

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2019**

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
(Мурманск, 15 ноября 2019 г.)

[Текстовое электронное издание](#)

Мурманск  
Издательство МГТУ  
2020

УДК 001(063)

ББК 95+72+74.484я431

Н 34

*Редакционная коллегия:*

Л. С. Баева, канд. техн. наук, доцент

М. В. Васёха, техн. наук, доцент

Ж. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент

Е. В. Макаревич, канд. биол. наук, доцент

**Н 34 Наука и образование – 2019** [Электронный ресурс] : материалы все-рос. науч.-практ. конф., Мурманск, 15 ноября 2019 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Электрон. текст. дан. (9,3 Mb). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2020. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium II 128 MbRAM ; Windows 9X–10 ; свободное место на HDD 131 Mb ; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше.

ISBN 978-5-907368-10-1

В сборнике опубликованы доклады участников всероссийской научно-практической конференции "Наука и образование – 2019", которая состоялась 15 ноября 2019 г. в Мурманском государственном техническом университете.

Издание предназначено для научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, специалистов, ведущих научные исследования по направлениям работы конференции.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

PC не ниже класса PentiumII 128 MbRAM;

свободное место на HDD 131 Mb;

привод для компакт дисков CD-ROM 2x и выше.

© Мурманский государственный  
технический университет, 2020

Текстовое электронное издание

Научное издание

Минимальные системные требования:  
PC не ниже класса PentiumII 128 MbRAM;  
свободное место на HDD 131 Mb;  
привод для компакт дисков CD-ROM 2x и выше.

Наука и образование – 2019  
Материалы всероссийской научно-практической конференции

Редакционная коллегия:

Л. С. Баева, канд. техн. наук, доцент  
М. В. Васёха, д-р техн. наук, доцент  
Ж. В. Васильева, канд. техн. наук, доцент  
Е. В. Макаревич, канд. биол. наук, доцент

Подписано к использованию 27.12.2019

Объём издания 9,3 Мб

Тираж 30 экз.

ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет"  
183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.  
Телефон (8152) 40-33-56  
Факс (8152) 40-35-56  
E-mail: office@mstu.edu.ru  
<http://www.mstu.edu.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ СЕЙФА .....	10
<i>Власов А. Б., Пышко Е. Ю.</i>	
СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ: ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ .....	13
<i>Жук А. А.</i>	
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УДАЛЕННОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ "ОВЕН" .....	19
<i>Кайченев А. В., Маслов А. А., Яценко В. В., Селяков И. Ю., Борщев Г. И., Кайченева А. И.</i>	
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ ПРОДУКТОВ .....	23
<i>Картавых А. Э., Дзядзин А. А., Похольченко В. А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОЦЕССОВ МЕТОДАМИ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ .....	27
<i>Прохоренков А. М.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ И НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ .....	34
<i>Столянов А. В., Жук А. А.</i>	

### БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ТЕПЛОВИЗОРА ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО МОРЕПЛАВАНИЯ И СПАСАНИЯ ЛЮДЕЙ НА МОРЕ .....	39
<i>Власов А. Б., Був С. А.</i>	
ГАРАНТИРОВАННЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДОВЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ .....	46
<i>Матонин А. В., Пеньковская К. В., Меньшиков В. И.</i>	
ПРОЦЕСС АКТУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯМИ СУДОВЫХ ОПЕРАЦИЙ .....	52
<i>Пеньковский Д. В., Анисимов А. И., Меньшиков В. И.</i>	

## **ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ИНОЯЗЫЧНОМУ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБЩЕНИЮ НА ОСНОВЕ ТЕКСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ .....	58
<i>Глухих Я. А.</i>	
ТЕНДЕНЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	64
<i>Дьяченко И. И.</i>	
ПАРНАЯ РАБОТА КАК СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ .....	67
<i>Зыкова В. Н.</i>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ НАД ПЕРЕСКАЗОМ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	71
<i>Мишинева А. К.</i>	

## **МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА**

АНАЛИЗ ВСТРЕЧАЕМОСТИ ХОЛЕРНОГО ВИБРИОНА NON O1/NON O139 В ВОДОЕМАХ КОЛЬСКОГО РАЙОНА И Г. МУРМАНСКА В 2013–2019 ГГ.....	75
<i>Алексеевская Е. А., Макаревич Е. В.</i>	
ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА РИЗОСФЕРЫ И РИЗОПЛАНЫ .....	81
<i>Латенко А. А., Литвинова М. Ю.</i>	
МИКРОБИОЦЕНОЗ САДКОВОЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ( <i>PARASALMO MYKISS</i> ).....	88
<i>Потешкина В. А., Ускова И. В.</i>	
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАТИВНОЙ ЖИДКОСТИ СИМБИОНТА <i>MEDUSOMYCES GISEVI</i> .....	93
<i>Рассказова М. С., Литвинова М. Ю.</i>	

## **ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА АРКТИКИ (НА ПРИМЕРЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ "УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ") .....	100
<i>Агарков С. А.</i>	
ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ И СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ТЕОРИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ.....	116
<i>Асмыкович И. К.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ XCOS В КУРСЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНФОРМАТИКИ.....	120
<i>Лейко Н. Н., Бучкова З.А., Майорова О. В.</i>	
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ .....	126
<i>Казаков П. А.</i>	
АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ МАСШТАБЫ .....	133
<i>Сергеев М. Н., Сергеева Н. П.</i>	

## **СОЦИАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ**

- ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕДУРЫ АРЕСТА МОРСКИХ СУДОВ  
В НЕКОТОРЫХ СТРАНАХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА ..... 137  
*Власов А. Б., Буев С. А.*
- СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СОЦИАЛЬНЫХ ИНСТИТУТОВ  
СОВРЕМЕННОГО РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА..... 144  
*Рябев В. В.*

## **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

- ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПИДОВ ЯЗЫКА  
ОДОМАШНЕННОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ..... 150  
*Бензик И. Н., Туришук Е. Г., Бражная И. Э.*
- РАЗРАБОТКА МЯСНОГО ФАРША С БАД ИЗ СЕМЯН ТЫКВЫ ..... 155  
*Васюкова А. Т., Гроховский В. А., Эдварс Р. А., Махмадалиев Э. Ш.*
- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВЫХ И ЖИРОВЫХ ДОБАВОК ВОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
В ТЕХНОЛОГИИ КОЛБАС И КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ..... 161  
*Волченко В. И., Глухарев А. Ю., Ковалева О. С., Дворянкина К. В.*
- ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МАКРУРУСА ПЕПЕЛЬНОГО  
*SOMYRNAENOIDES CINEREUS* КАК ОБЪЕКТА ГЛУБОКОВОДНОГО ПРОМЫСЛА..... 169  
*Давлетшина Т. А., Шульгина Л. В., Караулова Е. П.*
- МЕТОДЫ БЛАНШИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ ..... 175  
*Жихорук А. А., Голубева О. А.*
- СУХИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ ..... 180  
*Мошкин А. С., Васюкова А. Т.*
- КОНСЕРВЫ ИЗ СКУМБРИИ ЯПОНСКОЙ КАК ИСТОЧНИКИ ФОСФОЛИПИДОВ  
И ПОЛИНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ..... 187  
*Павловский А. М., Шульгина Л. В., Давлетшина Т. А., Павел К. Г.*
- К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ДЕЛИКАТЕСНЫХ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩАДЯЩЕГО РЕЖИМА СТЕРИЛИЗАЦИИ ..... 192  
*Сухова Т. А., Куранова Л. К., Гроховский В. А., Демид А. В.*

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ ..... 198  
*Буханцова С. А., Хабибрахманова О. В., Попов С. В.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

- ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ  
АРКТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ..... 202  
*Агарков С. А., Козьменко С. Ю.*

ОЦЕНКА УЛУЧШЕНИЯ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ В ПОЧВУ ВЕРМИКОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД .....	209
<i>Александрова А. А., Яшкина А. А., Михник Е. Ю.</i>	
ОЧИСТКА ШАХТНЫХ ВОД ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ.....	216
<i>Вергелес Ю. В., Широнова А. Ю.</i>	
ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА КУЭТСЪЯРВИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ .....	223
<i>Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Зубова Е. М., Слуковский З. И., Мицуков А. С.</i>	
ГИДРОХИМИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ОЗЕР ГОРОДА МУРМАНСКА .....	230
<i>Даувальтер В. А., Слуковский З. И., Денисов Д. Б., Черепанов А. А., Мицуков А. С.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ .....	237
<i>Денисенко Ф. А.</i>	
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ РОДНИКА В ПОСЕЛКЕ ПРИЧАЛЬНОЕ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	241
<i>Синицына К. И., Гапоненков И. А.</i>	
ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОФЛОКУЛЯНТОВ .....	246
<i>Тришина А. С., Васильева Ж. В.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ .....	251
<i>Тульская С. Г., Петрикеева Н. А., Чуйкин С. В.</i>	
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРЕДПРИЯТИЯ N.....	258
<i>Фомина Е. А.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЯ ИЗ РЫБНЫХ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ .....	266
<i>Широнова А. Ю., Яшкина А. А., Тагиева А. С.</i>	
СРАВНЕНИЕ КОМПОСТОВ И ВЕРМИКОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПО СОДЕРЖАНИЮ В НИХ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕТАЛЛОВ И СОЛЕЙ.....	272
<i>Яшкина А. А., Орешникова И. Е., Петкилёв О. А.</i>	
<b>ЭНЕРГЕТИКА, СТРОИТЕЛЬСТВО И ТРАНСПОРТ</b>	
ВЛИЯНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ .....	279
<i>Баринов А. С.</i>	
ПЕТРОТЕРМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: НОВЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ЭНЕРГИИ.....	285
<i>Болховитина С. В.</i>	

ПОВЫШЕНИЕ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ФИЛИАЛА АО "КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ" РОСТОВСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ .....	288
<i>Буцкий С. С.</i>	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫМИ АКТИВАМИ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ: ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА .....	292
<i>Грабчак Е. П.</i>	
К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ .....	296
<i>Дадабаев Ш. Т.</i>	
К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ .....	302
<i>Драбкина Е. В., Кукулеску И. П.</i>	
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ .....	307
<i>Карпов В. М., Самонов Е. Ф.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ .....	313
<i>Никулин В. Д.</i>	
ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИИ И НЕКОНДЕНСИРУЕМЫХ ГАЗОВ НА ПРОЦЕСС ТЕПЛООБМЕНА .....	319
<i>Новиков Д. И., Лебедев В. В., Кот А. В., Сатаев А. А., Братыгина В. С., Дунцев А. В.</i>	
СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ НА ТЕПЛООБМЕННЫЙ ПРОЦЕСС .....	321
<i>Новиков Д. И., Лебедев В. В., Кот А. В., Сатаев А. А., Дунцев А. В.</i>	
УКРУПНЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ ПРИ ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАССЫ ТРУБОПРОВОДОВ .....	323
<i>Чуйкина А. А.</i>	



# **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

## Система управления состоянием объекта на примере модели сейфа

**Власов А. Б., Пышко Е. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: vlasovab@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В работе приводится описание модели сейфа как системы управления состоянием объекта.

**Abstract.** The paper describes the model of safe as a system of object status monitoring.

**Ключевые слова:** система управления, микроконтроллер

**Keywords:** system of monitoring, microcontroller

В последнее время часто применяются комплексы мер безопасности, в которых используются несколько способов получения доступа ко входу в какую-либо закрытую систему, важным данным или информации. Была разработана модель сейфа с двумя способами доступа к содержимому (рис. 1).



