы практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации: в лесопользовании Тихоокеанской России; в планировании и проектировании природопользования геосистем.

3. Теория ландшафтной индикации трансформации геосистем Тихоокеанской России.

4. Ландшафтно-природопользовательская стратегия в Тихоокеанской России.

5. Классификация и структурная дифференциация ландшафтных геосистем в масштабах: 1 : 500 000 Тихоокеанской России (Сахалинская область, Приморский край); 1 : 25 000 – о-ва Русский Приморского края; 1 : 500 000 – Сахалинского звена.

6. Методология выделения и внутреннее содержание округов геосистем Сахалино-Приморского региона, Муравьево-Амурского округа (включая о. Русский) Приморского края и иерархическая структура последнего.

7. Методика векторно-слоевого картографирования ландшафтов и выделения округов Тихоокеанского ландшафтного пояса России.

8. Метод векторно-слоевого ландшафтного картографирования и районирования.

9. Концепция индикации ландшафтов Тихоокеанской России.

10. Концепция узловых ландшафтных структур освоения Ландшафтной сферы.

11. Концепция нового структурирования ландшафтных горных и островных систем Тихоокеанского ландшафтного пояса.

12. Концепция высотно-ландшафтных комплексов водосборов юга Тихоокеанского ландшафтного пояса.

13. Концепция высотно-ландшафтных комплексов водосборов островных систем юга Тихоокеанского ландшафтного пояса.

14. Концепция высотно-ландшафтных комплексов озерных водосборов юга Тихоокеанского ландшафтного пояса.

15. Дальневосточная ландшафтная парадигма индикации и планирования.

16. Единая Дальневосточная ландшафтная парадигма.

17. Тихоокеанская ландшафтная парадигма ландшафтных моделей в образовании по «Наукам о Земле».

18. Картографическое (оцифрованное) ландшафтное обеспечение индикации, планирования и геоэкологического мониторинга юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России

19. Сихотэ-Алинская область (структура) Тихоокеанского ландшафтного пояса, планирование её освоения и подготовка кадров по «Науки о Земле».

20. Тихоокеанская эколого-ландшафтная парадигма в освоении территорий.

21. В ДВФУ на базе Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ ландшафтной школой профессора В.Т. Старожилова инициирован и создается новый исследовательский и образовательный «Агроландшафтный сектор».

22. Ученые ДВФУ приступили к фундаментальным исследованиям почвенного покрова и ландшафтов заповедников Тихоокеанского ландшафтного пояса.

23. В ДВФУ на базе Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ ландшафтной школой профессора В.Т. Старожилова инициирована и предложена стратегия отраслевой (почвоведение) ландшафтной индикации.

24. Агроландшафтные исследования на Дальнем Востоке.

25. Новый агроландшафтный сектор в Дальневосточном федеральном университете.

26. Новая стратегия отраслевой ландшафтной индикации в Дальневосточном федеральном университете.

27. Новые фундаментальные исследования почвенного покрова и ландшафтов заповедников Тихоокеанского ландшафтного пояса.

28. Тихоокеанский ландшафтный пояс как основа-модель практик планирования и управления в освоении геосистемы океан-континент.

При обосновании применения ландшафтного пояса как основы - модели при освоении окраинной переходной зоны к океану использовались материалы практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях природопользования: при разработке стратегий практической реализации ландшафтного подхода в области туризма и рекреации, градостроительства, организации аграрных предприятий для создания производственной базы в горно-таежных ландшафтах, лесопользования, планирования и проектирования природопользования.

Использовались также опубликованные профессором В.Т. Старожиловым 350 научных работ, из которых 28 монографий, 25 учебных пособий; 8 ландшафтных карт.

Кроме того особо отметим, что для определения ландшафтной целостности Тихоокеанского ландшафтного пояса, как структурной единицы Земли соизмеримой с фокусом максимального взаимодействия океана и Азиатского континента, применены материалы авторских палеогеографических исследований. Применены результаты геологических и палеогеографических реконструкций по установлению генезиса, состава и тектонической эволюции фундамента пояса. Применялась авторская концепция геодинамической эволюции зоны перехода Азиатского континента к океану [8].

Весь имеющийся материал анализировался на основе сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орогеническому, орографическому, климатическому и фиторастительному факторам формирования географически единых территорий. Получены были следующие результаты.

**Результаты.** При познании, формулировании возможностей и необходимости применения Тихоокеанского ландшафтного пояса как основы-модели в освоении геосистемы океан-континент получен фундаментальный результат настоящих исследований, заключающийся в том, что для реализации рассмотрения планирования и управления освоения пояса, как природной планетарной основы ведения гармонизированных с природой отраслевого освоения, необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу [1]. Такие основы как в целом по поясу, так и по его отдельным регионам получены (Сихотэ-алинская, Сахалинская и др.). Для реализации поставленных задач получены, прежде всего, оцифрованные векторно-слоевые морфологические ландшафтные модели (векторно-слоевые ландшафтные карты), которые на цифровом уровне дают знание строения географического пространства рассматриваемого объекта. Этот результат

позволяет проанализировать территории по оцифрованным выделам ландшафтов. Сравнить внутреннее содержание таких таксонов как ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс. Затем решать задачи по практикам природопользования. Тем более, что результат включает современное компьютерное программное обеспечение.

Синтез, анализ обеспеченности ландшафтного пояса современными векторно-слоевыми картографическими материалами, составленными на основе современных требований картографии и математического обеспечения показывает следующую общую картину такой обеспеченности. Составлены карты и объяснительные записки к ним:

1. Карта Тихоокеанского ландшафтного пояса, областей и прилегающих морей в масштабе 1: 3 000 000 (автор Старожилов В.Т.). На карте также выделены области: Сихотэ-алинская, Нижнеамурская, Прихотская, Колымская, Анадырская, Чукотская, Корякская, Камчатская, Сахалинская. Представлены сопряженные с областями окраинные моря исследования.

2. Ландшафтная карта Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор Старожилов В.Т., сжатая версия электронной карты ландшафтов Приморского края масштаба 1:500 000);

3. Карта ландшафтного районирования Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор Старожилов В.Т.). Выделено 54 округа, 8 провинций, 4 области;

4. На основе базовой карты ландшафтов Приморского края (на карте картографировано 3156 выделов ландшафтов), так как она цифровая, то было получено отдельных 3156 карт по всем выделенным на карте выделам ландшафтов. На основе карты районирования, так как она цифровая векторно-слоевая, то было получено отдельных 66 карт ландшафтных единиц районирования;

5. Впервые для АТР издана (автор Старожилов В.Т.) объяснительная записка к карте ландшафтов Приморского края масштаба 1: 500 000. В ней описано 3156 выделов ландшафтов;

6. На основе основной векторно-слоевой карты ландшафтов Приморского края составлены частные векторно-слоевые карты ландшафтов и высотно-ландшафтных комплексов островных, озерных и горных водосборов Тихоокеанского ландшафтного пояса, в том числе составлена карта ландшафтов и высотно-ландшафтных комплексов водосбора озера Ханка;

7. Ландшафтная карта острова Сахалин в масштабе 1 : 500 000. В настоящее время карта и объяснительная записка к ней готовятся к изданию;

8. Ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа масштаба 1: 25 000;

9. Карта положения и эволюции палеоструктур и сопряженных с ними элементов зоны перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите.

Карты представляются значимым академическим творением в сфере цифровых карт, основанном на огромном опыте изысканий в области теории, а также практике ландшафтоведения, и вплоть до этих пор в части обзорности и содержательности не имеет аналогов для территории Азиатско – Тихоокеанского региона (АТР), охватывая Азиатские государства. Карты принадлежат к картам новейшего поколения, в которых в перспективе станут отображать в цифровом виде не отраслевые слои компонентов, но слои классификационных единиц ландшафтов. Немаловажно в таком случае то, что карты нацелены на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении земель, а также способны быть применены как естественные модели «фундамент» с целью формирования гармонизованных с природой экологических, гидрологических, экономических, социальных и др. моделей освоения территорий.

Важно отметить, что именно с появлением отмеченных картографических полимасштабных документов появилась возможность анализировать ландшафтные

модели, сравнивать между собой и рассматривать их природным «фундаментом» и основой для построения гармонизированных с природой различных моделей освоения (сельскохозяйственных, гидрологических, экономических, социальных, градостроительных, краеведческих и других). Такой подход позволит учесть природные условия и технически и юридически обосновать целесообразность предполагаемого освоения ландшафтных территорий.

Однако, как показали исследования Тихоокеанского ландшафтного пояса как основы-модели в освоении геосистемы океан-континент, установление морфологического строения пояса это только первый этап картографирования Тихоокеанского ландшафтного пояса. Специальное изучение фундаментальных направлений картографирования показывает на то, что кроме морфологического направления выделяются: индикационное, ландшафтных узловых структур освоения, планирования и проектирования. Отмечается, что все они сопровождаются составлением векторно-слоевых полимасштабных индикационных, узловых структур освоения, планирования и проектирования векторно-слоевых ландшафтных карт (doi: 10.18411/Ij-09-2020-35). Такие работы уже проводятся в Тихоокеанском международном ландшафтном центре ШЕН ДВФУ под руководством профессора В.Т. Старожилова.

**Заключение.** Итак на Дальнем Востоке, в России под руководством профессора В.Т. Старожилова выделяется Тихоокеанский ландшафтный пояс как основа - модель научного и практического планирования и управления в освоении геосистемы океан-континент, которая способна решать практические задачи по освоению территорий обрамления и окраинных морей Тихого океана и развитию теоретической базы ландшафтной географии. Выделение пояса это результат нового для России комплексного подхода в понимании зоны перехода континента к океану, основанном на междисциплинарном синтезе, анализе и оценке компонентов его внутреннего содержания (включает фундамент, рельеф, климат, почвы, растительность, биоценозы). Он выделен на основах учета взаимодействия, взаимообусловленности и взаимопроникновения друг в друга компонентов, изучения ландшафтов в условиях окраинно-континентальной дихотомии, изучения орогенического, орографического, климатического и фиторастительного взаимодействующих между собой факторов. Это сделано с использованием цифровых компьютерных технологий. В свою очередь применение компьютерной технологии векторно-слоевого ландшафтного метода создают платформу для разработки планов и проектов освоения. Она также является платформой для обучения студентов.

Разрабатываемое в ДВФУ профессором В.Т. Старожиловым новое для Тихоокеанской России направление понимания зоны перехода континента к Тихому океану и выделение Тихоокеанского ландшафтного пояса как основы – модели, важной для планирования и управления в освоении системы континент-океан, выводит образование, науку и практику на новый информационный и прикладной уровни и позволит его рассматривать как эффективный инструмент планирования и прогнозирования сельскохозяйственных, краеведческих, гидрологических, экономических, социальных, экологических и других геосистем.

\*\*\*

1. Старожилов В.Т. Природопользование: практическая ландшафтная география. / учебник. Школа естественных наук ДВФУ, Тихоокеанского международного ландшафтного центра, Школа естественных наук ДВФУ. Владивосток, 2018. 276с
2. Старожилов В.Т. Эколого-ландшафтный подход в формировании региональной экологической политики на территории стран АТЭС / В сборнике: Шестые Гродековские чтения. Актуальные проблемы исследования Российской цивилизации на Дальнем Востоке. межрегиональная научно-практическая конференция. Правительство Хабаровского края. Хабаровск, 2009. С. 24-28.

3. Старожилов В.Т. Региональные компоненты и факторы структуры и пространственной организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края). - Владивосток, 2007.
4. Старожилов В.Т. Ландшафтное картографирование территорий Приморского края // Известия Российской академии наук. Серия географическая. -2010. -№ 2. -С. 82-89.
5. Старожилов В.Т., Зонов Ю.Б. Ландшафтные предпосылки устойчивого развития территорий. / В сборнике: Природа без границ. Материалы I Международного экономического форума. Администрация Приморского края. 2006. С. 261-265.
6. Старожилов В.Т. Ландшафтное районирование Приморского края. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2010. № 3 (151). С. 107-112.
7. Старожилов В.Т., Леоненко А.В., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Геоэкология минерально-сырьевого природопользования ландшафтов юга Дальнего Востока.// Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточное отделение Российской академии наук, Институт горного дела, Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2009.
8. Старожилов В. Т. Геодинамическая эволюция зон перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите / В. Т. Старожилов // Гидрометеорологические и географические исследования на Дальнем Востоке: материалы 5-й юбилейной научн. конф. «К всемирным дням воды и метеорологии». – Владивосток, 2004. – С.85-88.
9. Старожилов В.Т. Ландшафтные геосистемы Сахалинского звена окраинно-континентального ландшафтного пояса Тихоокеанской России // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 5. – С. 53-57.
10. Старожилов В.Т. Эколого-ландшафтный подход к промышленным территориям юга Дальнего Востока // В сборнике: Современные геофизические и географические исследования на Дальнем Востоке России. материалы 9-й научной конференции, Владивосток: конференция приурочена к Всемирным дням воды и метеорологии, а также к 110-летию ДВГУ и 45-летию ГФФ. Дальневосточный государственный университет, Институт окружающей среды ; под редакцией Н. В. Шестакова. Владивосток, 2010. С. 155-158.
11. Старожилов В.Т. Проблемы ресурсопользования, структура и пространственная организация ландшафтов приокеанских Дальневосточных территорий // В сборнике: Науки о Земле и отечественное образование: история и современность. материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАО А. В. Даринского. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, факультет географии. 2007. С. 310-312.
12. Старожилов В. Т. Ландшафтные геосистемы Сахалинского звена Тихоокеанской России // В сборнике: Научная дискуссия: гуманитарные, естественные науки и технический прогресс. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 54-64.