Рисунок 1 – Модель сейфа

Модель реализована на базе микроконтроллера Atmega 328P (рис. 2). Основными составляющими являются жидкокристаллический экран Qarass 1602a, две клавиатуры, подключаемые с помощью сдвиговых регистров

SN74HC165N, серводвигатель FS90, беспроводной модуль-считыватель RC522, индикационный RGB-светодиод.

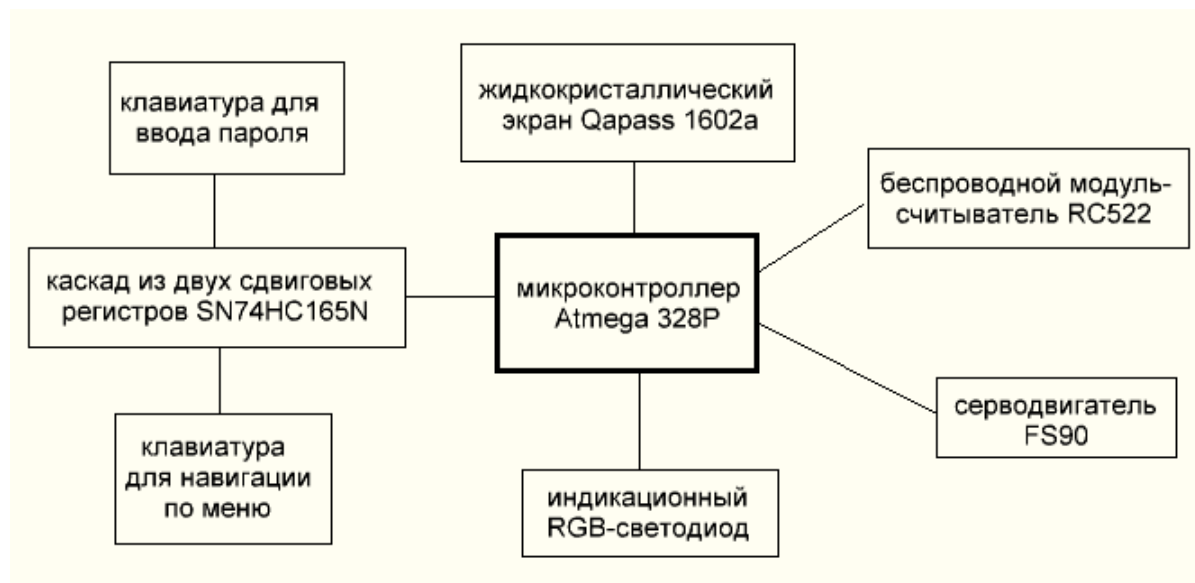


Рисунок 2 – Блок-схема модели сейфа

Микроконтроллер Atmega 328P семейства AVR, имеет четырнадцать цифровых и 6 аналоговых входов/выходов. В данной модели он является центральным элементом, к нему подключаются все остальные составляющие. В микроконтроллере происходит обработка входящих и формирование управляющих сигналов.

Жидкокристаллический экран Qarass 1602a – это строчный дисплей, имеющий разрешение 16\*2 (16 символов в одной строке, всего 2 строки). На экран выводится меню управления сейфом для открытия и закрытия сейфа, изменения пароля и просмотра времени работы.

Клавиатуры для навигации по меню состоит из пяти кнопок, с помощью которых можно перемещаться по пунктам и подпунктам меню вверх и вниз, входить в пункты меню, вводить и стирать цифры.

Клавиатура для ввода пароля состоит из десяти кнопок. С ее помощью можно набирать цифры от нуля до девяти при выполнении входа и создании нового пароля.

Микросхема SN74HC165N – сдвиговый регистр, имеющий восемь входов и один выход. С ее помощью поступающие параллельные входные сигналы преобразуются в последовательный выходной.

Все кнопки с двух клавиатур подключаются через подтягивающие резисторы к двум соединенным в каскад сдвиговым регистрам SN74HC165N.

Этот каскад с помощью интерфейса SPI подключается к микроконтроллеру. Такой способ соединения кнопок позволяет уменьшить количество используемых выходов микроконтроллера.

Серводвигатель FS90 поддерживает постоянную скорость вращения вала, способен поворачиваться на  $360^\circ$  в любую сторону на заданный угол. В данной модели выполняет роль замка.

RFID-модуль RC522 – беспроводной модуль-считыватель на базе микросхемы MFRC522. Этот модуль использует технологию бесконтактной идентификации предметов при помощи радиочастотного канала связи. В качестве элемента, хранящего информацию, выступает электронная метка, имеющая форму брелока или пластиковой карточки. Для получения с них информации модуль-считыватель излучает электромагнитную волну строго определенной частоты, а метка отправляет в ответ данные (идентификационный номер, содержание памяти и др.), которые в свою очередь принимаются считывателем. Для обмена данными используется частота 13,56 МГц диапазона HF и протокол MIFARE. Расстояние, необходимое для обмена данными, составляет примерно 5–6 см. С помощью этого модуля производится открытие замка.

Для индикации состояния сейфа используется RGB-светодиод. В закрытом состоянии светодиод светится красным, а в открытом – зеленым.

Предложенная система управления состоянием объекта на примере модели сейфа позволяет реализовать двойной контроль доступа. Для открытия подобной системы сделано два независимых друг от друга способа управления замком, т. е. на случай отказа одного блока системы есть возможность воспользоваться вторым. Таким образом, реализуется резервирование способов доступа к системе.

## **Судовое оборудование автоматизации: обзор существующих решений и применение в образовательном процессе**

**Жук А. А.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: zhukaa@mstu.edu.ru*)

**Аннотация.** В статье выполнен обзор судового оборудования автоматизации, применяемого в Российской Федерации с 2005 г. по настоящее время. Приведена номенклатура промышленных вычислительных судовых средств автоматизации. Рассмотрен аспект применения оборудования в образовательном процессе.

**Abstract.** The article provides an overview of marine automation equipment used in the Russian Federation from 2005 to the present. The nomenclature of industrial computing ship automation equipment is given. The aspect of the use of equipment in the educational process is considered.

**Ключевые слова:** судовая автоматика, промышленные компьютеры, автоматизированные системы управления

**Key words:** ship automation, industrial computers, automated control systems

**Введение.** Развитие науки и техники, появление новых методов и средств, подходов к автоматизации производственных процессов требует регулярного пересмотра тематического содержания дисциплин, изучающих судовые информационно-управляющие системы. Для этого необходимо проведение предварительного анализа систем автоматизации на флоте и выполнение обзора существующих решений.

Объектом исследования является оборудование верхних уровней в иерархии систем управления. Предмет исследования – выявление видов аппаратного и программного обеспечения компьютерных систем управления на судах и способов их применения. Хронологические рамки – с 2005 г. по настоящее время.

1. Аппаратный блок обработки, отображения информации и связи с автоматизированной системой управления корабля, реализованный на базе промышленного компьютера МІС2000, в составе комплекса пеленгатора-идентификатора (2005 г.).

Важной оперативной задачей морских судов является автоматическое пеленгование – определение параметров и идентификация типов излучающих радиолокационных станций и их носителей [1].

Для решения задач обработки, идентификации и отображения информации в составе комплекса пеленгатора-идентификатора сотрудниками Таганрогского государственного радиотехнического университета и научно-

конструкторского бюро моделирующих и управляющих систем "МИУС" разработан аппаратный блок, включающий ряд интерфейсных плат (RS-422 / RS-485, Ethernet, "Манчестер"), которые устанавливаются на вычислительной платформе Advantech MIC2000 вместе с другими устройствами (рис. 1).



Рисунок 1 – Блок вторичной обработки и связи с автоматизированной системой управления корабля, реализованный на платформе MIC2000

2. Система автоматизации подъёмников с компенсацией вертикальной качки судна (2006 г.).

Важным примером применения средств автоматики на морских судах является система автоматизации подъёмников, одной из главных задач которой является компенсация вертикальной качки. Подобная система применялась при подъёме атомной подводной лодки (АПЛ) "Курск".

С помощью системы управления решались задачи сбора и обработки данных с подводных датчиков, осуществлялось управление вспомогательным оборудованием, выполнялись визуализация контролируемых процессов, архивирование информации и сигнализация средствами SCADA-системы IRIS [2]. В качестве исполнительного оборудования использовались пневморегулируемые опоры (телескопические цилиндры) подъёмников. Система управления строилась на базе пяти промышленных компьютеров Advantech IPC-610 и 29 программируемых логических контроллеров (ПЛК). Все вычислительные устройства специальным образом объединены в сеть Ethernet с обязательным резервированием. Обмен с контроллерами производился по протоколу Modbus. Дополнительное прикладное программное обеспечение реализовано в среде разработки Delphi.

3. Цифровая вычислительная система универсального пультового прибора управления навигацией, техническими средствами, вооружением и другими подсистемами корабля (2009 г.).

Современный подход к созданию судовых автоматизированных систем различного функционального назначения требует решения задачи унифи-

кации пультовых приборов, обеспечивающих интерфейс взаимодействия "оператор – система" [3].

В качестве примера рассмотрим цифровую вычислительную систему универсального пультового прибора управления ОАО "Концерн "Гранит-Электрон" и ЗАО НПЦ "Акварин". Система построена на основе модульного принципа с использованием системных шин compactPCI (cPCI), VME и конструктивов стандарта "Евромеханика".

В состав системы входит следующее оборудование:

- процессорные модули – CPC501, CPC502, CPC600;
- модули мезонинов устройств связи с объектом (УСО) – С12, М12;
- модули УСО фирмы "ОСАТЕК" – М14, М16, М17;
- интерфейсные модули (коммутаторы Ethernet, модули интерфейса MIL-STD-1553В) фирмы "ЭЛКУС".

Внешний вид системы с установленными платами представлен на рис. 2.



Рисунок 2 – Внешний вид цифровой вычислительной системы универсального пультового прибора управления

Работает комплекс под управлением операционной системы реального времени QNX, для которой разработан ряд программ с использованием пакета Watcom C/C++.

4. Комплексная система контроля и управления судовыми объектами на базе промышленных контроллеров FASTWEL (2015 г.).

Система предназначена для эксплуатации на пассажирских судах для контроля и управления колёсным движительно-рулевым комплексом, аварийно-предупредительного оповещения, диагностики и взаимодействия с оператором.

Программно-аппаратная реализация системы выполнена на базе промышленных контроллеров FASTWEL и панельных компьютеров Advantech [4]. Структура системы включает следующее оборудование:

- панельные компьютеры Advantech TPC 1770H-C2BE;



- контроллеры рубки, носового и машинного отделения – FASTWEL CRM70301;
- промышленный Ethernet-коммутатор MOXA EDS-508A;
- частотные преобразователи.

Программное обеспечение реализовано в среде LabVIEW, операционная система – Windows 7.

#### 5. Учебные лабораторные комплексы.

В настоящее время на кафедре автоматики и вычислительной техники (А и ВТ) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) в лаборатории "Компьютерных систем управления" по ряду дисциплин ("Программное обеспечение систем управления", "Аппаратное обеспечение систем управления", "Компьютерные системы управления", "Интегрированные системы проектирования и управления" и др.) осуществляется образовательный процесс с использованием лабораторных стендов "Программно-аппаратный комплекс для разработки и отладки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами" на базе модульного промышленного компьютера MIC2000. Изображение управляющей части комплекса представлено на рис. 2.

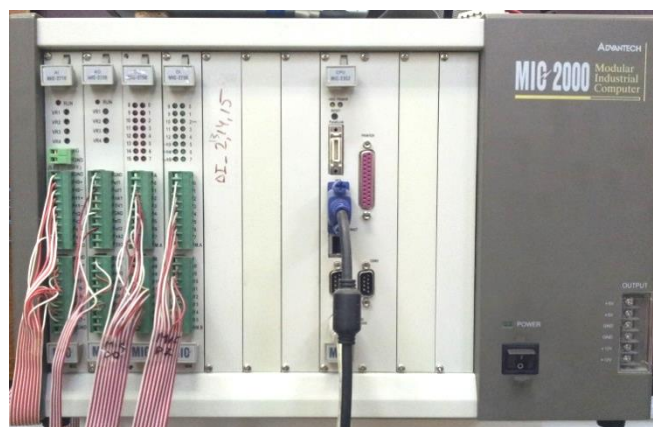


Рисунок 2 – Программно-аппаратный комплекс на базе промышленного компьютера MIC2000

Комплекс позволяет разрабатывать программное обеспечение автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами и выполнять численное моделирование с использованием универсальной имитационной модели объекта управления.

Также на кафедре автоматики и вычислительной техники МГТУ разработан лабораторный стенд "Автоматизированная система управления дизель-генераторами на базе распределённых микропроцессорных средств". Дизель-генераторная установка судовой электростанции выполнена в виде



модели, за основу взята электромеханическая система "генератор – двигатель – тахогенератор". В качестве устройств связи с объектом применяются модули ввода / вывода Advantech ADAM-4000, которые подключаются к компьютеру через последовательный порт. На компьютере реализован проект системы управления в GenieDAQ. Изображение стенда представлено на рис. 3.

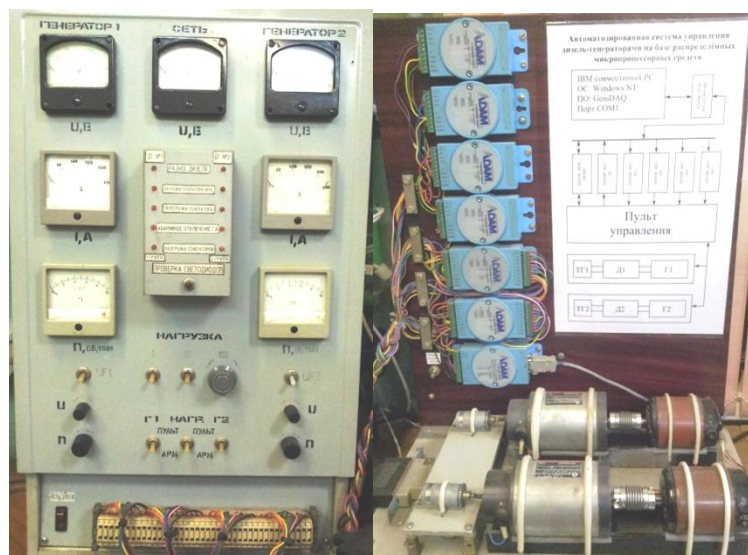


Рисунок 3 – Внешний вид стенда "АСУ дизель-генераторами"

Применение лабораторных стендов, рассмотренных выше, имеет важное практическое значение при формировании профессиональных компетенций у инженеров по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" и другим техническим специальностям и направлениям подготовки.

**Заключение.** В заключении сведём информацию о разработках в области судовой автоматизации в табл. 1. В рамках дальнейшего исследования планируется дополнить обзор и сделать статистические выводы.

Таблица 1 – Разработки в области судовой автоматизации

Год	Наименование	Аппаратное обеспечение	Программное обеспечение
2005	Аппаратный блок обработки, отображения информации и связи с АСУ корабля в составе комплекса пеленгатора-идентификатора	Промышленный компьютер MIC2000, интерфейсные платы (RS-422 / RS-485, Ethernet, "Манчестер")	нет данных
2005	АСУ дизель-генераторами на базе распределённых микропроцессорных средств	Модули ввода / вывода Advantech ADAM-4000, компактный компьютер eBox	Windows NT, GenieDAQ

Окончание табл. 1

Год	Наименование	Аппаратное обеспечение	Программное обеспечение
2006	Система автоматизации подъёмников с компенсацией вертикальной качки судна	Пять промышленных компьютеров Advantech IPC-610, 29 ПЛК, радиомодемы, коммутаторы	SCADAIRIS, Delphi
2006	Программно-аппаратный комплекс для разработки и отладки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами	Промышленный компьютер MIC2000, IBM-совместимый компьютер, платы ввода / вывода ACL-8112 DG (Adlink) и A626 (ICPDAS)	SCADA Genie / AdamView, TraceMode, AutoCont
2009	Цифровая вычислительная система универсального пультового прибора управления	Процессорные модули CPC501, CPC502, CPC600, модули мезонинов UCO C12, M12, модули UCO фирмы "OCATEK" M14, M16, M17, интерфейсные модули	QNX, Watcom C/C++
2015	Комплексная система контроля и управления судовыми объектами на базе промышленных контроллеров FASTWEL	Панельные компьютеры Advantech TPC 1770H-C2BE, контроллеры FASTWEL CPM70301, промышленный Ethernet-коммутатор MOXA EDS-508A.	Windows 7, LabVIEW

### Библиографический список

1. Безверхий В. [и др.]. Современные средства для пассивного автоматического пеленгования и идентификации РЛС и их носителей : Разработки. Судовое оборудование // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 2. – С. 62–66.
2. Роб ван Россам. Триста пятьдесят футов под килем : Разработки. Судовое оборудование // Современные технологии автоматизации. – 2006. – № 1. – С. 62–64.
3. Иванов А. [и др.]. Универсальный пультовой прибор управления на базе технических средств шин сPCI и VME : Разработки. Судовое оборудование // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 3. – С. 40–43.
4. Грошева Л. [и др.]. Разработка комплексной системы контроля и управления на базе промышленных контроллеров FASTWEL : Разработки. Судовое оборудование // Современные технологии автоматизации. – 2015. – № 3. – С. 46–50.

## **Системы автоматического удаленного контроля технологическими процессами на базе средств автоматизации "ОВЕН"**

**Кайченов А. В., Маслов А. А., Яценко В. В., Селяков И. Ю., Борщов Г. И., Кайченова А. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: [kaychenovav@mstu.edu.ru](mailto:kaychenovav@mstu.edu.ru))

**Аннотация.** В статье описываются системы автоматического удаленного контроля процессами стерилизации и обезвоживания пищевых продуктов, разработанной на базе технических и программных средств автоматизации "ОВЕН".

**Abstract.** The article describes automatic remote control systems for drying and sterilization of food products, developed on the basis of hardware and software automation tools "OWEN".

**Ключевые слова:** система автоматического удаленного контроля, процесс стерилизации, процесс обезвоживания, оборудование "ОВЕН"

**Key words:** remote automatic control system, sterilization process, drying process, "OWEN" equipment

**Введение.** Рыночная экономика требует от предприятий постоянного повышения уровня своей конкурентоспособности, что в свою очередь, требует разработки новых продуктов и решений, совершенствования работы всех служб [2].

В течение последних нескольких лет российские промышленные предприятия все больше реализуют концепцию Индустрии 4.0. Однако, очевидно, что новые цифровые технологии не сразу становятся полноценным продуктом и проходят относительно долгий путь тестирования и использования на корпоративном уровне и только потом применяются в промышленных приложениях [1; 3].

В настоящее время большинство автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) являются изолированными. Для большинства предприятий создание АСУП и единой диспетчеризации является необходимым требованием. У многих предприятий появляются запросы на интеграцию систем предприятий, внедрение электронного информационного обмена, оптимизацию и синхронизацию бизнес- и производственных процессов, виртуализацию, облачных технологий, дополненной реальности, больших данных и искусственного интеллекта [4]. На предприятиях все чаще наблюдается процесс слияния ранее существовавших отдельно

друг от друга АСУ ТП. В связи с этим, изучение вопросов создания систем автоматического удаленного контроля и управления является актуальным.

В 2019 г. на кафедре Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) Мурманского государственного технического университета в рамках практик и подготовки к выпускной квалификационной работе студентов направления подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" осуществлено проектирование, создание и введение в опытную эксплуатацию системы автоматического управления процесса стерилизации пищевых продуктов и системы автоматического управления сушильной установкой на базе технических средств автоматизации "ОВЕН". Разработка систем управления проводилась в рамках научно-исследовательской работы выпускников кафедры [5; 6]. Обе разработки имеют в своем составе системы автоматического удаленного контроля технологическими процессами.

**Основная часть.** В системе автоматического управления процесса стерилизации пищевых продуктов реализованы три основных варианта удаленного контроля:

- непосредственного контроля с помощью среды KaScada на базе планшетного компьютера и операционной системы Android 7.0 и WiFi-сети;
- реализация WEB-визуализации форм оператора системы автоматического контроля процесса стерилизации с помощью сети "Интернет";
- реализация автоматического контроля процесса стерилизации с помощью облачного сервиса "OwenCloud" и сети "Интернет".

Варианты реализации систем автоматического удаленного контроля процесса стерилизации консервов представлены на рис. 1.

В системе автоматического управления сушильной установкой в процессе модернизации реализована система автоматического удаленного контроля на базе облачного сервиса "OwenCloud".

В системе реализована возможность контроля температуры и влажности сушильного агента (датчики ДВТ на рис. 2), контроля включения и отключения трубчатых электронагревателей (ТЭН), а также контроля включения и выключения вытяжных вентиляторов (ВВ). Внедрение системы контроля значительно упростило работу исследователей процессов обезвоживания пищевых продуктов за счет сокращения времени нахождения в производственных условиях.

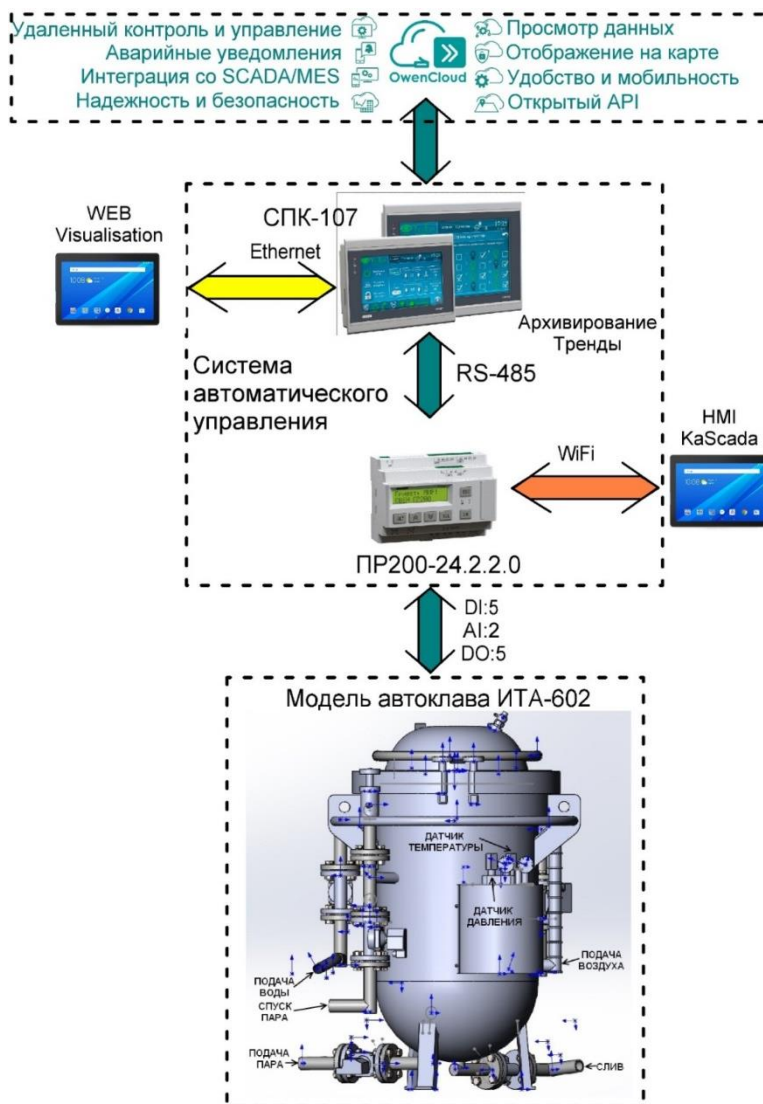


Рисунок 1 – Варианты реализации систем удаленного контроля процесса стерилизации консервов