### Старожилов В.Т.

#### Континентальное обрамление и окраинные моря Тихого океана как планетарная ландшафтная геосистема в освоении мирового океана

*Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН Дальневосточного федерального университета  
(Россия, Владивосток)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-71*

*idsp: ljjournal-02-2021-71*

#### **Аннотация**

Констатируется, что континентальное обрамление и окраинные моря Тихого океана как планетарная ландшафтная геосистема в освоении Мирового океана и выделенные как Тихоокеанский ландшафтный пояс (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>) как основа - модель научного и практического освоения геосистемы океан-континент ранее не рассматривалась. В настоящее время в связи с освоением переходной зоны Азиатского континента к океану появилась необходимость рассмотреть возможности применения ландшафтного подхода в практиках освоения геосистем этой зоны. Работа, представляет собой продолжение комплексных исследований в целом сформировавшейся ландшафтной школы профессора В.Т. Старожилова (doi:10.24411/1728-323X-2020-13079, doi:10.18411/lj-05-2020-26).

Отмечается, что комплексное изучение ландшафтной структуры обрамления Тихого океана, имеет базовое значение при природопользовании Мирового океана. Именно ландшафтный пояс, включающий Сихотэ-Алинскую, Нижнеамурскую, Камчатско-Курильскую, Сахалинскую и другие ландшафтные области и сопряженные с ними окраинные моря, представляет собой часть единой с Тихим океаном структуры природы и представляются как основа для выполнения задач науки и практики освоения территорий континентального обрамления Тихого океана, окраинных морей и использования материалов в освоении Мирового океана. Он, как планетарная ландшафтная структура, является базовой моделью «фундаментом» для построения гармонизированных с природой и связанных с океаном экологических, сельскохозяйственных и других отраслевых моделей освоения этой обширной тихоокеанской зоны. Отмечается, что в свою очередь применение компьютерной технологии векторно-слоевого ландшафтного метода создают платформу для разработки планов и проектов освоения. Он также является платформой для обучения студентов. Приводятся данные о картографической обеспеченности пояса современными векторно-слоевыми цифровыми материалами.

**Ключевые слова:** ландшафт, пояс, Тихоокеанский, освоение, океан.

### Abstract

It is stated that the continental framing and marginal seas of the Pacific Ocean as a planetary landscape geosystem in the development of the World Ocean and identified as the Pacific landscape belt (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>) as a basis - a model of scientific and practical development of the geosystem ocean-continent has not been previously considered. Currently, in connection with the development of the transition zone of the Asian continent to the ocean, it is necessary to consider the possibilities of applying the landscape approach in the practice of developing the geosystems of this zone. The work is a continuation of the comprehensive studies of the generally formed landscape school of Professor V.T. Starozhilov (doi: 10.24411 / 1728-323X-2020-13079, doi: 10.18411 / lj-05-2020-26). It is noted that a comprehensive study of the landscape structure of the Pacific Ocean framing is of fundamental importance in the use of natural resources in the World Ocean. It is the landscape belt, including the Sikhote-Alin, Nizhneamur, Kamchatka-Kuril, Sakhalin and other landscape areas and the marginal seas associated with them, that is a part of the structure of nature united with the Pacific Ocean and is presented as the basis for fulfilling the tasks of science and practice of developing territories of the continental framing The Pacific Ocean, marginal seas and the use of materials in the development of the World Ocean. It, as a planetary landscape structure, is the basic model "foundation" for building harmonized with nature and related to the ocean ecological, agricultural and other sectoral models for the development of this vast Pacific zone. It is noted that, in turn, the use of computer technology of the vector-layer landscape method creates a platform for the development of plans and development projects. It is also a platform for student learning. The data on the cartographic provision of the belt with modern vector-layer digital materials are presented.

**Key words:** landscape, belt, Pacific, development, ocean.

**Введение.** В последние десятилетия в Российской Федерации большое внимание уделяется вопросам освоения Востока России и Мирового океана. При этом рассматриваются задачи экологии территорий освоения и экологически чистого развития многоотраслевого природопользования на основе учета природы в виде ландшафтных документов как основы «фундамента» построения отраслевых краеведческих, экологических, сельскохозяйственных, биоресурсных, экономических, агропочвенных, строительных и других моделей [1]. Наблюдается тенденция применения ландшафтных моделей как основы планирования и управления освоения континентального обрамления и окраинных морей и участия таких моделей в

построении моделей освоения Мирового океана и российской его части. Такие планомерные исследования стали возможными в связи с организацией профессором В.Т. Старожиловым в Дальневосточном федеральном университете по инициативе ректора ДВФУ и депутата Совета Федерации Тихоокеанского международного ландшафтного центра. На сегодняшний день в ДВФУ на Дальнем Востоке сложилась новая ландшафтная школа под руководством В.Т. Старожилова, которая способна решать практические задачи по освоению территорий Тихоокеанской России и развитию теоретической базы ландшафтной географии (doi:10.24411/1728-323X-2020-13079, doi:10.18411/lj-05-2020-26, [https://www.dvfu.ru/expertise/news/science/landshaftnaya\\_shkola\\_professora\\_starozhilova/](https://www.dvfu.ru/expertise/news/science/landshaftnaya_shkola_professora_starozhilova/)). В настоящее время в связи с освоением переходной зоны Азиатского континента к океану появилась необходимость рассмотреть возможности применения ландшафтного подхода в практиках освоения континентального обрамления и окраинных морей Тихого океана как планетарной геосистемы в освоении Мирового океана. Работа, представляет собой продолжение комплексных исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ, работ по Тихоокеанскому ландшафтному поясу (doi:10.18411/a-2017-089), (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>), а также разработанных парадигм: общей Дальневосточной ландшафтной парадигмы и Дальневосточной ландшафтной парадигмы индикации и планирования (doi:10.18411/lj-05-2020-26), разработок по картографическому оцифрованному ландшафтному обеспечению индикации, планирования и геоэкологического мониторинга юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России (doi:10.18411/lj-05-2020-27), а также по «Ландшафтному звену выстраивания планирования и развития экономических, градостроительных и др. структур осваиваемых территорий» (doi: 10.18411/lj-09-2020-36).

На основе исследований обширной зоны континентального обрамления и сопряженных с ним окраинных морей на основе нового для России комплексного подхода в понимании зоны перехода континента к океану, основанном на междисциплинарном синтезе, анализе и оценке компонентов его внутреннего содержания (включает фундамент, рельеф, климат, почвы, растительность, биоценозы) [1,3,4] и применения ландшафтной методологии изучения территорий, рассматриваемая в работе зона континентального обрамления и сопряженных с ним окраинных морей выделена в единую планетарную ландшафтную структуру Тихоокеанский ландшафтный пояс (<https://doi.org/10.18411/a-2017-089>). Он выделен на основе учета взаимодействия, взаимообусловленности и взаимопроникновения друг в друга компонентов, на основе изучения ландшафтов в условиях окраинно-континентальной дихотомии, на основе изучения орогенического, орографического, климатического и фиторастиельного взаимодействующих между собой факторов. Комплексное изучение ландшафтного пояса как объемной ландшафтной (природной) структуры континентального обрамления Тихого океана, имеет (как структурная ландшафтная единица Земли) базовое значение при природопользовании зоны перехода от континента к океану и использовании этого материала для решения вопросов освоения Мирового океана. Именно ландшафтный пояс, включающий Сихотэ-Алинскую, Нижнеамурскую, Камчатско-Курильскую, Сахалинскую и другие ландшафтные области, как результат взаимодействующих орогенического, орографического, климатического и фиторастиельного факторов, с природными границами, представляет собой барьерную структуру зоны перехода континента к океану, фокус взаимодействия континентальных и океанских ландшафтных структур, особым отражением экзогенных и эндогенных процессов и характеризующийся богатством природных ресурсов. Пояс представляет собой часть единой с Тихим океаном структуры природы и эта часть представляется как ландшафтная основа для выполнения задач науки и практики освоения территорий обрамления Тихого океана и

окраинных морей и использования этих материалов при решении вопросов освоения Мирового океана.

Исследованиями установлено, что именно азональные пояса, представляют не достающее звено в комплексном изучении Мирового океана. Тихоокеанский ландшафтный пояс (зона перехода континента к океану) представляется конкретным базовым структурным элементом геосистемы континент-Мировой океан, объектом комплексной систематизации материалов, планирования, управления освоения окраинной континентальной и морской зоны Тихого океана. Однако, на сегодняшний день все еще отсутствуют плановые профессиональные исследования по практикам применения ландшафтных материалов по Тихоокеанскому ландшафтному поясу в планировании и управлении освоения геосистемы континент-Мировой океан. В целом это и определяет актуальность выполненной работы.

Цель публикации – обосновать в Российской науке необходимость на основе применения ландшафтного метода рассматривать континентальное обрамление и сопряженные с ним окраинные моря Тихого океана, выделенных как Тихоокеанский ландшафтный пояс, как равноценную природную структуру диалектической пары геосистемы континент-Мировой океан и обосновать её базовый комплексный характер и как ландшафтную основу-модель освоения зоны перехода и использование материалов при решении вопросов освоения системы континент-Мировой океан. Ландшафтную модель - пояс рассматривать природным «фундаментом» и основой для построения гармонизированных с континентальной природой и океаном научных и практик-моделей освоения (краеведческих, экологических, сельскохозяйственных, экономических, социальных, градостроительных и других).

**Материалы и методы.** Общая методологическая основа исследования ландшафтный подход, в котором ландшафтному анализу подвергаются геосистемы различных рангов и в конечном итоге дается та или иная географическая оценка ландшафтного пространства объекта исследования, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки применяются для решения задач комплексного освоения территорий. С методической точки зрения континентальное обрамление и сопряженные с ним окраинные моря (Тихоокеанский ландшафтный пояс) представляет собой часть единой с Тихим океаном структуру природы и представляется как основа для выполнения задач науки и практик освоения территорий континентального обрамления и окраинных морей Тихого океана и применении их при решении вопросов освоения Мирового океана.

Значимым является то, что в основу выделения ландшафтной основы-модели при освоении зоны перехода положены многолетние авторские полевые геолого-географические и географические научные и производственные исследования обширной территории окраинной зоны Востока России, которые в свою очередь включают полевые исследования Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской, Анадырьской ландшафтных областей [5,6,8,9]. В целом отметим, что весь полученный полевой и научный материал по ландшафтной основе-модели анализировался на междисциплинарном уровне, осмысливался и формулировался и благодаря этому была определена целостность континентального обрамления и сопряженных с ним окраинных морей Тихого океана, выделенных как Тихоокеанский ландшафтный пояс, и как географической единицы и важность её для выполнения задач освоения обрамления и окраинных морей Тихого океана. При обосновании применения ландшафтного пояса как основы - модели при освоении окраинно-континентальной переходной зоны к океану использовались материалы практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях природопользования [2,7]. Особо отметим, что для определения ландшафтной целостности Тихоокеанского ландшафтного пояса, как структурной единицы Земли соизмеримой с фокусом максимального взаимодействия океана и Азиатского

континента, применены материалы авторских палеогеографических исследований. Применены результаты геологических и палеогеографических реконструкций по установлению генезиса, состава и тектонической эволюции фундамента пояса. Применялась авторская концепция геодинамической эволюции зоны перехода Азиатского континента к океану.

Использовались материалы, полученные по итогам многочисленных экспедиций на Сахалине, Камчатке, Чукотке и других территориям Тихоокеанского ландшафтного пояса России и в частности новые векторно-слоевые картографические материалы по отдельным регионам зоны континентального обрамления (сихотэ-алинской, сахалинской и др. ландшафтными областями). При обосновании применения ландшафтного пояса как основы - модели при освоении окраинно-континентальной переходной зоны к океану использовались материалы практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях природопользования, материалы по организации и структурам ландшафтов и профилям через континентальное обрамление и сопряженных с ними окраинным морям, в которых отражено установленное нами внутреннее содержание ландшафтов территории пояса в системе ландшафт, вид, род, подкласс, класс, округ, провинция, область, пояс. Использовался материал по выделенным высотно-ландшафтными комплексам горных, островных, озерных геосистем, а также их водосборов.