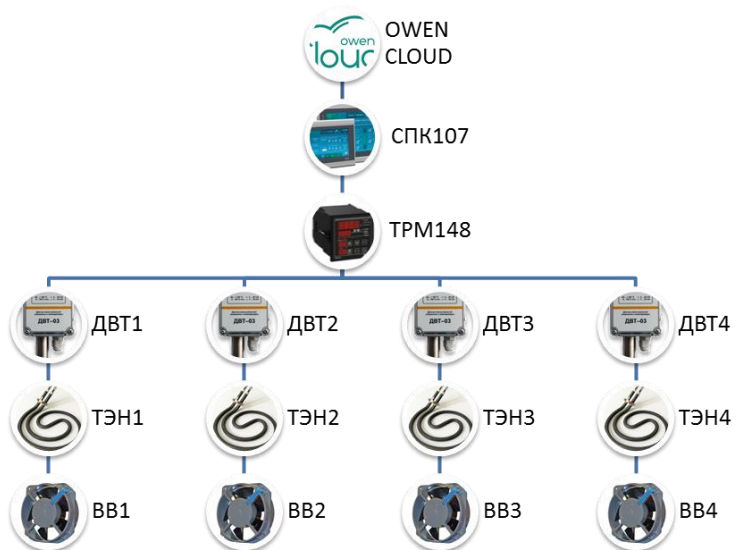


Рисунок 2 – Система автоматического удаленного контроля сушильной установки

## **Заключение**

Разработка систем автоматического удаленного контроля позволит отслеживать технологические процессы с возможностью удаленного доступа.

Дальнейшей целью авторов при разработке систем автоматического управления станет реализация удаленного контроля и управления обеих систем с помощью облачного сервиса OwenCloud.

## **Библиографический список**

1. Индустрия 4.0 в России: роботы, большие данные и искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.jetinfo.ru/stati/industriya-40-v-rossii-roboty-bolshie-dannye-i-iskusstvennyj-intellekt>. – Загл. с экрана (данные соответствуют 12.06.2019 г.).

2. Интернет вещей: технологии, меняющие бизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jetinfo.ru/stati/internet-veschej-tekhnologii-menyayusche-biznes>. – Загл. с экрана (данные соответствуют 12.06.2019 г.).

3. Интернет вещей. Что это такое? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/automation/1239-internet-veschey-cto-eto-takoe.html>. – Загл. с экрана (данные соответствуют 12.06.2019 г.).

4. Информационная безопасность АСУ ТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jetinfo.ru/stati/informatsionnaya-bezopasnost-asu-tp>. – Загл. с экрана (данные соответствуют 12.06.2019 г.).

5. Кайченев А. В., Селяков И. Ю., Борщев Г. И. Модернизация системы автоматического управления сушильной установкой [Электронный ресурс] // Наука – производству: материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 18–20 апреля 2018 г. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. – С. 60–64.

6. Кайченев А. В., Яценко В. В., Маслова А. А. [и др.]. Изучение возможностей облачного сервиса OWENCLOUD при работе комплекса для разработки и отладки проектов АСУ ТП [Электронный ресурс] // Наука и образование: материалы всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 15 ноября 2018 г. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2019. – С. 74–80.

## **Разработка экспериментальной теплонасосной установки для исследования процессов сушки продуктов**

**Картавых А. Э., Дзядзин А. А., Похольченко В. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, e-mail: pokholchenkova@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В статье описаны перспективы оснащения предприятий страны процессами и аппаратами, обеспечивающими реализацию энергоэффективных режимов. Представлены опытно-конструкторские разработки исследователей по созданию и реализации теплонасосной установки для конвективной сушки продуктов.

**Abstract.** The article describes the prospects of equipping the country's enterprises with processes and devices ensuring the realization of energy-efficient modes. The experimental design of researchers on the creation and implementation of a heat pump installation for convective drying of products is presented.

**Ключевые слова:** тепловой насос, конвективная сушка, энергоэффективные процессы, возобновляемые источники

**Keywords:** heat pump, convective drying, energy-efficient modes, renewable sources

Применение возобновляемых источников энергии в современных условиях в связи с существенным ростом стоимости последней стало особо актуальным. Такие источники могут быть весомым дополнением к традиционным в связи с потреблением нашей страной порядка пятой части от общего количества мировых первичных энергетических ресурсов, ростом стоимости органического топлива, обострением экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды установками, использующими топливо. В последние годы использование тепловых насосов, как холодильного оборудования, использующего низкопотенциальную природную теплоту, несет высокую целесообразность при реализации энергосберегающих процессов и технологий. За счет своих энергоэффективных свойств тепловые насосы нашли широкое распространение как на промышленных предприятиях (от пищевой до нефтегазовой), так и в бытовых условиях [1–6].

В данной статье рассмотрен процесс сборки и адаптации теплового насоса для его дальнейшего внедрения в процесс конвективной сушки пищевых продуктов.

На базе кафедры "Технологическое и холодильное оборудование" создан современный экспериментальный стенд: "Тепловой насос на базе спирального компрессора Copeland", "Щит управления теплонасосной уста-



новкой", "Установка подготовки воздуха с оптимальными параметрами" (рис. 1). Экспериментальный стенд создан в рамках выполнения научно-технических и опытно-конструкторских работ по направлениям подготовки 19.06.01 "Промышленная экология и биотехнологии", направленность "Процессы и аппараты пищевых производств", и 16.04.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения".

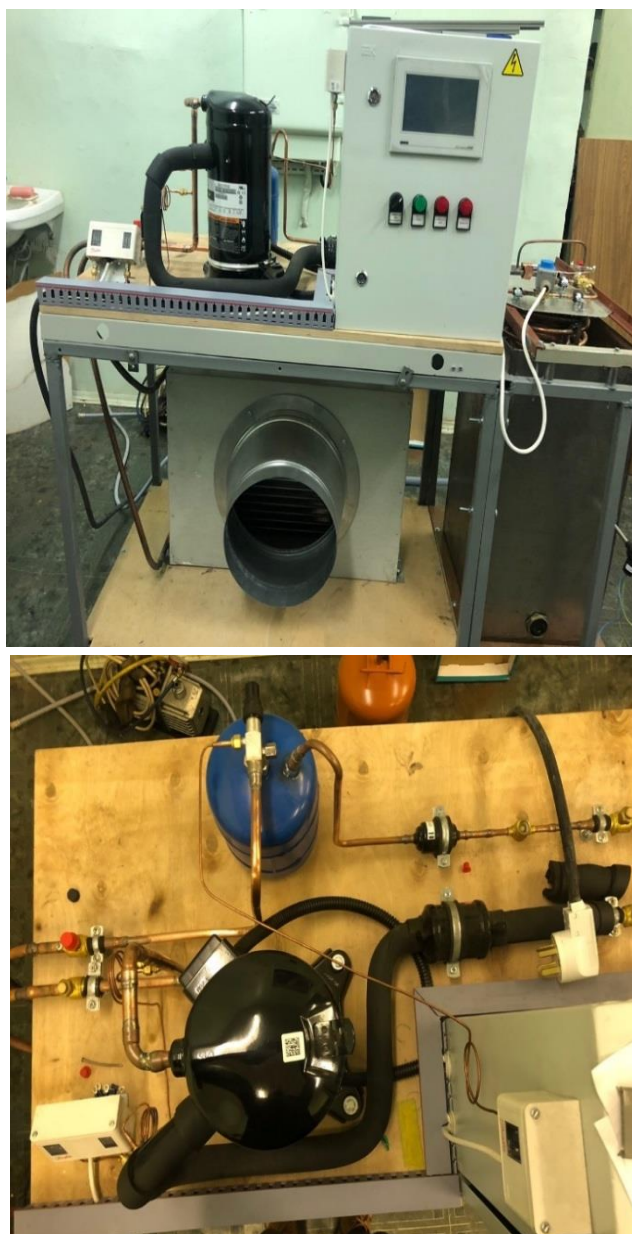


Рисунок 1 – Экспериментальная теплонасосная установка

Экспериментальная теплонасосная установка с системой автоматического управления на базе оборудования ОВЕН изготовлена из нескольких основных составных элементов:

– спиральный компрессор;



- ресивер;
- конденсатор;
- испаритель;
- щит управления.

Была изготовлена несущая передвижная рама, на которую были смонтированы все основные элементы теплового насоса. После монтажа конструктивных элементов была выполнена работа по их подключению при помощи медных труб и пайки соединений. Система была заправлена фреоном R407C. Работа установки осуществляется посредством щита управления, расположенного на раме системы. Щит управления включает в состав панель оператора СП307 (рис. 2) и устройство управляющее многофункциональное ПР200 (рис. 3).



Рисунок 2 – Панель оператора СП307

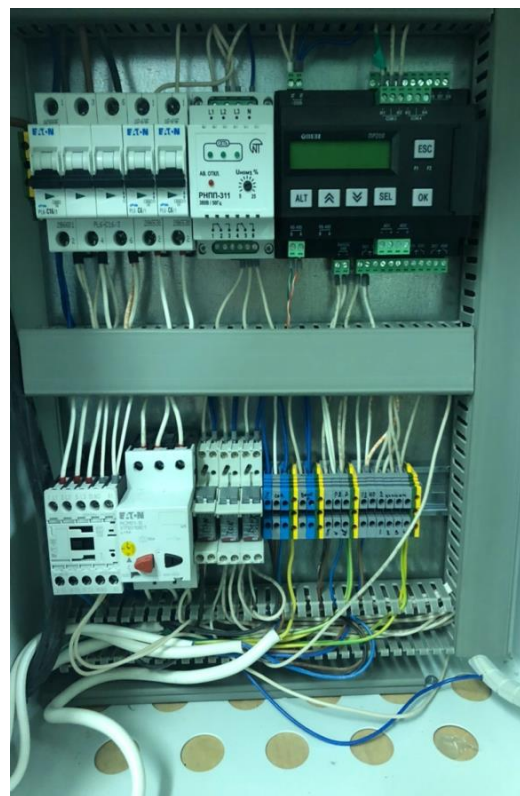


Рисунок 3 – Устройство управляющее многофункциональное ПР200

Разработанная конструкция экспериментального теплового насоса будет использоваться в как один из элементов кондиционирования воздуха в установке для конвективной сушки гидробионтов.

Возможности использования экологически чистой общедоступной возобновляемой энергии имеют высокий приоритет по сравнению с традицион-

ными энергозатратными процессами. На ближайшие два десятилетия, согласно прогнозам, возобновляемые источники энергии должны быть в перечне основных в мировом энергетическом балансе с постепенным вытеснением расходуемых запасов органического топлива и экологическим улучшением состояния окружающей среды [4; 5].

### **Библиографический список**

1. Андрющенко А. И. Возможная экономия топлива от использования утилизационных ТНУ в системе энергоснабжения предприятий // Промышленная энергетика. – 2003. – № 2. – С. 15–29.

2. Коновалов В. И., Романова Е. В., Гатапова Н. Ц. Сушка с тепловыми насосами в химической промышленности: возможности и экспериментальная техника // Вестник ТГТУ. – 2011. – Том 17. – № 1. – С. 153–178.