Весь имеющийся материал анализировался на основе сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орогеническому, орографическому, климатическому и фиторастиельному факторам формирования географически единых территорий. Получены были следующие результаты.

**Результаты.** При познании, формулировании возможностей и необходимости применения материалов по континентальному обрамлению и окраинным морям Тихого океана как планетарной ландшафтной геосистемы в освоении Мирового океана получен фундаментальный результат настоящих исследований, заключающийся в том, что для реализации рассмотрения возможностей и необходимости применения материалов по континентальному обрамлению и окраинным морям Тихого океана как планетарной ландшафтной геосистемы в освоении Мирового океана необходимо иметь прежде всего оцифрованную векторно-слоевую морфологическую ландшафтную основу [1]. Такие основы как в целом по поясу, так и по его отдельным регионам получены (Сихотэ-алинской, Сахалинской ландшафтными областями и др.). Для реализации поставленных задач получены, прежде всего, оцифрованные векторно-слоевые морфологические ландшафтные модели (векторно-слоевые ландшафтные карты), которые на цифровом уровне дают знание строения географического пространства рассматриваемого объекта. Этот результат позволяет проанализировать территории по оцифрованным выделам ландшафтов. Сравнить внутреннее содержание таких таксонов как ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс. Затем решать задачи по практикам природопользования. Тем более, что результат включает современное компьютерное программное обеспечение.

Синтез, анализ обеспеченности континентального обрамления Тихого океана современными векторно-слоевыми картографическими материалами, составленными на основе современных требований картографии и математического обеспечения показывает следующую общую картину такой обеспеченности. Составлены карты и объяснительные записки к ним:

1. Карта ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса, областей и прилегающих морей в масштабе 1: 3 000 000 (автор Старожилов В.Г.). На карте также выделены ландшафтные области: Сихотэ-алинская, Нижнеамурская, Приохотская, Колымская, Анадырская, Чукотская, Корякская, Камчатская, Сахалинская. Представлены сопряженные с областями окраинные моря исследования.

2. Ландшафтная карта Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор Старожилов В.Т., сжатая версия электронной карты ландшафтов Приморского края масштаба 1:500 000);

3. Карта ландшафтного районирования Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор Старожилов В.Т.). Выделено 54 округа, 8 провинций, 4 области;

4. На основе базовой карты ландшафтов Приморского края (на карте картографировано 3156 выделов ландшафтов), так как она цифровая, то было получено отдельных 3156 карт по всем выделенным на карте выделам ландшафтов. На основе карты районирования, так как она цифровая векторно-слоевая, то было получено отдельных 66 карт ландшафтных единиц районирования;

5. Впервые для АТР издана (автор Старожилов В.Т.) объяснительная записка к карте ландшафтов Приморского края масштаба 1: 500 000. В ней описано 3156 выделов ландшафтов;

6. На основе основной векторно-слоевой карты ландшафтов Приморского края составлены частные векторно-слоевые карты ландшафтов и высотно-ландшафтных комплексов островных, озерных и горных водосборов Тихоокеанского ландшафтного пояса, в том числе составлена карта ландшафтов и высотно-ландшафтных комплексов водосбора озера Ханка;

7. Ландшафтная карта острова Сахалин в масштабе 1 : 500 000. В настоящее время карта и объяснительная записка к ней готовятся к изданию;

8. Ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа масштаба 1: 25 000;

9. Карта положения и эволюции палеоструктур и сопряженных с ними элементов зоны перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите.

Карты представляются значимым академическим творением в сфере цифровых карт, основанном на огромном опыте изысканий в области теории, а также практике ландшафтоведения, и вплоть до этих пор в части обзорности и содержательности не имеет аналогов для территории Азиатско – Тихоокеанского региона (АТР), охватывая Азиатские государства. Карты принадлежат к картам новейшего поколения, в которых в перспективе станут отображать в цифровом виде не отраслевые слои компонентов, но слои классификационных единиц ландшафтов. Немаловажно в таком случае то, что карты нацелены на практическую реализацию ландшафтного подхода в освоении земель, а также способны быть применены как естественные модели «фундамент» с целью формирования гармонизованных с природой экологических, гидрологических, экономических, социальных и др. моделей освоения территорий.

Также установлено, что получен фундаментальный результат по ландшафтам континентального обрамления Тихого океана в системе ландшафт, вид, род, класс, тип, округ, провинция, область, пояс, который нужно использовать в решении вопросов освоения Мирового океана.

**Заключение.** Итак на Дальнем Востоке, в России под руководством профессора В.Т. Старожилова территория обрамления и окраинных морей Тихого океана выделяется как географически целостный Тихоокеанский ландшафтный пояс и как основа - модель научного и практического освоения геосистемы океан-континент, которая способна решать практические задачи по освоению территорий обрамления и окраинных морей Тихого океана и задачи освоения Мирового океана. Это сделано с использованием цифровых компьютерных технологий. В свою очередь применение компьютерной технологии векторно-слоевого ландшафтного метода создают платформу для разработки планов и проектов освоения. Она также является платформой для обучения студентов. Современное географическое понимание пояса как основы-модели его освоения выводит образование, науку и практику на новый информационный и прикладной уровни и позволит его рассматривать как эффективную ландшафтную модель «фундамент» для построения гармонизованных

с ней сельскохозяйственных, краеведческих, гидрологических, экономических, социальных, экологических и других моделей геосистем. **В целом необходимо выстроить новую схему научного и прикладного планирования и управления освоения геосистемы океан-континент и решение вопросов освоения Мирового океана. Именно азональные пояса, такие как Тихоокеанский ландшафтный пояс, представляют не достающее звено в комплексном изучении Мирового океана. Он представляется конкретным базовым структурным элементом геосистемы океан-континент, объектом комплексной систематизации материалов, планирования, управления освоения как окраинной континентальной и морской зоны Тихого океана. Пояс представляет собой равноценную часть диалектической пары океан-континент и такая его роль в геосистеме определяет высокую его значимость при освоении Мирового океана.**

\*\*\*

1. Старожилов В.Т. Природопользование: практическая ландшафтная география. / учебник. Школа естественных наук ДВФУ, Тихоокеанского международного ландшафтного центра, Школа естественных наук ДВФУ. Владивосток, 2018. 276с
2. Старожилов В.Т. Эколого-ландшафтный подход в формировании региональной экологической политики на территории стран АТЭС / В сборнике: Шестые Гродековские чтения. Актуальные проблемы исследования Российской цивилизации на Дальнем Востоке. межрегиональная научно-практическая конференция. Правительство Хабаровского края. Хабаровск, 2009. С. 24-28.
3. Старожилов В.Т. Региональные компоненты и факторы структуры и пространственной организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края). - Владивосток, 2007.
4. Старожилов В.Т. Ландшафтное картографирование территорий Приморского края // Известия Российской академии наук. Серия географическая. -2010. -№ 2. -С. 82-89.
5. Старожилов В.Т., Зонов Ю.Б. Ландшафтные предпосылки устойчивого развития территорий. / В сборнике: Природа без границ. Материалы I Международного экономического форума. Администрация Приморского края. 2006. С. 261-265.
6. Старожилов В.Т. Ландшафтное районирование Приморского края. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2010. № 3 (151). С. 107-112.
7. Старожилов В.Т. Эколого-ландшафтный подход к промышленным территориям юга Дальнего Востока // В сборнике: Современные геофизические и географические исследования на Дальнем Востоке России. материалы 9-й научной конференции, Владивосток: конференция приурочена к Всемирным дням воды и метеорологии, а также к 110-летию ДВГУ и 45-летию ГФФ. Дальневосточный государственный университет, Институт окружающей среды; под редакцией Н. В. Шестакова. Владивосток, 2010. С. 155-158.
8. Старожилов В.Т. Проблемы ресурсопользования, структура и пространственная организация ландшафтов приокеанских Дальневосточных территорий // В сборнике: Науки о Земле и отечественное образование: история и современность. материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАО А. В. Даринского. Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, факультет географии. 2007. С. 310-312.
9. Старожилов В. Т. Ландшафтные геосистемы Сахалинского звена Тихоокеанской России // В сборнике: Научная дискуссия: гуманитарные, естественные науки и технический прогресс. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 54-64.

**Ханбабаева О.Е., Сорокопудов В.Н., Мацнева А.Е.**

**Ассортимент декоративных культур для вертикального озеленения**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-72*

*idsp: ljjournal-02-2021-72*

#### **Аннотация**

В работе изучены вопросы подбора ассортимента декоративных культур для целей вертикального озеленения в городах и частных садах, для различных типов

посадки: контейнеры, подвесные корзины и кашпо, вертикальные фитомодули. Изучено 17 видов и рекомендовано 10 видов декоративных цветочных культур, которые оптимально подходят для целей озеленения, обладают высокой декоративностью, не продолжительны по срокам выращивания, способны к размножению различными способами, как семенному так и вегетативному, достаточно устойчивы к меняющимся факторам среды (недостаток или избыток влаги, повышение температуры, сильной ветровой нагрузке) при соблюдении описанной агротехники.

**Ключевые слова:** вертикальное озеленение, декоративные цветочные культуры, агротехника, способ размножения, сроки декоративности культур, продолжительность периода декоративности.

Сегодня очень актуальным стало вертикальное озеленение, как один из его вариантов, это контейнерное или модульное цветочное оформление. Причем композиции с декоративными цветочными культурами подойдут как для городских уличных условий, частных садов, так и для интерьеров и зимних садов. Это связано с новой волной моды на яркие однолетние и многолетние цветочные культуры. Они способны украсить как небольшой балкон, лоджию, веранду на даче, а также любой интерьер и зимний сад. Они придадут композиции не только ярких красок, но еще и аромат живых цветов.

В малых садах для подобных посадок подойдут любые контейнеры, можно использовать и старые вещи – тазик, керамику, старые вазоны, садовый инвентарь – лейку, садовую тележку, обувь, головные уборы и многое другое. Всё это может быть выполнено из современных материалов и стилизовано под старину.

Для городских условий существует огромный выбор готовых форм-модулей, керамики, зимостойкого современного пластика, кашпо и корзин из природных экологичных материалов. Для вертикальных композиций разработаны специальные конструкции, которые долговечны, экологичны и легки в сборке и обслуживании.

В классическом цветочном оформлении используется пластик, керамика, стекло, металл, дерево, кокосовое волокно, лоза. Самым оптимальным материалом для растений является пластик. Он не перегревается на солнце, не выгорает, не трескается от морозов. А современные виды пластика могут много лет зимовать на улице.

Для того чтобы украсить свой балкон, лоджию, террасу, веранду вам понадобится: пластиковый контейнер любой формы, металлические крепления для него, дренаж из керамзита мелкого или среднего, питательный грунт для садовых растений, 10-15 штук ярких однолетних цветочных культур или 5-7 штук комнатных горшечных растений, которые можно купить в любом садовом центре или взять свои из дома.

Высаживаемые растения должны быть привлекательными, цветущими, разросшимися. Желательно чтобы это были гибриды, а не сорта, так как они более ровные, и высокодекоративные, так как возможности собрать с них семена нет. В потомстве будет присутствовать сильное расщепление.

Для высадки растений применяют питательный грунт. Он должен быть лёгким, чистым от семян сорных растений и вредителей. Поэтому лучше применять готовый субстрат, промышленного производства. Для избежания переувлажнения от полива и чрезмерных осадков применяют дренажный слой на дно емкости толщиной не менее 10-15 см. В качестве дренажного материала целесообразно применять: керамзит, щебень, битую глиняную керамику без глазури, перлит, вермикулит.

Растения в кашпо и контейнерах нельзя высаживать слишком близко друг к другу, то есть переуплотнять. Иначе они вытянутся и потеряют декоративность и будут болеть, а также их придётся поливать чаще. Необходимо проводить еженедельный полив под корень, тёплой, отстоявшейся водой. Полив по листьям недопустим, он особенно вреден для цветущих растений. Для сокращения числа поливов в субстрат

добавляют до 1/3 влагоудерживающего геля. Обязательна обрезка отцветших соцветий и засохших листьев, это мероприятие продлевает цветение. Подкормка комплексным минеральным удобрением проводится 1 раз в месяц, особенно если в кашпо комнатные растения. Для сохранения понравившихся растений, в зимний период в качестве комнатных, перед тем, как занести эти растения в помещение, интерьер, необходимо провести 1-2 обработки от вредителей и болезней, предварительно растения нужно достаточно сильно обрезать.

Ассортимент наиболее распространенных культур для подвесных кашпо, корзин:

- Однолетние культуры: бегония, виола, маргаритка, алиссум, лобелия, львиный зев, сальвия, гелиотроп, вербена, космея, петуния, колеус, цинерария, газания, тагетес, настурция, диасция, немезия.
- Комнатные культуры: герань, плющ, фуксия, роза миниатюрная, фикус, пальма, каланхоэ, цитрусовые, мирт, лавр, кофе, ирезине, азалия, гортензия, гнафалиум, дихондра, традесканция, бакопа.

В нашей работе в условиях городского озеленения изучено 17 видов декоративных цветочных культур, относящихся к различным группам культур: однолетние, теплолюбивые многолетники, комнатные и оранжерейные культуры. Наиболее перспективные виды и сорта декоративных культур, применяемых для вертикального озеленения приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Ассортимент декоративных культур для вертикального озеленения, сроки выращивания, декоративность и способы размножения, 2020г*

Название	Сроки выращивания, недель	Сроки декоративности, дней	Способы получения посадочного материала
1. Алиссум	<b>6</b>	90	Семена
2. Антирринум	8	<b>160</b>	Семена, микрочеренки
3. Бегония	10	140	Семена, клубни, черенки
4. Вербена	8	140	Семена, микрочеренки
5. Виола	8	90	Семена
6. Гелиотроп	10	145	Семена, микрочеренки
7. Гнафалиум	<b>4</b>	<b>160</b>	Черенки
8. Диасция	<b>4</b>	90	Семена
9. Дихондра	<b>5</b>	<b>160</b>	Семена, черенки, микрочеренки
10. Колеус	<b>6</b>	145	Семена, черенки, микрочеренки
11. Лобелия	<b>6</b>	90	Семена
12. Немезия	<b>6</b>	90	Семена
13. Пеларгония	<b>4</b>	<b>160</b>	Семена, черенки, микрочеренки
14. Петуния	12	<b>160</b>	Семена, черенки, микрочеренки
15. Плющ	<b>6</b>	<b>160</b>	Черенки
16. Фуксия	10	120	Семена, черенки, микрочеренки
17. Хлорофитум	<b>3</b>	<b>160</b>	Черенки

В работе изучено 17 видов декоративных цветочных культур, 10 из которых рекомендованы и оптимально подходят для целей вертикального озеленения. В отобранные виды вошли культуры, которые имеют не продолжительный период выращивания – 3-6 недель (хлорофитум, плющ, пеларгония, немезия, лобелия, колеус, дихондра, диасция, гнафалиум, алиссум). В данную группу попали растения, которые относят к традиционным однолетникам (лобелия, диасция, немезия, алиссум, колеус), так и ампельные теплолюбивые многолетники (плющ, хлорофитум, дихондра).

По периоду декоративности, особо следует отметить виды с продолжительной декоративностью (160 дней): хлорофитум, плющ, петуния, пеларгония, дихондра, гнафалиум, антирринум). Виды с периодом декоративности 90 -145 дней, также с успехом можно применять для вертикального озеленения, так как даже 90 дней декоративного эффекта достаточно для средней полосы.

Для большинства изученных культур существует несколько способов получения посадочного материала. Это оптимизирует расходы на закупку посадочного материала, так как сохраненные маточные растения, становятся источниками нового посадочного материала. Кроме того, сроки и затраты на выращивание растений из черенков и микрочеренков, гораздо ниже, чем при выращивании рассады из семян.

\*\*\*

1. Аркадьева Н.В., Ханбабаева О.Е., Ханбабаев Р.К., Олейник С.С. Гарденотерапия, как способ самореализации и саморазвития для детей школьного возраста с ограниченными возможностями здоровья. Вестник ландшафтной архитектуры. 2019. № 17. С. 11-14.
2. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Частное цветоводство. Раздел проектирование и оформление каменистого сада / Москва, 2012.
3. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования. Москва, 2013. Том Часть 2
4. Иванова И.В., Ханбабаева О.Е. Частное цветоводство. Раздел «Проектирование и оформление водоемов» Учебное пособие / Москва, 2012.
5. Лобозова А.В., Ханбабаева О.Е. Изучение биологических особенностей и оценка декоративных качеств сортов хосты. Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии (см. в книгах). 2011. № 283-1. С. 762-766.
6. Ковалева И.С., Мацнева А.Е., Ханбабаева О.Е., Мазаева А.С. Введение в культуру *in vitro* семян флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) Международный научный журнал. 2017. № 3. С. 79-84.
7. Ковалева И.С., Мацнева А.Е., Ханбабаева О.Е., Мазаева А.С., Сорокопудов В.Н. Разработка оптимальных условий длительного депонирования коллекции оздоровленных клонов флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.) Вестник КрасГАУ. 2019. № 8 (149). С. 47-51.
8. Мазаева А.С., Ковалева И.С., Мацнева А.Е., Ханбабаева О.Е. Инициация стерильных культур флокса метельчатого (*Phlox paniculata* L.). В сборнике: ДОКЛАДЫ ТСХА. Материалы международной научной конференции. 2018. С. 24-27.
9. Сорокопудов В.Н., Березкина И.В., Пирогова К.И., Скакова А.Г., Токарев Д.А., Ханбабаева О.Е., Ханбабаев Р.К. Изучение влияния занятий «скандинавской ходьбой» в связи с разработкой озеленения и благоустройства специальных маршрутов в парках г. Москвы. Естественные и технические науки. 2019. № 7 (133). С. 62-68.
10. Ханбабаева О.Е. Мультимедийное учебное пособие «Размножение декоративных растений». Свидетельство о регистрации базы данных RU 2013620650. Заявка № 2013620364 от 17.04.2013.
11. Ханбабаева О.Е., Мацнева А.Е., Сорокопудов В.Н. Особенности клонального микроразмножения сортов клематиса (*Clematis* L.) Вестник КрасГАУ. 2020. № 2 (155). С. 46-52.
12. Ханбабаева О.Е., Иванова И.В., Тазина С.В. Цветоводство с основами ландшафтного дизайна. Москва, 2019.
13. Ханбабаев Р.К., Ханбабаева О.Е. Оценка физического и эмоционального состояния студентов аграрного вуза при прохождении лечебно-оздоровительных маршрутов различной сложности. В сборнике: Социальные и педагогические вопросы образования. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2020. С. 195-198.
14. Shlapakova S.N., Beriozkina I.V., Hanbabayeva O.E., Sorokopudov V.N., Lukashov Ye.S. SELECTION OF HERBACEOUS PLANT ASSORTMENT FOR PARK GROUND COVER USING PLANTS OF NATURAL PHYTOCOENOSIS. В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019). 2020. С. 00246.

## РАЗДЕЛ XVI. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Крылова Р.В., Климина Е.В., Захарова И.И.

### Применение каррагинанов в современной кулинарии

*Институт пищевых технологий и дизайна - филиал ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»  
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/lj-02-2021-73

idsp: ljjournal-02-2021-73

#### Аннотация

Каррагинаны являются уникальным и универсальным ингредиентом в современной кулинарии. Данная пищевая добавка может заменить многие добавки, которые обладают высоким содержанием жира или сахара, без потери вкусовых качеств. Каррагинаны, относящиеся к семейству гидроколлоидов, используются для загущения, стабилизации и желирования различных жидкостей. Их применение позволяет получать разнообразные блюда с необыкновенными свойствами и сочетаниями компонентов.

**Ключевые слова:** каррагинаны, предприятия питания, каппа, йота, лямбда, текстура, вкус блюда

#### Abstract

Carrageenans are a unique and versatile ingredient in modern cooking. This food supplement can replace many supplements that are high in fat or sugar, without losing flavor. Carrageenans, belonging to the family of hydrocolloids, are used for thickening, stabilizing and gelling various liquids. Their use allows you to get a variety of dishes with unusual properties and combinations of components.

**Keywords:** carrageenan, food companies, kappa, iota, lambda, texture, taste of the dish

Одним из направлений в современной кухне предприятий питания является работа с текстурами, которая позволяет усилить впечатление от блюда и удивлять гостей. К текстурам в современной кухне относятся компоненты, которые способны изменять внешний вид практически любого продукта. К текстурным компонентам относятся: агар-агар; альгинат или algin; кальцик или calcic; ксантан или xantana; лецитин или lecite; мальто или malto; желатин; тапиока или саго; каррагинаны (йота, каппа, лямбда).

Рассмотрим один из текстурных компонентов, позволяющих загущать, стабилизировать и желировать жидкости - каррагинаны. Их получают из нескольких видов красных водорослей класса Rhodophyceae. Существует большое количество каррагинанов, но только три из них используются в предприятиях питания. Для их обозначения используются греческие буквы: κ-Carrageenan (Каппа), ι-Carrageenan (Йотта), λ-Carrageenan (Лямбда). Буквы обозначают часть молекулы каррагинана, к которой присоединена сульфатная группа.

В продуктах питания каррагинан указывается как E407 или E407a. Данный компонент используют для изготовления продуктов из молока, мороженого, различных кондитерских изделий, замороженных десертов, для создания различных разновидностей вкусов и ароматов, в качестве альтернативы желатину. Далее рассмотрим свойства каррагинанов (табл.1).

Таблица 1

## Свойства каррагинанов

Признаки	Каппа	Йотга	Лямбда
Растворимость в горячей воде (80°C)	растворим	растворим	растворим
Растворимость в холодной воде (20°C)	натриевая соль растворима; соли калия и кальция ограничено набухают	натриевая соль растворима; соли кальция дает тиксотропные набухшие частицы	все соли растворимы
В 10% солевом растворе	не растворим	растворимы в горячем растворе	растворимы в горячем растворе
В 50% сахарном растворе	растворим в горячем растворе	не растворим	растворим
Эффект катионов	наиболее сильные гели с $K^+$	наиболее сильные гели с $Ca^{2+}$	не образует гели
Текстура геля	жесткие и хрупкие	мягкий и эластичный	-
Внешний вид геля	слегка мутные	прозрачные	-
Вкус	от мягких и хрупких (тофу) до твердых и хрупких (огуречных)	ощущение плавленого сыра	-
Синерезис	да	нет	-
Гистерезис	10-20°C	5-10°C	-
Стабильность в циклах замораживания и размораживания	нет	да	да

Как видно из таблицы 1, отличным загустителем и гелеобразующим агентом является йота-каррагинан.

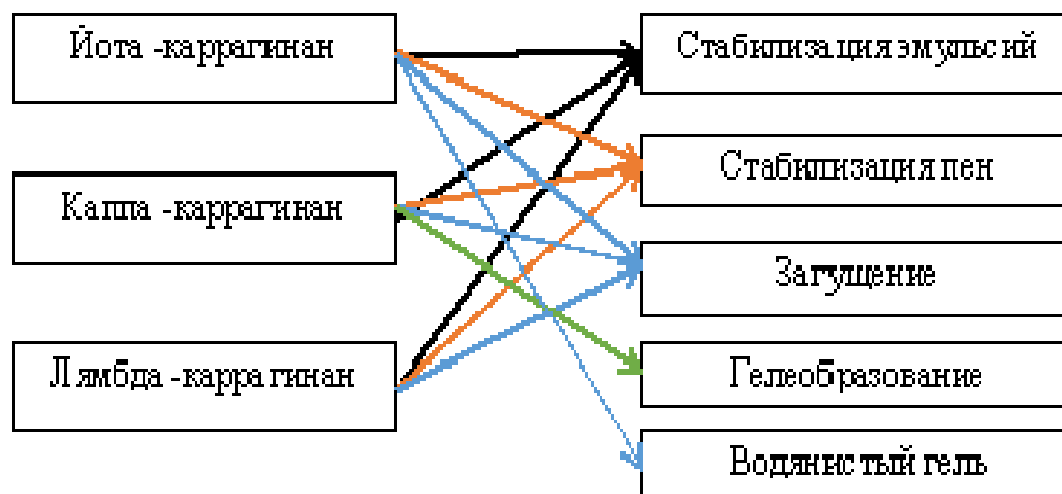


Рисунок 1 – Применение каррагинанов в предприятиях питания

Благодаря загустителям увеличиваются кулинарные возможности в современной кухне, может меняться вязкость жидкости без изменения вкуса блюда, молочные продукты превращаются в крема и пасты, соусы не растекаются и блестят не меняя текстуры. Применение лямбда-каррагинанов позволяет получать блюда разной степени вязкости (табл.2), а каппа и йота каррагинанов применяются для получения разных текстур геля (табл.3).