3. Яшонков А. А. Актуальные проблемы переработки рыбного сырья при производстве сушеной продукции // Вестник МГТУ. – 2017. – Т. 20. – № 3. – С. 628–635.

4. Vasekha M., Pokholchenko V., Vasilieva Zh., Chislov M. Realizing clean technology principles for the mining and processing industry in the Arctic region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 180. – P. 012004. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/180/1/012004>.

5. Sidorenko G. I., Mikheev P. Yu. Assessment of the Environmental Efficiency of the Life Cycles of Energy Facilities Based on Renewable Energy Sources // Ecology and Industry of Russia. – 2017. – Vol. 21. – № 5. – P. 44–49. – DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-5-44-49>.

6. Wolf S. How heat pumps can be used to improve energy efficiency of industrial processes // 11th International Energy Agency Heat Pump Conference. – Montreal, 12–16 May 2014.

## Исследование свойств процессов методами нечёткой логики

**Прохоренков А. М.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: [prohorenkovam@mstu.edu.ru](mailto:prohorenkovam@mstu.edu.ru))

**Аннотация.** В работе рассмотрен круг задач, решение которых необходимо выполнить на этапах анализа свойств нестационарных случайных процессов любого типа по одной реализации. Методы обработки данных измерений выбираются с учетом класса наблюдаемого процесса. Для выявления нестационарных свойств предлагается использовать непараметрические критерии, показатель Херста и коррелограммы, по результатам применения которых будет формироваться вектор информативных признаков.

**Abstract.** The paper considers a range of tasks, the solution of which must be performed at the stages of analysis of the properties of non-stationary random processes of any type for one implementation. Methods of processing measurement data are selected taking into account the class of the observed process. To identify non-stationary properties, it is proposed to use non-parametric criteria, Hurst index and correlograms, the results of which will form a vector of informative features.

**Ключевые слова:** случайные процессы, нестационарные свойства, непараметрические критерии, аддитивная и аддитивно-мультипликативная модели, показатель Херста, коррелограммы, классификационные признаки

**Key words:** random processes, unsteady properties, nonparametric criteria, additive and additive-multiplicative models, Hurst index, correlograms, classification features

Большинство случайных процессов, встречающихся на практике, имеют нестационарный случайный характер. В настоящее время не существует единой методологии, в рамках которой можно анализировать свойства нестационарных случайных процессов любого типа по одной реализации. Методы обработки данных измерений выбираются с учетом класса наблюдаемого процесса. В связи с этим актуальны как разработка новых методов идентификации класса наблюдаемых процессов, так и оценка применимости известных методов на реальных объектах управления.

Случайные процессы, протекающие в системах управления, можно представить, как результат совместного действия детерминированного полезного сигнала и стационарной помехи. В общем случае влияние помехи на полезный сигнал может быть выражено оператором  $X(t) = V(\varphi(t), \varepsilon(t))$ , где  $\varphi(t)$  – полезный сигнал (сигналы),  $\varepsilon(t)$  – стационарная помеха. В зависимости от вида оператора  $V$  различают следующие модели сигналов :

$$\text{аддитивная модель } X(t) = \varphi_1(t) + \varepsilon(t); \quad (1)$$

$$\text{мультипликативная модель } X(t) = \varphi_2(t)\varepsilon(t); \quad (2)$$

$$\text{аддитивно-мультипликативная модель } X(t) = \varphi_1(t) + \varphi_2(t)\varepsilon(t), \quad (3)$$

где  $\varphi_1(t)$ ,  $\varphi_2(t)$  – детерминированные функции времени,  $\varepsilon(t)$  – стационарный случайный процесс с нулевым математическим ожиданием  $m_\varepsilon = 0$  и постоянной дисперсией  $D_\varepsilon$ .

В инженерной практике обычно рассматриваются стационарные в широком смысле процессы, при этом оценивается во времени поведение математического ожидания, дисперсии и корреляционной функции [1]. Поэтому и при классификации нестационарных процессов следует исходить из анализа этих же характеристик [2].

С учетом принятых допущений математическое ожидание  $m_X$ , дисперсия  $D_X$  и корреляционная функция  $R_X$  случайных процессов, представленных моделями (1–3), имеют следующий вид:

аддитивная модель:

$$m_X(t) = \varphi_1(t); D_X(t) = D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = R_\varepsilon(t_1, t_2); \quad (4)$$

мультипликативная модель:

$$m_X(t) = 0; D_X(t) = \varphi_2^2(t)D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = \varphi_2(t_1)\varphi_2(t_2)R_\varepsilon(t_1, t_2); \quad (5)$$

аддитивно-мультипликативная модель:

$$m_X(t) = \varphi_1(t); D_X(t) = \varphi_2^2(t)D_\varepsilon; R_X(t_1, t_2) = \varphi_2(t_1)\varphi_2(t_2)R_\varepsilon(t_1, t_2). \quad (6)$$

Из приведенных соотношений следует, что математическое ожидание для аддитивной и аддитивно-мультипликативной моделей зависит от детерминированной составляющей  $\varphi_1(t)$ . Дисперсия и корреляционная функция аддитивной модели полностью характеризуются свойствами стационарной помехи. В то время как для мультипликативной и аддитивно-мультипликативной моделей эти вероятностные характеристики определяются также и детерминированной составляющей  $\varphi_2(t)$ .

Выражения (4) и (6) показывают, что для процессов, представленных аддитивной и аддитивно-мультипликативной моделями, математическое ожидание можно оценить по одной реализации с помощью той или иной операции, эквивалентной фильтрации низких частот.

В общем случае под классификацией понимается разделение рассматриваемой совокупности объектов или явлений на однородные, в определенном смысле, группы либо отнесение каждого из заданного множества объектов к одному из заранее известных классов. Во втором случае имеем задачу классификации при наличии обучающих выборок ("классификация с обучением"). В классическом виде решение данной задачи заключается в выполнении отображения вида:

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\} \rightarrow y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\},$$

т. е. отнесение объекта, заданного вектором информативных признаков  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ , к одному из наперед определенных классов  $\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ .

Процессы, представленные моделями вида (1) – (3), относятся к классу нестационарных случайных процессов. Для выявления нестационарных свойств предлагается использовать непараметрические критерии, показатель Херста и коррелограммы, по результатам применения которых будет формироваться вектор информативных признаков  $R$ .

В основном, отмеченные выше проблемы связаны с зависимостью значений выделенных классификационных признаков от длины реализации и параметров исследуемого процесса, последние на этапе классификации процесса неизвестны [2]. В силу такой постановки вопроса для классификации процессов предлагается использовать методы нечеткой логики. С этой целью требуется выполнить классификацию процесса  $X(t)$  на основе наличия или отсутствия  $n$  событий. Количество событий (признаков) равно количеству рассматриваемых непараметрических критериев. Определим для каждого  $j$ -го события,  $j = 1, 2, \dots, n$ , случайную величину:

$$r_j = \begin{cases} 1, & \text{если событие } j \text{ имеет место,} \\ 0, & \text{если событие } j \text{ отсутствует.} \end{cases}$$

В нашем случае  $r_j = 1$ , если в исследуемом процессе  $X(t)$  по критерию  $j$  выявлена тенденция изменения математического ожидания,  $r_j = 0$  – в противном случае.

Вероятность принадлежности объекта к классу  $d_i$  при условии равенства значения признака  $r_j$  единице обозначим как  $p_{ij} = \Pr(r_j = 1 / d_i)$ , тогда  $\Pr(r_j = 0 / d_i) = 1 - p_{ij}$  для  $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ . Поскольку непараметрические критерии позволяют разбить множество исследуемых процессов на стационарные и нестационарные процессы, то в данном случае  $m = 2$ .

Закон распределения  $r_j$  для класса  $d_i$  имеет вид:

$$f_i(r_j) = p_{ij}^{r_j} (1 - p_{ij})^{1-r_j}.$$

Результаты  $r_j$  применения непараметрических критериев являются независимыми, поэтому совместный закон распределения  $f_i(\mathbf{r})$  для класса  $d_i$  можно записать в виде

$$f_i(\mathbf{r}) = \prod_{j=1}^n f_i(r_j).$$

Предположим, что априорные вероятности одинаковы  $q_1 = q_2 = 0,5$  и стоимости ошибочной классификации равны. Условная вероятность  $\text{Pr}(d_i / \mathbf{r})$  того, что исследуемый процесс принадлежит классу  $d_i$  при данном векторе наблюдений (апостериорная вероятность), определяется по формуле:

$$\text{Pr}(d_i | \mathbf{r}) = \frac{q_i \prod_{j=1}^n p_{ij}^{r_j} (1 - p_{ij})^{1-r_j}}{\sum_{k=1}^m q_k \left[ \prod_{j=1}^n p_{kj}^{r_j} (1 - p_{kj})^{1-r_j} \right]}.$$

Процесс  $X(t)$  относится к тому классу  $d_i$ , для которого величина  $\text{Pr}(d_i / \mathbf{r})$  максимальна.

Величины  $p_{ij}$  оцениваются по обучающей выборке из  $S$  процессов, принадлежащих всем рассматриваемым моделям (1–3) и содержащих различные типы детерминированных составляющих. В предлагаемом подходе каждый классификационный признак  $R_j$  задается лингвистической переменной, характеризующейся тройкой элементов  $\langle R_j, T_j, U_j \rangle$ , где  $R_j$  – имя переменной;  $T_j$  – терм-множество, каждый элемент которого представляется как нечеткое множество на универсальном множестве  $U_j$ .

Универсальное множество значений показателя Херста –  $U_H = [0, 1]$ . Значения  $H$  в окрестности  $0,4 < H < 0,6$  определяют собой область белого шума в нечетком смысле. Значения  $H$  в окрестности  $0,3 \pm 0,1$  говорят о наличии в рассматриваемом временном ряду периодической компоненты. Значения  $H$ , близкие к единице характеризуют наличие монотонной компоненты в исследуемом процессе.

Определим терм-множество как имена возможных составляющих нестационарных случайных процессов: "периодическая", "стационарная", "монотонная". Функции принадлежности зададим в виде разности двух гауссовых функций, определяемых соотношением:

$$\mu(x, \sigma_1, c_1, \sigma_2, c_2) = e^{-\frac{(x-c_1)^2}{\sigma_1^2}} - e^{-\frac{(x-c_2)^2}{\sigma_2^2}}.$$

Данная функция принадлежности позволяет отразить тот факт, что для каждого типа процесса характерен некоторый диапазон значений показателя Херста – ядро нечеткого множества непустое.

Проведенный ранее вычислительный эксперимент на модельных данных показал зависимость коэффициента Херста от интервала дискретизации  $\Delta t$

и длины исследуемой реализации. В связи с этим проводился анализ зарегистрированных на объектах временных рядов различной длины и при разных выборочных интервалах. Результаты анализа представлены в докладе.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что случайные процессы, имеющие место в системе теплоснабжения, обладают фрактальной природой. Связь показателя Херста со свойствами случайного процесса дает право включить его в решающее правило алгоритма классификации на этапах идентификации класса процесса (стационарный – нестационарный) и вида детерминированной составляющей (знакопеременная – монотонная).

Функции принадлежности лингвистической переменной "показатель Херста" до настройки нечеткой модели приведены на рис. 1, а.

Терм-множество переменной "непараметрические критерии" определим, как {"стационарный", "нестационарный"}. Формализацию термов осуществим с помощью двойной гауссовой функции принадлежности (рис. 1, б).

Третью лингвистическую переменную назовем "коррелограмма". Универсальное множество значений этой переменной  $U_R = [0, \infty)$ . Терм-множество переменной "коррелограмма" определим, как {"мало", "много"}. Формализацию термов осуществим с помощью двойной гауссовой функции принадлежности (рис. 1, в).