Таблица 2

Применение лямбда-каррагинанов для получения кулинарной продукции разной степени вязкости

	Пропорции	Применение	Технология
Загущение холодных жидкостей	λ-Carrageenan - 0,15% от веса жидкости + ксантановая камедь (E415) 0,1%	Бульоны, супы	гидратирование текстуры с применением блендера
	λ-Carrageenan - 0,25% от веса жидкости + ксантановая камедь (E415) 0,15%	Фруктовые (овощные) пюре, супы	гидратирование текстуры с применением блендера
Загущение горячих жидкостей	λ-Carrageenan – 0,1% от веса жидкости	Консоме, ароматизация молочных продуктов	гидратирование в в охлажденной жидкости с применением блендера
	λ-Carrageenan – 0,25% от веса жидкости	Бульоны, легкие супы	гидратирование в охлажденной жидкости с применением блендера
	λ-Carrageenan - 0,4% от веса жидкости + камедь рожкового дерева (E410) 0,2%	Сливочные соусы, велюте, супы	гидратирование, нагревание жидкости с вмешанными текстурами до 82 <sup>0</sup> С в течении 3-х минут
	λ-Carrageenan - 0,3% от веса жидкости + ксантановая камедь (E415) 0,7%	Пудинги, спреды, густые глазури	гидратирование в охлажденной жидкости с применением блендера

Таблица 3

Применение каппа и йота каррагинанов для получения разных текстур геля

Виды геля	Пропорции	Технология
Эластичный, нежный	κ-Carrageenan 0,1%+ ι-Carrageenan 0,1%	гидратирование в течении 3-х минут при 85 <sup>0</sup> С
Эластичный, мягкий	κ-Carrageenan 0,15%+ ι-Carrageenan 0,2%	гидратирование в течении 3-х минут при 85 <sup>0</sup> С
Эластичный, плотный	κ-Carrageenan 0,25%+ ι-Carrageenan 0,25%	гидратирование в течении 3-х минут при 85 <sup>0</sup> С
Хрупкий, очень плотный	κ-Carrageenan 0,2%+ камедь рожкового дерева (E410) 0,4%	гидратирование в течении 3-х минут при 85 <sup>0</sup> С

Грамотное использование каррагинанов позволяет приготовить кулинарную продукцию собственного производства такую как, крем-фреш, плавленый сыр с ярко-выраженным вкусом выдержанных сортов, глазировать паштеты тонкой вуалью из различных овощей и фруктов, производить манипуляции с текстурами, изменять вязкость жидкостей без изменения вкуса, изготавливать крема и пасты из молочных продуктов, создавать стабильные гели (желе, эмульсии), блюда-обманки и многое другое. Также, каррагинан - это альтернатива желатину, поэтому его можно использовать в вегетарианской кухне.

Таким образом, использование каррагинанов в предприятиях питания для приготовления, позволит расширить ассортимент, повысить технологические свойства кулинарной продукции, создавать богатые вкусы блюд даже с низким содержанием жира или яиц. Использование каррагинанов представляет несомненный интерес для приготовления блюд модернистской кухни в предприятиях питания.

\*\*\*

1. Аймесон А. (ред.-сост.). Пищевые загустители, стабилизаторы и гелеобразователи / Алан Аймесон (ред.-сост.). - Перев. с англ. д-ра хим. наук С. В. Макарова. — СПб.: ИД «Профессия», 2012. — 408 с. ISBN 978-5-904757-26-7.
2. М.Ю.Тамова, Е.В.Барашкина, Г.И.Касьянов. Физико-химические свойства каррагинана – пищевой добавки из красных водорослей // Известия вузов. Пищевая технология № 4, 2002, стр.18-19
3. <http://www.molecularrecipes.com/>

**Кравченко Н.В., Вакуленко Н.А.**

**Анализ пищевой и биологической ценности хлеба**

*ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени  
Михаила Туган-Барановского»  
(ДНР, Донецк)*

*doi: 10.18411/lj-02-2021-74*

*idsp: ljjournal-02-2021-74*

**Аннотация**

В статье представлены результаты исследования пищевой и биологической ценности ржаного хлеба и улучшенного ржано-пшеничного хлеба с использованием солода и специй. Показаны аминокислотный состав белка хлеба, результаты расчета аминокислотных скоров.

**Ключевые слова:** хлеб ржаной, хлеб ржано-пшеничный, аминокислотный состав, аминокислотный скор, солод, специи.

**Abstract**

The article presents the results of a study of the nutritional and biological value of rye bread and improved rye-wheat bread using malt and spices. The amino acid composition of bread protein and the results of calculating amino acid scores are shown.

**Keywords:** rye bread, rye-wheat bread, amino acid composition, amino acid score, malt, spices.

В питании человека хлеб играет особую роль. Хлеб содержит много жизненно необходимых пищевых веществ, таких как: белки, углеводы, жиры, витамины, минеральные соединения, пищевые волокна. При ежедневном потреблении хлеба человек может полностью удовлетворить потребность в пищевых волокнах, наполовину – в углеводах и витаминах группы В, солях железа и фосфора, и на треть – в белках и калориях.

Используя различные технологии, можно корректировать химический состав хлеба и хлебобулочных изделий, например, хлеб с пониженной кислотностью; с пониженным содержанием углеводов; бессолевой – для больных гипертонией и имеющих проблемы с почками, сердечнососудистой системой. Нами было решено провести исследования по усовершенствованию технологии приготовления хлеба с функциональными свойствами.

В качестве исследования взят ржаной хлеб, так как в нем содержатся незаменимые аминокислоты, клетчатка, макро- и микроэлементы. Белки ржаного хлеба значительно богаче лизином. Ржаной хлеб способствует скорейшему выведению из организма канцерогенов, он менее калориен, по сравнению с белым хлебом из пшеничной муки.

В технологии приготовления ржаного хлеба были использованы: пшеничная мука, ржаная мука, солод, вода, соль, сахар, дрожжи и вкусовые добавки. В качестве добавок использовались измельченные семена льна, кориандр и паприка в виде порошка.

Состав льняного семени обуславливает его ценность как диетического продукта. Семена льна богаты протеинами (альбумины и глобулины), жирами (41%), клейковиной и клетчаткой, калием, а также содержат витамины А, Е, F [1].

Кориандр богат витаминами Р, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, β-каротином, рутином. Пряность содержит растительные волокна, магний, железо, пектин, марганец и дубильными веществами, а также природный антибиотик додеценал, благодаря которому его рекомендуют употреблять для лечения различных воспалительных процессов в организме.

Кориандр оказывает на организм мочегонное, противогрибковое, противомикробное и желчегонное действие, его используют при простудах, аллергии, диабете, для нормализации работы сердечнососудистой, а также пищеварительной системы.

В паприке содержатся капсаицин, который придает ей остроту, красящие вещества - каротиноиды, эфирные масла, минеральные вещества, жиры, белки, сахара, витамин С. Красный перец возбуждает аппетит, улучшает моторику кишечника, усиливает работу поджелудочной железы. Биологически активные вещества в составе паприки благотворно влияют на кровеносную систему, снижая свертываемость крови и таким образом препятствуя образованию тромбов.

Технология приготовления улучшенного хлеба классическая, с заваркой солода и внесением специй и пряностей с мукой на этапе замеса теста [2].

Для того чтобы отразить полноту полезных свойств продукта, а именно: степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных нутриентах, энергии и органолептические достоинства, необходимо рассмотреть пищевую и биологическую ценность продукта. Для этого целесообразно провести расчет методом интегрального сора [3].

В таблице 1 представлены данные по содержанию незаменимых аминокислот в ржано-пшеничном хлебе с солодом и специями, контрольном образце и количество этой же аминокислоты в идеальном белке.

Таблица 1.

Содержание незаменимых аминокислот, (мг в 1 г белка)

Аминокислота	Ржано-пшеничный хлеб с солодом и специями	Ржаной хлеб (контроль)	Рекомендуемое ФАО/ВООЗ количество (в мг)
Валин	48,7	44,7	50
Изолейцин	42,3	37,6	40
Лейцин	55	68,2	70
Лизин	33,3	27,1	55
Метионин + цистин	33,3	36,5	35
Треонин	33,3	30,6	40
Триптофан	11,5	11,8	10
Фенилаланин + тирозин	74,3	72,9	60

Рассчитав отношение количества каждой незаменимой аминокислоты в исследуемом белке и количество этой же аминокислоты в белке с идеальным содержанием аминокислоты, мы получили результаты, согласно которым, лимитирующей аминокислотой в хлебе ржано-пшеничном с солодом и специями является лизин. Его аминокислотный скор равен 60,5%. В контрольном образце лимитирующей аминокислотой так же является лизин. Его аминокислотный скор равен 49,3%.

Для определения избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты, произведен расчет коэффициента различия аминокислотного сора:

Хлеб ржано-пшеничный с солодом и специями:

$$\Delta PAC = 275,4$$

$$K PAC = \frac{275,4}{8} = 34,4$$

$$BC = 100 - 34,4 = 65,6$$

Контрольный образец:

$$\Delta PAC = 365$$

$$K PAC = 365 / 8 = 44,5$$

$$БЦ = 100 - 44,5 = 55,5$$

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава имеет практическое значение, так как возможность утилизации аминокислот организмом predetermined минимальным скором одной из них и составляет для хлеба с солодом и специями  $U = 0.57$ , для контрольного образца  $U = 0.54$ .

Меньшая возможность утилизации незаменимых аминокислот в составе белка пищевого продукта организмами наблюдается тогда, когда их скоры максимальны или наиболее близки к максимальному.

Общее количество незаменимых аминокислот в белке оцениваемого продукта, которое из-за взаимонесбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, служит для оценки сбалансированности состава незаменимых аминокислот по показателю сопоставимой избыточности (г):

$$\sigma_n = 11,39$$

$$\sigma_c = 11,39 / 0,605 = 18,83 \text{ г}$$

Для контроля:

$$\sigma_n = 15,2$$

$$\sigma_c = 15,2 / 0,493 = 30,83 \text{ г}$$

Пищевые продукты характеризуются биологической эффективностью, являющейся показателем качества жировых компонентов продукта, отражением содержания в нем полиненасыщенных (незаменимых) жирных кислот. Сведения о биологической роли потребляемого с пищей жира свидетельствует о том, что наибольший эффект для организма достигается в том случае, когда наблюдается физиологически необходимое потребителю соотношение между насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами, которое для среднестатистического потребителя равно 0,3:0,6:0,1.

В улучшенном хлебе соотношение между НЖК, МНЖК, ПНЖК равен 0,14:0,19:0,67, в ржаном хлебе - 0,23:0,48:0,29, что в граммах на 100 грамм продукта равняется:

Таблица 2.

Содержание жирных кислот (г в 100 гр)

Жирные кислоты	Ржано-пшеничный хлеб с солодом и специями	Ржаной хлеб (контроль)
Насыщенные	0,86	0,63
Мононенасыщенные	1,26	1,31
Полиненасыщенные	4,37	0,8

При характеристике пищевой ценности многокомпонентных (комбинированных) продуктов особое внимание уделяется наличию в них углеводов.

Таблица 3.

Содержание углеводов (г в 100 гр)

Углеводы	Ржано-пшеничный хлеб с солодом и специями	Ржаной хлеб (контроль)
Всего	46,65	48,3
Из них:		
Пищевые волокна	9,41	5,8
Крахмал	28,59	32,2
Сахар	6,56	3,85

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что в улучшенном хлебе содержание пищевых волокон увеличилось на 62%, а содержание крахмала снизилось на 12%.

Витамины, микро- и макроэлементы являются необходимыми компонентами пищевых продуктов, и поступление их в организм — необходимое условие его нормального развития и функционирования. В наибольшем количестве в хлебе встречаются витамины: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Е, РР; такие макроэлементы как калий, натрий, кальций, магний, фосфор; микроэлементы: железо.

Таким образом, разработанный ржано-пшеничный хлеб с солодом и вкусовыми добавками, такими как семена льна и кориандра, а также молотой паприкой обладает высокой насыщаемостью организма человека, при низком показателе калорийности, по сравнению с другими видами хлеба.

Также, за счет специй увеличилось количество полиненасыщенных жирных кислот в 5 раз, по сравнению с контрольным образцом. И можно сделать вывод, что внесение добавок, таких как семена льна, кориандр и паприка, благоприятно будет влиять на пищеварительную систему человека, улучшать работу сердечнососудистой системы.

\*\*\*

1. Зубцов В.А. Льняное семя, его состав и свойства / В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева – «Российский химический журнал» (Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева) Том XLVI, №2, 2002 – 14-17 с.
2. ГОСТ 31807-2018 Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия.
3. Коршунова А.Ф. Научные основы конструирования продуктов питания.– Донецк: ДонНУЭТ, 2016 – 78 с.

## РАЗДЕЛ XVII. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Буянкин В.М.

Разработка электропривода для управления сложным объектом

МГТУ им. Н.Э. Баумана  
(ДНР, Москва)

doi: 10.18411/lj-02-2021-75

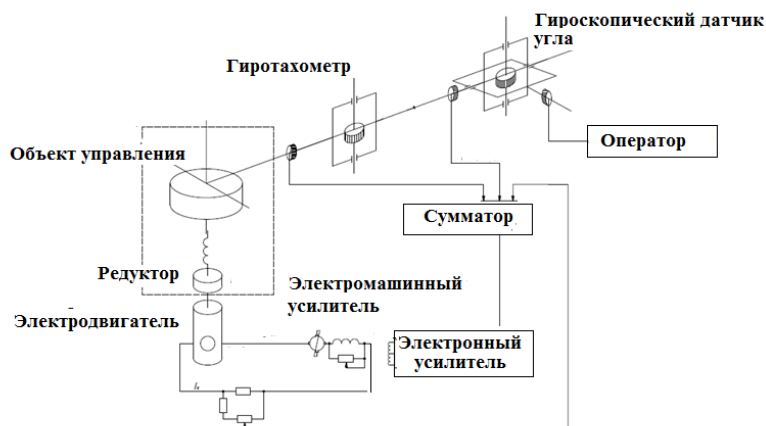
idsp: ljjournal-02-2021-75

**Аннотация**

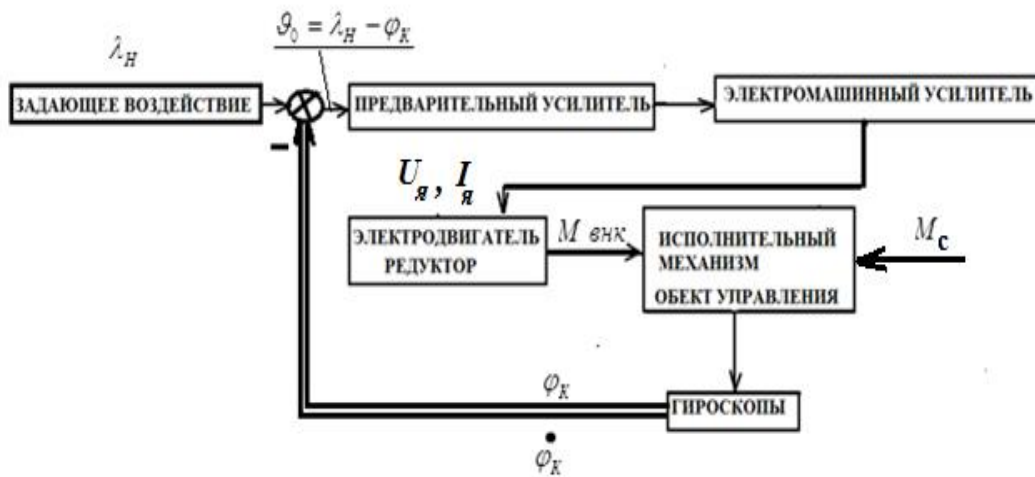
В статье описана разработка электропривода для управления сложным объектом как преобразователя электрической энергии в механическую, который используется в электротранспорте, станкостроении, робототехнике, в объектах вооружения специальной техники. Прделана работа по определению передаточных функций: гироскопических устройств, электронного усилителя, электромашинного усилителя, электродвигателя, объекта управления.

**Ключевые слова:** электропривод, управление, усилитель, гироскоп, электродвигатель.

На рис. 1 а, б представлены функциональная и структурная схема электропривода для управления сложным объектом.. Электропривод представляет собой замкнутую систему управления, назначение которого заключается в обеспечении стабилизации объекта управления в горизонтальной плоскости. Требуемое направление объекта задается воздействием с помощью специальной системы управления на гироскопический датчик угла. При колебаниях объекта управления возникает возмущающий момент  $M_{внк}$  под воздействием которого линия наведения отклоняется от заданного направления. Гироскоп - датчик угла, установленный на объекте сохраняет направление осей в пространстве и при колебаниях объекта непрерывно измеряет угловое рассогласования  $\vartheta$  между заданным направлением  $\lambda_H$  и его действительным  $\varphi_K$ . Рассогласование преобразуется в электрический сигнал, который усиливается усилителем и поступает на вход электродвигателя и исполнительного механизма. Электродвигатель создает стабилизирующий момент  $M_c$ , направленный против возмущающего момента  $M_{внк}$ . В результате этого происходит уменьшение угла рассогласования  $\vartheta_0$  и таким образом заданное направление линии наведения сохраняется неизменным и обеспечивается необходимая точность работы. Для требуемого качества регулирования в системе управления кроме основной обратной связи по углу, имеется обратная связь по угловой скорости объекта управления. Обратная связь по угловой скорости создается при помощи гиротахометра.



(a)



(б)

Рис.1. (а, б) Функциональная и структурная схема электропривода для управления сложным объектом

Разрабатываемый электропривод с объектом управления имеет следующие параметры:

1. Момент инерции объекта управления  $J = 2000 \text{ Кгр м}^2$
2. Внешний возмущающий момент  $M_{внк} = 100 \text{ Кгр м}$
3. Максимальная скорость в рабочем режиме  $\dot{\varphi}_k = 0.55 \text{ рад/с}$
4. Максимальное ускорение в рабочем режиме  $\ddot{\varphi}_k = 10 \text{ рад/с}^2$
5. Длительность рабочего цикла  $T_u = 60 \text{ мин}$
6. Время работы электропривода с постоянной скоростью  $t_1 = 10 \text{ мин}$
7. Число перебросок, реверсов  $n = 7$
8. Суммарная максимальная допустимая ошибка в рабочем режиме  $\xi_{\Sigma} = 0.4 \text{ рад}$
9. Время переходного процесса  $T = 1 \text{ с}$ .
10. Максимальное перегулирование  $\delta = 30\%$
11. Число перебегов, перегулирований  $\mu = 3$

Для теоретического исследования динамических характеристик необходимо описать работу всех блоков электропривода дифференциальными уравнениями и вывести общую передаточную функцию [1,2,3,4,5,6].

*Описание уравнениями работы гироскопического датчика угла*

Датчик угла в системе управления является трёхстепенной гироскоп (рис.2) которому предъявляются следующие требования:

- 1) Малые собственные ошибки (существенно меньше, чем ошибка всей системы в целом),
- 2) Линейность характеристик элементов в рабочем диапазоне
- 3) Малая инерционность,
- 4) Низкий уровень помех,
- 5) Небольшой собственный момент трения с целью максимального снижения нагрузки задающей оси,
- 6) Большой срок службы.

Дифференциальные уравнения трёхстепенного гироскопа:

$$\begin{cases} I_x \frac{dw_x}{dt} + f_x w_x = M_{x\Sigma} - H w_y \\ I_y \frac{dw_y}{dt} + f_y w_y = M_{y\Sigma} - H w_x \end{cases} \quad (1)$$

Так как у трёхстепенного гироскопа ускорения и моменты инерции рамок малы и не оказывают существенного влияния на характер переходных процессов, то в инженерной практике принято считать трёхстепенный гироскоп безынерционным элементом. Поэтому уравнения датчика угла мы можем записать в следующем виде:

$$U_{ДУ} = K_{ВТУ}(\varphi_3 - \varphi_К), \quad (2)$$

где:

$K_{ВТУ}$  – крутизна вращающего трансформатора, преобразующего угол  $\varphi_и$  в напряжение  $U_{ДУ}$

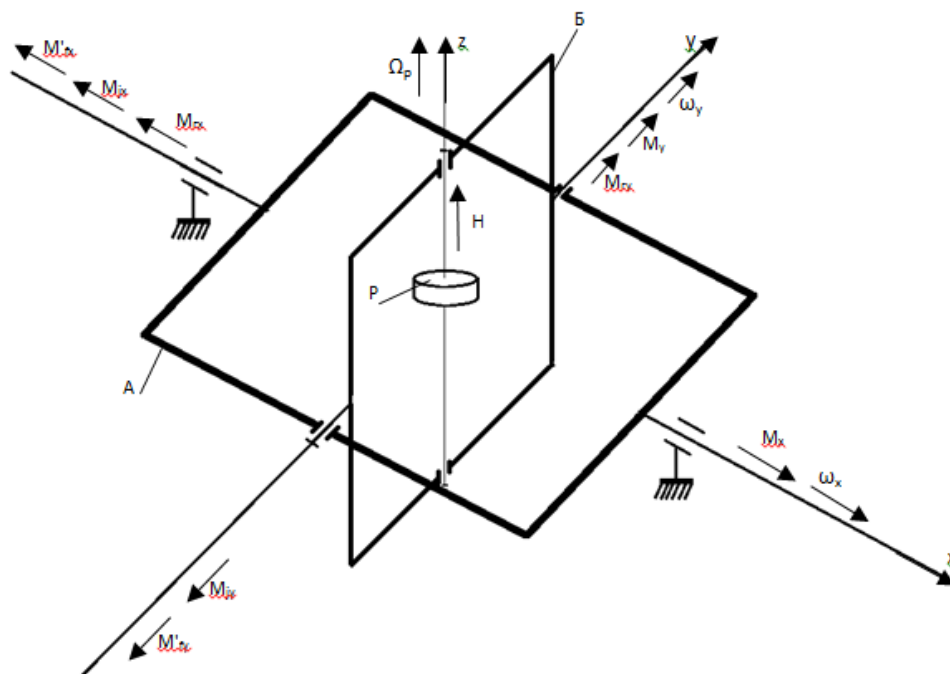


Рис. 2. Датчик угловой скорости

#### Описание уравнениями работы датчика угловой скорости

В данной системе датчиком угловой скорости  $\dot{\varphi}_К$  является двухстепенный гироскоп. При повороте основания участка угловой скорости вокруг оси x возникает гироскопический момент, действующий по оси y и равный

$$M_{гy}^{(x)} = I_x \Omega_p w_{ox} \cos \beta = H w_{ox} \cos \beta, \quad (3)$$

где:  $I_x$  – момент инерции гироскопа относительно оси x-x

$\Omega_p$  – угловая скорость ротора

$\dot{\varphi}_К$  – угловая скорость основания

$M_{пр}$  – противодействующий момент, пропорционален углу поворота

$$M_{пр} = l \eta_{пр} \sin \beta \approx c \beta, \quad (2)$$

где:

$l$  – плечо

$\eta_{пр}$  – жесткость пружин

$\sin \beta = \beta$  - для малых углов

$M_{jy} = I_y \frac{d^2 \beta}{dt^2}$  – инерционный момент рамки и ротора гироскопа относительно оси  $y$

$M_{fy} = f_y w_y$  – момент сил трения в опорах рамки

$f_y$  – коэффициент вязкого трения

$$M_{гy}^{(x)} = M_{jy} + M_{fy} + M_{пр} + M_D, \quad (4)$$

где:

$M_D = f_d w_y$  - момент демпфера

$$I_y \frac{d^2 \beta}{dt^2} + (f_d + f_y) \frac{d\beta}{dt} + c\beta = H\dot{\varphi}_k \quad (5)$$

Переходя к операторной форме:

$$(T_2^2 p^2 + T_1 p + 1)\beta = H_w p \varphi_k, \quad (6)$$

где:

$$W_{дус}(p) = \frac{HK_{вту}/c}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} = \frac{U_{дус}}{p \varphi_k} \quad (7)$$

$$T_1 = \frac{f_d + f_y}{c} = \frac{p}{c}$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{I_y}{c}}$$

$$K_w = \frac{H}{c}$$

Подставляя данные датчика угловой скорости в уравнение, получаем передаточную функцию в численном виде. Пренебрегая постоянной времени гироскопического датчика угловой скорости, данное уравнение можем записать в следующем виде:

$$U_{дус} = K_{дус} * p * \varphi_k, \quad (8)$$

где:

$M_D = f_d w_y$  - момент демпфера

$$I_y \frac{d^2 \beta}{dt^2} + (f_d + f_y) \frac{d\beta}{dt} + c\beta = H\dot{\varphi}_k \quad (9)$$

Переходя к операторной форме:

$$(T_2^2 p^2 + T_1 p + 1)\beta = H_w p \varphi_k, \quad (10)$$

где:

$$W_{дус}(p) = \frac{HK_{вту}/c}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} = \frac{U_{дус}}{p \varphi_k} \quad (11)$$

#### Описание уравнениями работы электронного усилителя

Мощность и крутизна измерительных и корректирующих устройств недостаточна для непосредственного управления ЭМУ, поэтому возникает необходимость в применении электронного усилителя. На усилитель возлагаются следующие требования:

1. Усиление сигналов по напряжению и по мощности,
2. Сложение сигналов ошибки и корректирующих связей,
3. Преобразование постоянного тока в переменный (модуляция) и (демодулированное выпрямление),
4. Автоматическая регулировка усиления в тех случаях, когда крутизна измерительного устройства по каким-либо причинам меняется,
5. Преобразование сигнала ошибки,

6. Усилитель должен обеспечивать необходимые коэффициенты усиления по напряжению и по мощности, линейный характер сложения сигналов и иметь зону нечувствительности не более допустимой, исходя из требования к точности работы системы управления электроприводом. Кроме того, усилитель должен быть малоинерционен и иметь по возможности низкий уровень собственных шумов. Выход усилителя выполняется на постоянном токе, поскольку обмотка возбуждения ЭМУ питается постоянным током. Считая электронный усилитель безынерционным, уравнение электронного усилителя можем записать в следующем виде:

$$U_y = K_{эу}(U_1 + U_2 + U_3), \quad (12)$$

где:

$M_D = f_d w_y$  - момент демпфера

$$I_y \frac{d^2 \beta}{dt^2} + (f_d + f_y) \frac{d\beta}{dt} + c\beta = H\phi_k \quad (13)$$

Переходя к операторной форме:

$$(T_2^2 p^2 + T_1 p + 1)\beta = H_w p \phi_k \quad (14)$$

где:

$$W_{дус}(p) = \frac{HK_{вту}/c}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1} = \frac{U_{дус}}{p \phi_k} \quad (15)$$

где:

$K_{эу}$  – коэффициент усиления электронного усилителя по напряжению

$U_1$  – напряжение датчика угла,

$U_2$  – напряжение датчика угловой скорости,

$U_3$  - напряжение, пропорциональное угловому ускорению вала двигателя.