Классификация на основе нечеткого логического вывода осуществляется по базе знаний правил, которая может быть представлена в виде системы уравнений:

$$\bigcup_{p=1}^{k_i} w_{ip} \left[ \bigcap_{j=1}^n x_j = r_j^{ip} \right] \rightarrow y = d_i, \quad i = \overline{1, m},$$

или через функции принадлежности:

$$\mu_{d_i}(X) = \bigcup_{p=1}^{k_i} w_{ip} \left[ \bigcap_{j=1}^n \mu_{ip}(x_j) \right], \quad i = \overline{1, m},$$

где  $d_i$  – классы;  $r_j^{ip}$  – нечеткий терм, которым оценивается переменная  $x_j$  в строке с номером  $ip$ ;

( $p = 1, 2, \dots, k_i$ );  $k_i$  – количество строчек-конъюнкций, в которых выход  $y$  оценивается значением  $d_i$ ;  $w_{ij} \in [0, 1]$  – весовой коэффициент правила с номером  $ip$ .

В качестве решения выбирают класс с максимальной степенью принадлежности:

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)),$$

где символом \* обозначен вектор значений классификационных признаков исследуемого процесса.

Задача классификации случайных процессов решалась в среде Matlab с использованием пакетов Fuzzy Logic Toolbox и Optimization Toolbox.

В результате настройки нечеткой модели по обучающей выборке, содержащей 100 различных случайных процессов, параметры функций принадлежности изменились, что иллюстрируется на примере функций принадлежности лингвистической переменной "показатель Херста" (рис. 1, 2). Качество нечеткой модели классификации было проверено на тестирующей выборке.

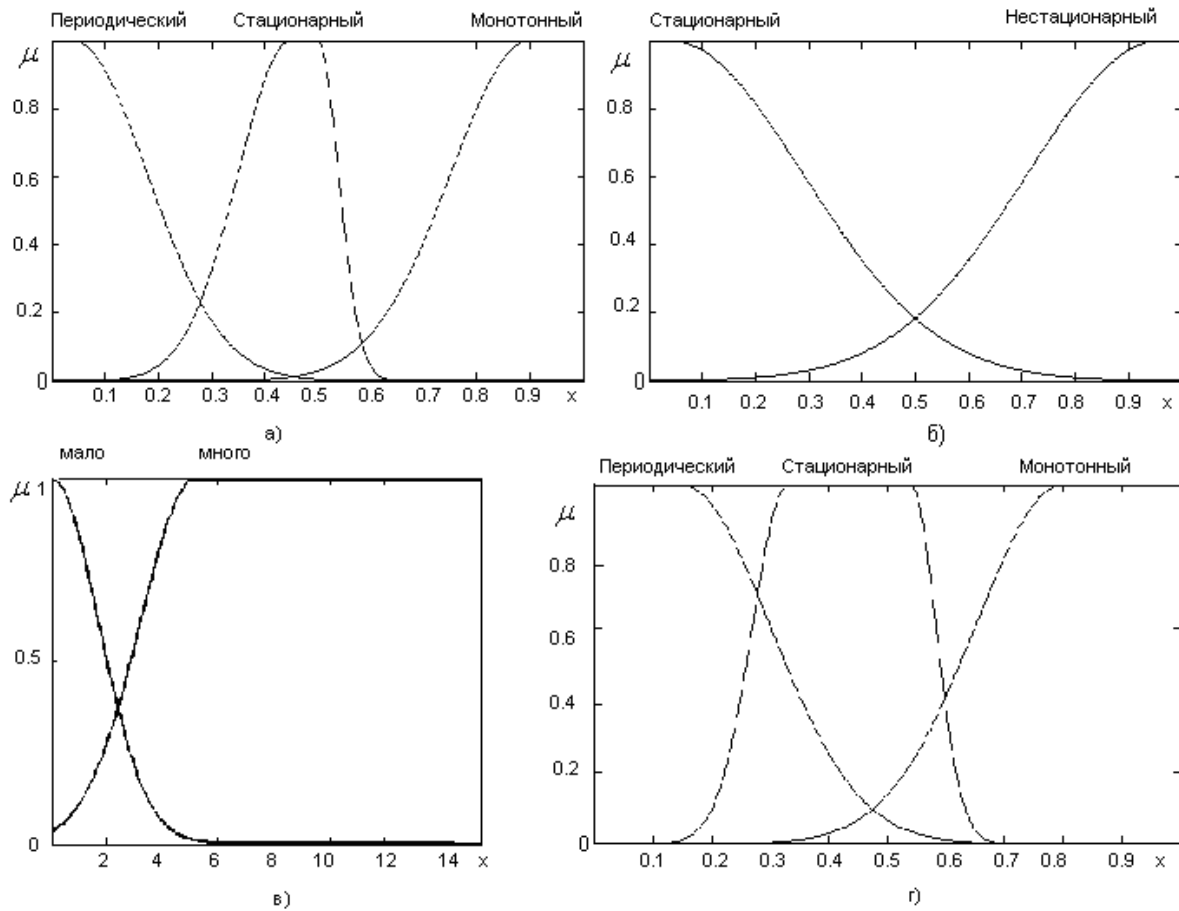


Рисунок 1 – Функции принадлежности лингвистических переменных



Данная классификация позволила определить последовательность этапов анализа случайных процессов, предложить процедуру обработки случайных процессов, а также разработать алгоритм автоматической классификации по совокупности признаков. Это дает возможность оперативно в САУ перестраивать измерительную процедуру, включая в зависимости от класса и типа процесса блок, реализующий алгоритм центрирования, или блок нормирования, или выполнить последовательно обе эти операции. Знание типа детерминированных составляющих процесса повышает точность идентификации параметров этих составляющих.

### **Библиографический список**

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / пер. с англ. ; под ред. И. Н. Коваленко. – М. : Мир, 1989. – 540 с.
2. Федер Е. Фракталы / пер. с англ. – М. : Мир, 1991. – 260 с.

## **Особенности подготовки и проведения учебной практики обучающихся по электротехническим специальностям и направлениям подготовки машиностроительной отрасли**

**Столянов А. В., Жук А. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: stolyanovav@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности подготовки и проведения учебной практики обучающихся с учетом профессиональной деятельности выпускников по электротехническим специальностям и направлениям подготовки машиностроительной отрасли. Представлены примеры практик по получению первичных умений и навыков для направления подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" (академический бакалавриат).

**Abstract.** The article discusses preparation and conduction features of educational practicetaking into account the professional activities of graduates in electrical engineering specialties and engineering industry directions. Examples of educational practice to obtain primary skills for the direction "Automation of technological processes and production" are presented.

**Ключевые слова:** учебная практика, профессиональная деятельность, автоматизация, машиностроение

**Key words:** educational practice, professional activity, automation, engineering industry

Учебная практика является необходимой и неотъемлемой частью образовательного процесса при подготовке обучающихся по основным образовательным программам высшего образования. Особенно важна практика для технических (инженерных) наук, которые преимущественно направлены на реализацию практических целей человеческой деятельности. Целью учебной практики является получение обучающимися первичных умений и навыков профессиональной и научно-исследовательской деятельности [1; 2].

При подготовке и проведении учебной практики педагог должен учитывать, что обучающиеся первого и второго курса недавно получили среднее образование и не имеют достаточного опыта, знаний и умений в выбранной профессии. Руководствуясь этим педагог должен основательно продумать программу учебной практики, структуру занятий и методологию их проведения, а также предусмотреть отдельные виды работ для закрепления компетенций, приобретаемых обучающимися за время прохождения практики. Важно, чтобы программа практики максимально соответствовала тематическому содержанию рабочих программ учебных дисциплин, которые изучили обучающиеся в соответствии с учебным планом.

Для электротехнических специальностей и направлений подготовки, относящихся к среднему и точному машиностроению, востребованными областями профессиональной деятельности являются проектирование, изготовление и эксплуатация электрооборудования, электронной измерительной техники, средств автоматизации. Таким образом, в рамках учебной практики могут быть рассмотрены вопросы реализации этапов жизненного цикла электронных изделий [3].

Например, для инженеров по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" востребованными являются умения осуществлять, с использованием интегрированных средств разработки, проектирование и изготовление печатных плат и корпусов электронных изделий, а также навыки выполнения пайки проводов и электронных компонентов, монтажа и наладки электрооборудования и средств автоматизации.

Для успешного проектирования и изготовления электронных изделий обучающиеся должны обладать основными знаниями по дисциплинам:

- информационные технологии (использовать персональные компьютеры для написания программ, обработки данных и расчетов, осуществлять поиск информации в интернете, работать с инструментами офисного пакета, грамотно оформлять результаты работы);

- иностранный язык (знать базовую техническую лексику, уметь переводить документацию радиокомпонентов и электронных устройств);

- физика (понимать основные физические законы);

- материаловедение (знать классификацию материалов, их базовые характеристики и способы обработки);

- теоретические основы электротехники (знать основные понятия, законы и правила, методы расчёта и анализа электрических цепей);

- электроника и схемотехника (знать основные понятия, классификацию приборов, принципы действия, применение, понимать работу электронных схем);

- электротехническое черчение (читать, понимать, анализировать схемы электрические принципиальные, разрабатывать комплект конструкторской документации на электронное изделие);

- CAD/CAM системы (владеть средствами автоматизированного проектирования печатных плат);

- 3D моделирование (уметь проектировать электронные модели изделий для печати на 3D принтере).

На первом курсе, в ходе учебной практики, обучающиеся должны:

- изучить основные виды электронных компонентов и радиодеталей, их классификацию, внешний вид (типы корпусов), назначение и применение, принципы действия и функционирования, технические и эксплуатационные характеристики;

- выбрать электронные компоненты и радиодетали для конкретного электронного устройства (электрической схемы или цепи), основываясь на понимании принципов работы и знании технических характеристик, выполнить необходимые расчёты;

- использовать средства автоматизированного проектирования электронных моделей твердотельных трёхмерных объектов для 3D печати;

- выполнить проверку (диагностирование) электронного изделия: выявить и устранить неисправности изделия на этапах изготовления и тестовой эксплуатации;

- оформить отчёт о прохождении практики в соответствии с требованиями и нормами оформления технической документации.

Для закрепления вышеперечисленных компетенций, в рамках практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, обучающиеся первого курса направления подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" выполняют:

- разработку структурной схемы автоматизированной системы управления;

- создание твердотельной модели корпусов элементов системы;

- сборку компонентов системы в единое целое;

- программирование алгоритма функционирования компонентов системы;

- диагностику неисправностей компонентов и выбор способов их устранения.

На втором курсе, в ходе учебной практики, обучающиеся должны:

- научиться применять средства автоматизированного проектирования печатных плат;

- выполнить разработку проекта и изготовить печатную плату фрезеровкой на станке с числовым программным управлением;

- изучить особенности правильного выполнения токопроводящего рисунка печатных плат, расположения элементов, выбора геометрических размеров и сверления технологических отверстий;

- изучить виды и характеристики стеклотекстолита фольгированного, способы его обработки;

- выполнить сборочные операции электронного изделия в соответствии с технологией пайки проводов и электронных компонентов;

- оформить отчет о прохождении практики, включающий конструкторскую документацию на разработанное электронное изделие в соответствии с требованиями ЕСКД (единой системы конструкторской документации).

Для закрепления вышеперечисленных компетенций, в рамках практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, обучающиеся второго курса направления подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" выполняют следующие виды работ:

- разработка печатной платы для создания готового устройства (например, платы таймера с функцией задержки, цифрового потенциометра на транзисторах, акустического реле, преобразователей ток-напряжение или напряжение-ток, реле с датчиком движения и другие);

- проведение эксперимента с целью проверки работоспособности изготовленной печатной платы и гипотезы для фактора, влияющего на корректное функционирование устройства;

- модернизация существующей лабораторной или практической работы по ранее изученной в ходе учебного процесса дисциплине с использованием устройства, разработанного практикантом;

- оформление конструкторской документации на разработанное электронное изделие.

Таким образом, авторами статьи предложен комплексный подход к проведению учебной практики обучающихся, который интегрирует теоретические и практические знания, навыки и умения, с учётом специфики профессиональной деятельности обучающихся по электротехническим специальностям и направлениям подготовки в высшей школе.

### **Библиографический список**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриат).

2. Основная образовательная программа подготовки по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств".

# **БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ**

## Особенности применения электротехнических систем на базе тепловизора для безопасного мореплавания и спасания людей на море

**Власов А. Б., Буев С. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: vlasovab@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В современное время использование тепловизора и техники, в которую он внедряется, значительно расширилось. Во многом это связано с понижением стоимости таких устройств, уменьшении размеров и усовершенствовании их характеристик. Идея обнаружения людей в темноте с помощью тепловизора не нова, но предлагаемый в настоящей статье способ оригинален тем, что для обнаружения людей в море, необходимо оборудовать спасательные жилеты и гидрокостюмы элементами, которые будут идентифицироваться тепловизорами.

**Abstract.** In modern times, the use of the thermal camera and the equipment into which the thermal camera is introduced has expanded significantly. This is largely due to a decrease in the cost of such devices, a reduction in the size of thermal cameras and the improvement of its characteristics. The idea of detecting people in the dark with a thermal camera is not new, but the method proposed in this article is original in that life jackets and wetsuits must be equipped with devices that help to detect people in the sea by thermal camera.

**Ключевые слова:** тепловизор, море, температура, гидрокостюм, спасательный жилет, Арктика, видимость, темнота, туман, яркий свет

**Key words:** thermal camera, sea, temperature, wetsuit, life jacket, Arctic, visibility, darkness, fog, glare

**Использование тепловизора в судовождении.** Известно, что морская радиолокация имеет трудности с обнаружением ледовых образований в море, в связи со слабостью отраженного сигнала и высоким уровнем помех. При этом возникает опасность в столкновении морского судна с ледовыми объектами, такими как торос, несяк и айсберг.

Длительная продолжительность полярной ночи в Арктических широтах предъявляет дополнительные трудности обнаружения ледовых препятствий.

Фактически ночью судоводитель может видеть только следующее (рис. 1).

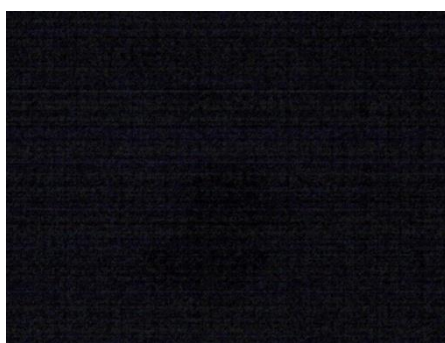


Рисунок 1 – Видимость в полярную ночь

Однако с помощью тепловизионной техники могут решаться задачи обнаружения ледовых объектов в процессе судовождения, особенно в темное время суток и во время плохой видимости, за счёт регистрации собственного инфракрасного излучения ледовых образований.

Если капитан использует на мостике тепловизор, он может получить следующее изображение, называемое термограммой (рис. 2). Таким образом, лёд может быть обнаружен даже ночью, из-за разницы его температуры и температуры окружающей его воды (рис. 2).

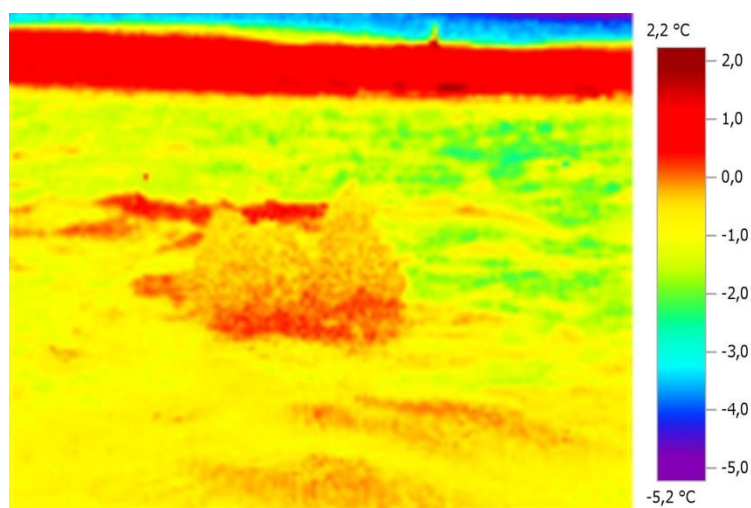


Рисунок 2 – Обнаружение льда на термограмме

Особую роль при использовании тепловизора играет коэффициент излучательности определяемых объектов.

В табл. 1 представлены значения коэффициентов излучения для некоторых материалов и веществ.

Таблица 1– Значения коэффициентов излучения

Материал поверхности	Коэффициент излучения $\epsilon$
Лед	0,97
Вода	0,95–0,96
Снег	0,89
Железо	0,31

Из этой таблицы, становится очевидным, что лёд обладает коэффициентом излучения близким к черному телу, и поэтому может быть хорошо определяем тепловизором в море.

После обнаружения льда и записи его в память тепловизора, мы можем произвести обработку термограммы и получить следующие варианты изображений (рис. 3, рис. 4).



Для определения температуры в разных точках, построения гистограмм и температурных профилей можно воспользоваться программой обработки данных (рис. 5).

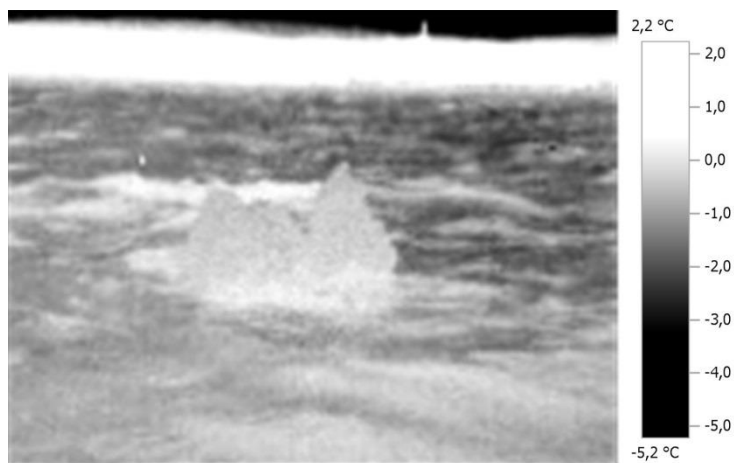


Рисунок 3 – Термограмма, режим "шкала серого"

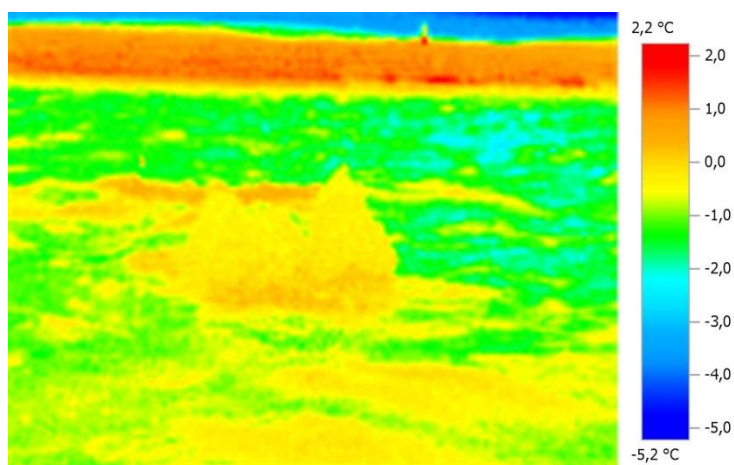


Рисунок 4 – Термограмма, режим "холодный – теплый"

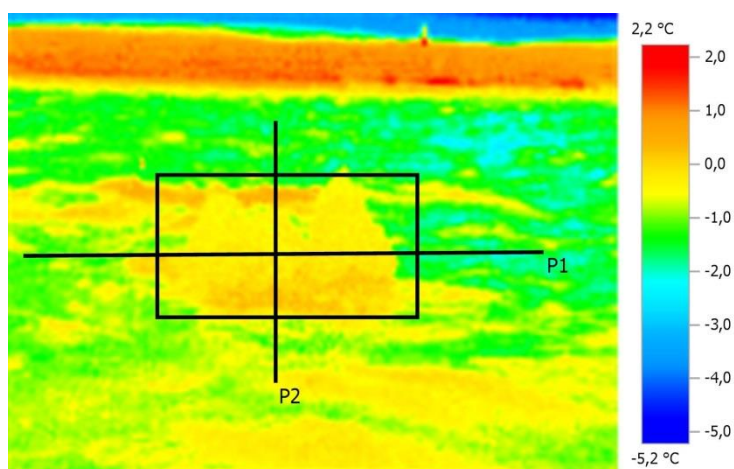


Рисунок 5 – Задание области для анализа на термограмме

В итоге получаем гистограмму (рис. 6) и температурные профили: вертикальный и горизонтальный (рис. 7).

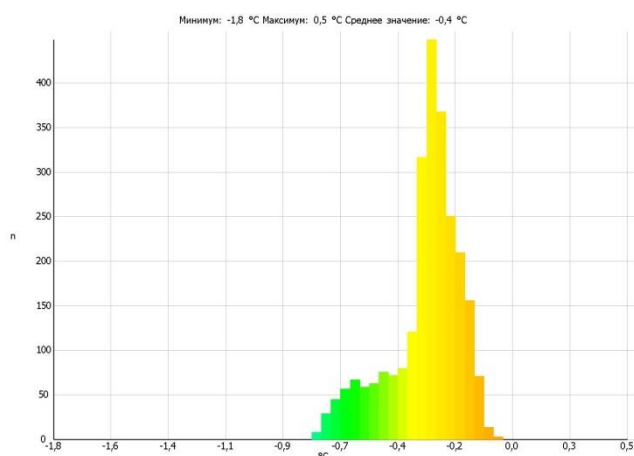


Рисунок 6 – Гистограмма

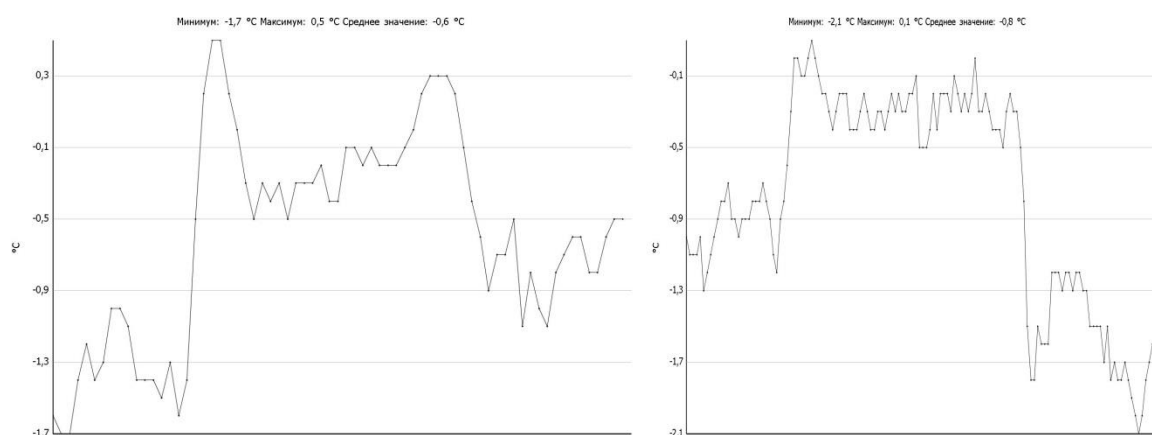


Рисунок 7 – Температурный профиль вертикальный и горизонтальный

Анализ полученных графиков и диаграмм позволяет выявить особенности ледового образования, его максимальную и минимальную температуру, границы поверхности.