На рис.3 представлена схема электронного усилителя.

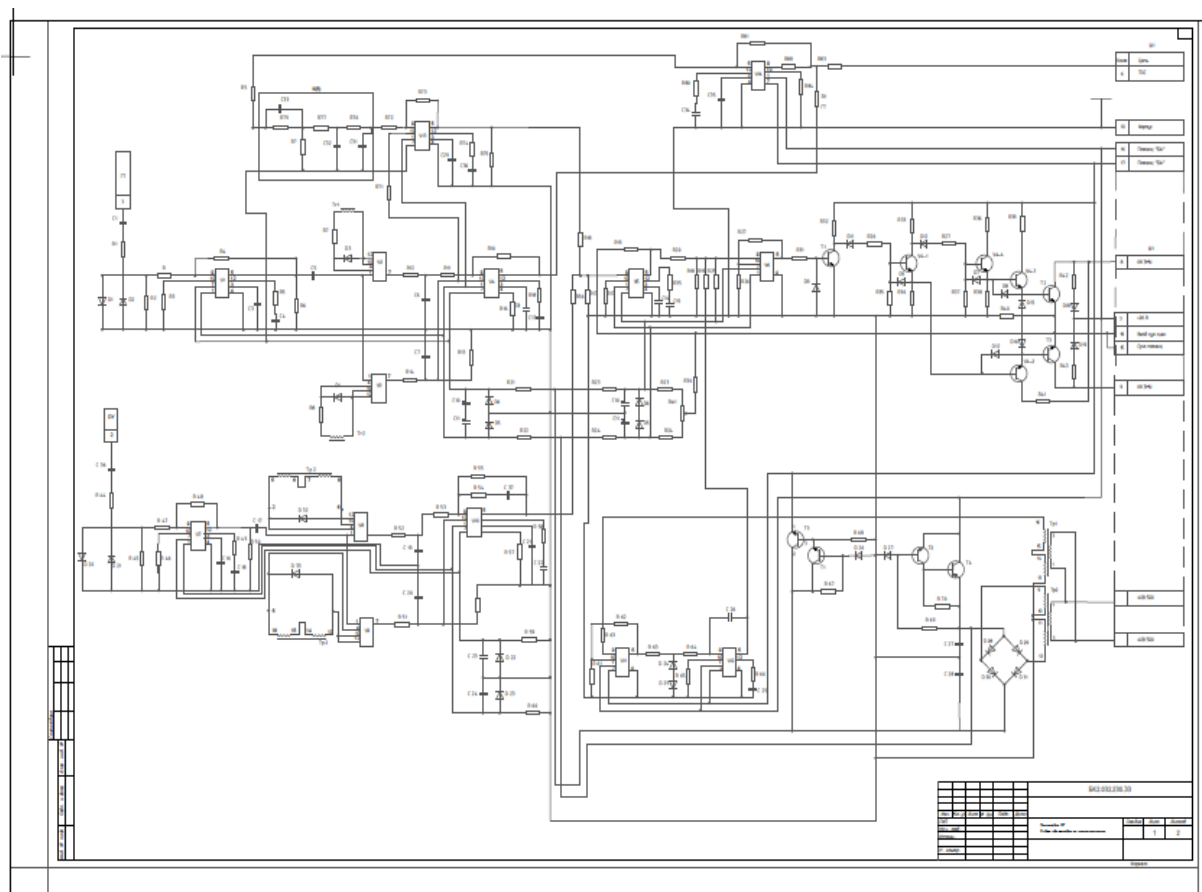


Рис. 3. Схема электронного усилителя

*Описание уравнениями работы электромашиного усилителя с поперечным возбуждением*

Электромашиный усилитель (ЭМУ) с поперечным возбуждением представляет собой специальный генератор постоянного тока, отличающийся большим коэффициентом усиления по мощности.

Для ЭМУ справедливы следующие уравнения при холостом ходе:

Для контура обмотки управления

$$U_y(s) = I_y(s) * R_y + L_y(s) * I_y(s), \quad (16)$$

Для контура поперечной цепи

$$E_n(s) = c_n * I_y(s) = I_n(s) * R_n + L_n(s) * I_n(s), \quad (17)$$

Для контура продольной цепи

$$E_{a.x}(s) = c_a * I_n(s), \quad (18)$$

где

$U_y, I_y, R_y, L_y$  – соответственно напряжение, ток, сопротивление и индуктивность обмотки управления;

$E_n, I_n, R_n, L_n$  – соответственно напряжение, ток, сопротивление и индуктивность поперечной цепи,

$c_n, c_a$  – коэффициенты пропорциональности.

Совместное решение этих трех уравнений дает:

$$U_y(s)\mu_i = E_{a.x}(s)(1 + \tau_y s)(1 + \tau_n s), \quad (19)$$

где

$$\tau_y = \frac{L_y}{R_y}; \quad \tau_n = \frac{L_n}{R_n}$$

$$\mu_i = \frac{c_n c_a}{R_y R_n} = \mu_1 \mu_2; \quad \mu_1 = \frac{E_n}{U_y}; \quad \mu_2 = \frac{E_{a.x}}{E_n}$$

В действительности процесс нарастания ЭДС, при подаче на обмотку управления ступенчатого напряжения (при нулевых условиях), отличается от монотонного процесса, соответствующего уравнению. Время нарастания ЭДС до установившегося значения, полученного из опыта, меньше, чем получены из уравнения, и переходный процесс имеет не апериодический, а колебательный характер.

Опыт показывает также, что фактический коэффициент усиления по напряжению в 3-5 раз меньше коэффициента  $\mu_i$ , полученного из уравнения. Это объясняется тем, что в ЭМУ действуют размагничивающие потоки, влиянием которых в обычных генераторах постоянного тока можно пренебречь.

Размагничивающие действия вызывают следующие факторы:

1. Вихревые токи в раquete якоря от поперечного потока,
2. Инерции в раquete якоря от поперечного потока,
3. Токи замедленной коммутации поперечных щеток,
4. Сдвиг поперечных щеток с нейтрального положения в сторону направления вращения якоря.

При учете этих факторов получено следующее уравнение, отражающее действительный процесс в ЭМУ при холостом ходе:

$$\mu_i [U_y(s) - K' E_{a.x}(s)] = E_{a.x}(s)(1 + \tau_y^* s)(1 + \tau_y^* s) \quad (20)$$

или

$$U_y(s)\mu_{xx} = E_{a.x}(s)(1 + a_1 s + a_2 s^2) \quad (21)$$

Здесь

$$\mu_{xx} = \frac{\mu_i}{1 + K'\mu}$$

При работе ЭМУ на нагрузку получим следующее уравнение:

$$U_y(s)\mu_{xx} = E_{a.x}(s)(1 + a_1s + a_2s^2) + I_{я}(s)(R_{\phi} + L_{\phi}s) \quad (22)$$

#### Описание уравнениями работы электродвигателя

В проектируемом электроприводе в качестве исполнительного устройства применяется электродвигатель постоянного тока.

Уравнение двигателя постоянного тока производится путем изменения напряжения  $U_{я}$ , приложенного к цепи якоря, при неизменном потоке возбуждения.

Для определения динамических характеристик электродвигателя составляется уравнение:

$$E_a(t) = I_{я}(t)R_y + \frac{dI_{я}(t)}{dt}L_y + K_{\Omega} \frac{d\beta(t)}{dt} \quad (23)$$

$$K_M I_{я}(t) = J_d \frac{d^2(\beta(t))}{dt^2} + K_3 \frac{d\beta(t)}{dt} + \mu_{\beta}(t) \quad (24)$$

Уравнение объекта управления

$$I_k \frac{d^2\varphi_K(t)}{dt^2} = \mu'_{\beta}(t) + K_u \frac{d\varphi_K(t)}{dt} - M_{вн} \quad (25)$$

$M_{вн} = \text{const}$  – внешний возмущающий момент

Таким образом, дифференциальные уравнения, описывающие динамику системы управления электроприводом следующие:

1. Уравнение гироскопического датчика угла

$$u_1(t) = k_1[\alpha_H(t) - \varphi_K(t)], \quad (26)$$

2. Уравнение гироскопического датчика угловой скорости

$$u_2(t) = -K_4 \frac{d\varphi_K(t)}{dt}, \quad (27)$$

3. Уравнение обратной связи по ускорению выходного вала исполнительного двигателя

$$u_3(t) = -K_5 p^2 \beta, \quad (28)$$

4. Уравнение электронного усилителя

$$u_y(t) = K_{эу}(u_1(t) + u_2(t) + u_3(t)), \quad (29)$$

5. Уравнение электромагнитного усилителя

$$\mu_{xx} u_y(t) = \frac{d^2 E_a(t)}{dt^2} a_2 + \frac{dE_a(t)}{dt} a_1 + E_a(t) + I_{я}(t)R_{\phi} + \frac{dI_{я}(t)}{dt} L_{\phi}, \quad (30)$$

6. Уравнение исполнительного двигателя

$$E_a(t) = I_{я}(t)R_y + \frac{dI_{я}(t)}{dt}L_y + K_{\Omega} \frac{d\beta(t)}{dt} \quad (31)$$

$$K_M I_{я}(t) = J_d \frac{d^2\beta(t)}{dt^2} + K_3 \frac{d\beta(t)}{dt} + M_{\beta}(t) \quad (32)$$

$$M_{\beta}(t) = c[\beta(t) - i\varphi_K(t)] \quad (33)$$

7. Уравнение редуктора и объекта управления

$$\mu'_{\beta}(t) = iM_{\beta}(t) \quad (34)$$

$$\varphi_K(t) = \frac{\beta(t)}{i} \quad (35)$$

$$J_K \frac{d^2\varphi_K(t)}{dt^2} = M'_{\beta}(t) - K_4 \frac{d\varphi_K(t)}{dt} \pm M_{вн} \quad (36)$$

Применяя к уравнениям преобразования Лапласа, и считая начальные условия всех перечисленных систем нулевыми, получим систему уравнений в операторной форме:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_1(p) = K_1[\alpha_H(p) - \varphi_K(p)] \\ u_2(p) = K_2 P \varphi_K(p) \\ u_3(p) = K_3 P^2 \beta \\ u_y(p) = K_{3y}[u_1(p) + u_2(p) + u_3(p)] \\ M_{xx} u_y(p) = E_a(p)[a_2 P^2 + a_1 P + 1] + I_\pi(p)[R_\phi + P_\phi^2] \\ E_a(p) = I_\pi(p)[R_y + P_y^2] + K_\Omega \beta(p) \\ K_M I_\pi(p) = J_d p^2 \beta(p) + K_3 P \beta(p) + M_\beta(p) \\ M_\beta(p) = c[\beta(p) - i \varphi_K(p)] \\ M'_\beta(p) = i M_\beta(p) \\ \varphi_K(p) = \frac{\beta(p)}{i} \\ J_K P^2 \varphi_K(p) = M'_\beta(p) - K_4 P \varphi_K(p) + M_{\text{вых}}(p) \\ I_\pi a_{11} + a_{12} \beta + a_{13} \varphi_n = a_{14} \alpha_H \\ I_\pi a_{21} - a_{22} \beta + a_{23} \varphi_n = 0 \\ 0 - a_{32} \beta + a_{33} \varphi_n = M_{\text{вн}} \end{array} \right.$$