**Использование тепловизора во время проведения поисково-спасательных операций.** Тепловизор может быть использован для поиска людей на море в случае чрезвычайных ситуаций, и нам известно, что наши норвежские партнеры используют тепловизионную технику во время поисково-спасательных операций для поиска людей с использованием вертолетов.

Однако гидрокостюмы, как известно, обладают термоизоляцией и не пропускают тепло, поэтому при нахождении человека в воде, его температура сравнивается с температурой моря, разница температур пропадает, соответственно, вероятность обнаружения людей с помощью тепловизионного оборудования падает.

В связи с этим, нами выдвигается предложение по оснащению гидрокостюмов специальными нагревательными элементами, которые в случае погружения в воду, будут источниками постоянного инфракрасного излучения для идентификации с помощью тепловизора (рис. 8). Подобным образом могут быть оборудованы также спасательные плоты. Установка нагревательного элемента не вызовет большого подорожания стоимости гидрокостюма.



Рисунок 8 – Нагревательные элементы на гидрокостюме

Недавняя трагедия с траулером "Дальний Восток" очередной раз показала, что спасательные операции прекращаются в темное время суток. И возобновляются только с рассветом. Если бы устройства на спасательных плотках и гидрокостюмах смогли излучать инфракрасное излучение, их можно было бы идентифицировать в темноте, в этом случае спасательные операции по поиску и спасению могли бы продолжаться и днем, и ночью, что существенно бы повысило вероятность спасения людей и сократило издержки на проведение спасательных операций.

**Применение тепловизора для поиска загрязнений на море.** На рис. 9 представлены термограмма и фотография куска льда с загрязнением на поверхности.

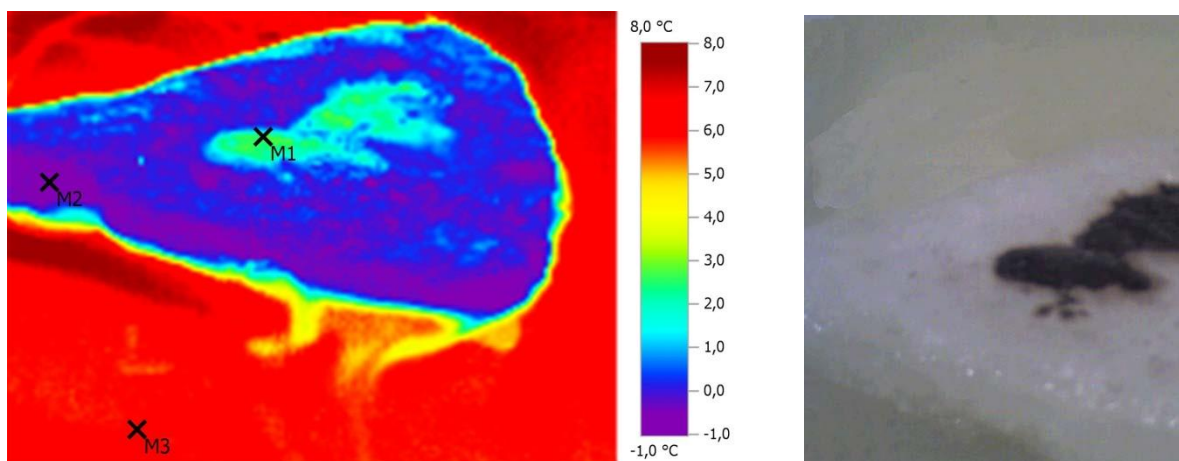


Рисунок 9 – Термограмма и фотография льда с загрязнением

На термограмме обнаружена неоднородность теплового поля льда. Температура загрязнения на 4 градуса выше температуры остальной поверхности льда (табл. 2).

Таблица 2 – Таблица измерений

№ точки	Темп. [°C]
M1	3,0
M2	-0,9
M3	5,9

На рис. 10 представлены термограмма и фотография, сделанные в темноте. На фотографии невозможно идентифицировать лёд.

Данные снимки характеризуют идею поиска загрязнений на ледовых образованиях в море с помощью тепловизионной техники. Учитывая, что

1) загрязнения имеют разницу температуры со льдом, следовательно, могут быть идентифицированы с помощью тепловизора.

2) в условиях полярной ночи, работы по поиску загрязнений могут не останавливаться.

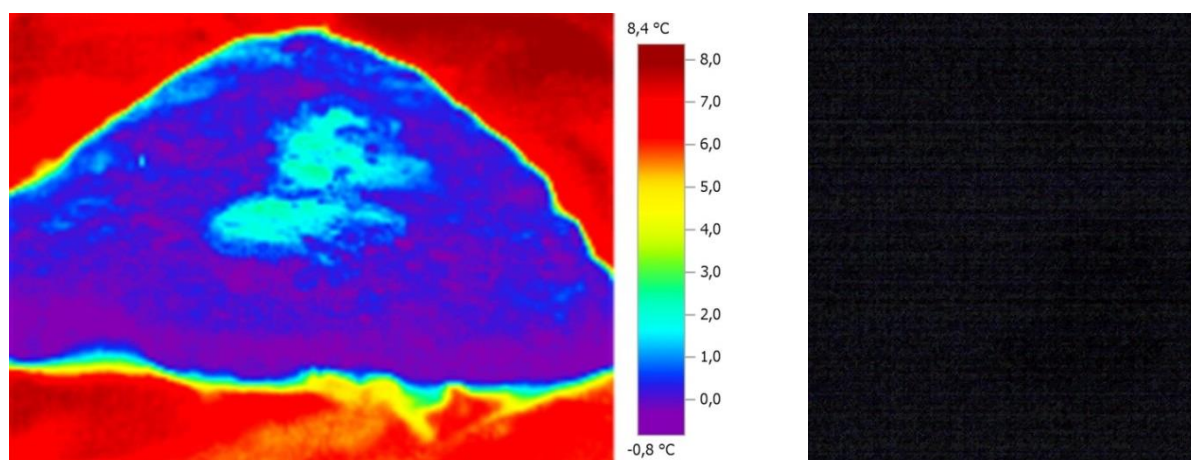


Рисунок 10 – Термограмма и фотография льда с загрязнением, сделанные в темноте

**Заключение.** Тепловизионное оборудование может применяться для повышения безопасности мореплавания путем поиска ледовых образований во время навигации, что особенно актуально в Арктических широтах в условиях продолжительной полярной ночи.

Полученные тепловизионные данные могут обрабатываться посредством специальных прикладных программ для более четкой идентификации навигационных препятствий и получения дополнительной информации об объектах.

Необходимо пользоваться возможностями тепловизионной техники при проведении поисково-спасательных операций. И рассмотреть вопрос об оснащении гидрокостюмов и спасательных плотов нагревательными элементами, чтобы обеспечить возможность поиска людей в море с помощью тепловизора.

Тепловизионная техника может быть использована для обнаружения загрязнений на ледовых образованиях в море.

### **Библиографический список**

1. Власов А. Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики. – М.: Колос, 2006. – 280 с.
2. Власов А., Буев С.А. Некоторые вопросы контроля судна в морском порту // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. Морская техника и технология. – 2016. – № 3. – С. 107–112.

## Гарантированный результат при проведении судовых контрольных операций

**Матонин А. В., Пеньковская К. В., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения, e-mail: kseniamgtu@rambler.ru)

**Аннотация.** При разработке контрольных процедур по оценке состояния готовности судна к ледовому плаванию естественный интерес представляет решение конкретной задачи построения механизма контроля, который даже в случае неполной информированности относительно состояния будущего ледового плавания даст возможность получить (с точностью до некоторого заданного  $\varepsilon > 0$ ) гарантированный результат. Этот результат позволяет обеспечить администрацию судна гарантированной и максимальной эксплуатационной информацией, при минимальном времени выполнении самой контрольной процедуры.

**Abstract.** In developing control procedures for assessing the state of a ship's readiness for ice navigation, it is of natural interest to solve the specific problem of constructing a control mechanism that, even in the case of incomplete knowledge of the state of future ice navigation, will make it possible to obtain (accurate to some given  $\varepsilon > 0$ ) guaranteed result. This result allows the ship administration to be provided with guaranteed and maximum operational information, with a minimum time to complete the control procedure itself.

**Ключевые слова:** контрольная процедура, гарантированный результат, готовность судна, ледовое плавание, эксплуатационная безопасность

**Key words:** control procedure, guaranteed result, vessel readiness, ice navigation, operational safety

Международная морская организация (ИМО) приняла Международный кодекс для судов, плавающих в полярных водах (Полярный кодекс (МПК)) и соответствующие поправки, чтобы сделать его обязательным в рамках международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС) и Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ). Положения Полярного кодекса, связанные с Международной конвенцией СОЛОС 74/78 были приняты на 94-й сессии Комитета ИМО по безопасности в 2014 г. В тоже время экологические положения, связанные с выполнением положений Международной конвенции МАРПОЛ были приняты Комитетом по защите морской среды на 68-й сессии в марте 2015 г. Кодекс стал обязательным для исполнения 1 января 2017 г., при этом целью кодекса является – обеспечение безопасной эксплуатации судов и защита полярной среды от характерных для полярных областей Земли опасностей (рисков).

Подготовка к плаванию в ледовых условиях должна вестись с целью обеспечения нужного уровня безопасности судоходной компанией. Поэтому капитаны судов по информации, полученной в процессе реализации контрольной процедуры, должны оценить готовность судна к безопасному плаванию в ледовых условиях при эксплуатирующихся или восстановленных элементах судовых технических средствах методом замены резервными элементами. Кроме того контрольная процедура должна предлагать использование аналитического выражения для показателя технических средств и судна в целом готовности к безопасному ледовому плаванию с учетом структуры комплекса операций технического обслуживания, характеристик надежности и достоверности результатов контроля.

В работе [1] показано, что контрольная процедура по оценке готовности судна к плаванию в ледовых условиях должна состоять из однородных операций, время выполнения которых можно принять за взаимно независимые величины. В рамках этого допущения в работе [1] была сформулирована и решена задача по оптимальному выбору объема контролируемых судовых элементов при ограничении на время действий с учетом отказов и ошибок человеческого элемента, возникающих при исполнении процедуры контроля в течении времени проведения такой проверки. При этом задача оптимизации процедуры контроля технических средств судна, готовящегося к плаванию в ледовых условиях, должна включать в себя некоторое конечное число технических средств, которые в свою очередь обязаны в течении всего времени предстоящего плавания функционировать, обеспечивая безопасную эксплуатацию судну.

В работе [2] предложен вариант поиска множества судовых технических средств, проверка которых максимизирует в условиях плавания во льдах вероятность безотказной работы судна в целом к моменту окончания контрольной операции при ограничении сверху на время контроля. Кроме того в этой работе показано, что можно получить такую последовательность элементарных проверок, которая будет отвечать условию максимума вероятности безотказной работы системы технических средств в момент их выключения. При этом для контрольной процедуры была составлена целевая функция, которую можно получить методом динамического программирования в виде  $n$ -шагового процесса и использовать при составлении модели процедуры оценки готовности к плаванию в ледовых условиях.