где:

$$a_{11} = \left[ \frac{(\tau_y p + 1) R_y (1 + a_1 P + a_2 P^2) + (1 + \tau_y P) R_\phi}{1 + a_1 P + a_2 P^2} \right]$$

$$a_{22} = (J_d p^2 + K_3 p + c)$$

$$a_{12} = \left[ \frac{K_5 K_{3y} M_{xx} P^2 + K_\Omega (a_2 P^2 + a_1 P + 1)}{1 + a_1 P + a_2 P^2} \right]$$

$$a_{23} = ci = a_{32}$$

$$a_{13} = \left[ \frac{K_{3y} M_{xx} K_{\text{вту}} + K_4 K_{3y} M_{xx} P}{1 + a_1 P + a_2 P^2} \right]$$

$$a_{33} = (J_{\text{кр}}^2 + K_y + i^2 e)$$

$$a_{14} = \frac{K_{3y} M_{xx} K_{\text{вту}}}{1 + a_1 P + a_2 P^2}$$

$$a_{21} = K_M$$

$$A(p) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & -a_{22} & a_{23} \\ 0 & -a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = -a_{11} a_{22} a_{33} - a_{21} a_{32} a_{13} + a_{11} a_{32} a_{23} - a_{21} a_{12} a_{33}$$

$$\varphi_K = \frac{1}{A(p)} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{11} \alpha_H \\ a_{21} & -a_{22} & 0 \\ 0 & -a_{32} & M_{\text{вн}} \end{vmatrix} = \frac{-a_{11} a_{22} M_{\text{вн}} - a_{21} a_{32} a_{14} \alpha_H - a_{21} a_{12} M_{\text{вн}}}{A(p)}$$

$$\varphi_K A(p) = -(a_{11} a_{22} + a_{21} a_{12}) M_{\text{вн}} - a_{21} a_{32} a_{14} \alpha_H$$

$$\varphi_K A(p) = -B(p) \alpha_H - D(p) M_{\text{вн}}$$

$$B(p) = a_{21} a_{32} a_{14}$$

$$D(p) = a_{11} a_{22} + a_{21} a_{12}$$

$$\frac{\varphi_K(p)}{\alpha_H} = \frac{B(p)}{A(p)}$$

При  $\alpha_H = 0$ :

$$\frac{\varphi_K(p)}{M_{\text{вн}}(p)} = \frac{D(p)}{A(p)}$$

$$A(p) = A(p) = c_0^\Sigma p^7 + c_1^\Sigma p^6 + c_2^\Sigma p^5 + c_3^\Sigma p^4 + c_4^\Sigma p^3 + c_5^\Sigma p^2 + c_6^\Sigma p + c_7^\Sigma$$

где:

$$c_0^\Sigma = -\tau_y R_y a_2 J_d J_k = -2,8 * 10^{-5}$$

$$c_1^\Sigma = -a_1 \tau_y R_y J_d J_k - a_2 \tau_y R_y J_d K_4 - a_2 \tau_y R_y J_k K_3 - a_2 R_y J_d J_k = 2,3 * 10^{-3}$$

$$c_2^\Sigma = -\tau_y R_y J_d J_k - \tau_y R_y a_1 J_d K_4 - \tau_y R_y a_1 K_3 J_k - \tau_y R_y a_2 J_d i^2 c - a_2 \tau_y R_y K_3 K_4 - a_2 \tau_y R_y J_k K_3 - a_2 \tau_y R_y J_k c - a_1 R_y J_k J_d - a_2 R_y J_d K_4 - R_y a_2 J_k K_3 - M_\phi \tau_\phi J_d K_4 + K_M K_\Omega a_2 J_k = -9,5 * 10^{-1}$$

$$c_3^\Sigma = -\tau_y R_y J_d K_4 - \tau_y R_y J_k K_3 - a_1 \tau_y R_y J_d i^2 c - a_1 \tau_y R_y K_3 K_4 - a_1 \tau_y R_y J_k c - a_2 \tau_y R_y K_3 i^2 c - R_y J_k J_d - a_1 R_y J_d K_4 - a_1 R_y J_k K_3 - R_y a_2 J_d i^2 c - a_2 R_y K_3 K_4 - a_2 R_y \tau_k c - R_\phi J_d J_k - R_\phi \tau_\phi J_d K_4 - R_\phi \tau_\phi J_k K_3 + K_M K_5 K_{3y} M_{xx} J_k + K_M K_\Omega a_1 J_k + K_M K_\Omega a_2 K_4 = -14,5$$

$$c_4^\Sigma = -\tau_y R_y K_3 K_4 - \tau_y R_y J_k c - \tau_y R_y J_d i^2 c - a_1 \tau_y R_y K_3 i^2 c - a_1 \tau_y R_y K_4 c - a_2 \tau_y R_y i^2 c^2 - R_y J_d K_4 - R_y J_k K_3 - a_1 R_y J_d i^2 c - R_y a_1 J_d i^2 c - a_1 R_y K_3 K_4 - a_1 R_y J_k c - R_y - R_y a_2 K_3 i^2 c - R_y a_2 K_4 c - R_\phi J_d K_4 - R_\phi J_k K_3 - R_\phi \tau_\phi J_d i^2 c - R_\phi \tau_\phi K_3 K_4 - R_\phi \tau_\phi J_k c + a_2 \tau_y R_y i^2 c^2 + K_M K_5 K_{3y} M_{xx} K_4 + K_M K_\Omega J_k + K_M K_\Omega a_1 K_4 + K_M K_\Omega a_2 i^2 c = 2,25 * 10^3$$

$$c_5^\Sigma = -\tau_y R_y K_3 i^2 c - \tau_y R_y K_4 c - a_1 \tau_y R_y i^2 c^2 - R_y J_d i^2 c - R_y K_3 K_4 - R_y J_k c - R_y a_1 K_3 i^2 c - R_y a_1 K_4 c - R_y a_2 i^2 c^2 - R_\phi J_d i^2 c - R_\phi K_3 K_4 - R_\phi J_k c - R_\phi \tau_\phi K_3 i^2 c - R_\phi \tau_\phi K_4 c + a_1 \tau_y R_y i^2 c^2 + R_y a_2 i^2 c^2 + K_M K_5 K_{3y} M_{xx} i^2 c + R_\phi \tau_\phi J_d i^2 c - R_\phi \tau_\phi K_3 K_4 - R_\phi \tau_\phi J_k c + a_2 \tau_y R_y i^2 c^2 + K_M K_5 K_{3y} M_{xx} K_4 + K_M K_\Omega K_4 + K_M K_\Omega a_1 i^2 c = -2,4 * 10^4$$

$$c_6^\Sigma = -\tau_y R_y i^2 c^2 - R_y K_3 i^2 c - R_y K_4 c - a_1 R_y i^2 c^2 - R_\phi K_3 i^2 c - R_\phi K_4 c - R_\phi \tau_\phi i^2 c^2 - K_M K_4 K_{3y} M_{xx} i c + \tau_y R_y i^2 c^2 + a_1 R_y i^2 c^2 + R_\phi \tau_\phi K_M K_\Omega i^2 c^2 = 4 * 10^5$$

$$c_7^\Sigma = -K_M K_8 K_{3y} M_{xx} i c = 5,6 * 10^6$$

$$\Phi(p) = \frac{\varphi_k(p)}{\alpha_n(p)} = \frac{B(p)}{c_0^\Sigma p^7 + c_1^\Sigma p^6 + c_2^\Sigma p^5 + c_3^\Sigma p^4 + c_4^\Sigma p^3 + c_5^\Sigma p^2 + c_6^\Sigma p + c_7^\Sigma}$$

$$\Phi(p) = \frac{\varphi_k(p)}{\alpha_n(p)}$$

$$5,6 * 10^6$$

$$= \frac{5,6 * 10^6}{2,8 * 10^{-5} p^7 + 2,3 * 10^{-3} p^6 + 9,5 * 10^{-1} p^5 + 1,45 p^4 + 2,25 * 10^3 p^3 + 2,4 * 10^4 p^2 - 4,5 * 10^5 p + 5,6 * 10^6}$$

$$\Phi(p) = \frac{\varphi_k(p)}{\alpha_n(p)} = \frac{5,6 * 10^6}{p(2,8 * 10^{-5} p^6 + 2,3 * 10^{-3} p^5 + 9,5 * 10^{-1} p^4 + 1,45 p^3 + 2,25 * 10^3 p^2 + 2,4 * 10^4 p - 4,5 * 10^5)}$$

$$D(p) = R_0 p^5 + R_1 p^4 + R_2 p^3 + R_3 p^2 + R_4 p + R_5$$

$$R_0 = a_2 \tau_y R_y J_d = 2 * 10^{-8}$$

$$R_1 = a_2 \tau_y R_y J_d + a_2 \tau_y R_y K_3 + a_2 R_y J_d = 1,1 * 10^{-6}$$

$$R_2 = \tau_y R_y J_d + a_1 \tau_y R_y K_3 + a_2 \tau_y R_y c + a_1 R_y J_d + a_2 R_y K_3 + R_\phi \tau_\phi J_d + K_M K_\Omega a_2 = 4,5 * 10^{-2}$$

$$R_3 = \tau_y R_y K_3 + a_1 \tau_y R_y c + R_y J_d + a_1 R_y K_3 + a_2 R_y c + R_\phi J_d + R_\phi \tau_\phi K_3 + K_M K_\Omega a_1 + K_M K_5 K_{3y} M_{xx} = 1,2 * 10^{-2}$$

$$R_4 = \tau_y R_y c + R_y K_3 + c R_y a_1 + R_\phi K_3 + R_\phi \tau_\phi c + K_M K_\Omega = 1$$

$$R_5 = R_y + R_\phi c = 7,28$$

$$B(p) = K_M i c K_{3y} M_{xx} K_{BTy} = 5,6 * 10^6$$

$$\Phi_{MBH}(p) = \frac{\varphi_k(p)}{M_{BH}(p)}$$

$$2 * 10^{-8} p^5 + 1,1 * 10^{-6} p^4 + 4,5 * 10^{-2} p^3 + 1,2 * 10^{-2} p^2 + p + 7,28$$

$$= \frac{2 * 10^{-8} p^5 + 1,1 * 10^{-6} p^4 + 4,5 * 10^{-2} p^3 + 1,2 * 10^{-2} p^2 + p + 7,28}{2,8 * 10^{-5} p^7 + 2,3 * 10^{-3} p^6 + 9,5 * 10^{-1} p^5 + 1,45 p^4 + 2,25 * 10^3 p^3 + 2,4 * 10^4 p^2 - 4,5 * 10^5 p + 5,6 * 10^6}$$

$$\Phi_{MBH}(p) = \frac{\varphi_k(p)}{M_{BH}(p)} = \frac{R_0 p^5 + R_1 p^4 + R_2 p^3 + R_3 p^2 + R_4 p + R_5}{c_0^\Sigma p^7 + c_1^\Sigma p^6 + c_2^\Sigma p^5 + c_3^\Sigma p^4 + c_4^\Sigma p^3 + c_5^\Sigma p^2 + c_6^\Sigma p + c_7^\Sigma}$$

(37)

Рассматривая полиномы  $\Phi_{\text{МВН}}(p)$ , нетрудно заметить, что порядок астатизма системы относительно возмущающего воздействия на единицу ниже, чем порядок астатизма системы относительно управляющего воздействия  $W(p)$ . Относительно управляющего воздействия  $\alpha_n$ , рассматриваемая система имеет астатизм первого порядка, тогда как относительно возмущающего воздействия (момента нагрузки  $M_{\text{внк}}$ ) система имеет нулевой порядок астатизма, т.е. является статичной. В связи с этим рассматриваемая система будет обладать постоянной ошибкой уже при постоянном моменте нагрузки.

#### **Заключение**

В статье Буянкина В.М. "Разработка электропривода для управления сложным объектом" проделанная работа по определению передаточных функций: гироскопических устройств, электронного усилителя, электромашинного усилителя, электродвигателя, объекта управления. Прделанная работа позволяет проводить исследования динамики электропривода, рассчитывать последовательные и параллельные корректирующие устройства для улучшения качества работы электропривода.

\*\*\*

1. Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963, 272 с.
  2. Блейз Е.С. и др. Динамика электромашинных следящих систем. М.: Энергия. 1967. 272 с.
  3. Глазенко Т.А. Полупроводниковые преобразователи в электроприводах постоянного тока. Л.: Энергия, 1973, 304 с.
  4. Проектирование следящих систем с помощью ЭВМ /Под ред. Медведева В.С. М.: Машиностроение, 1979, 159 с.
  5. Иванов В.А., Медведев В.С., Чемоданов Б.К., Ющенко А.С.. Математические основы теории автоматического регулирования: в 2-х томах /Иванов В.А., В.С. Медведев, Б.К. Чемоданов, А.С. Ющенко. - М.: Высшая школа, 1977, Т.1. - 518 с.
  6. Следящие приводы./Под ред. Чемоданова В.К. М.: Энергия, 1976, 285 с.
-









Научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**  
**№70, 02.2021**

Февраль 2021 г.  
Часть 2

Подписано в печать .24.02.2021 Тираж 400 экз.  
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.5,52  
Бумага офсетная. Печать оперативная.  
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович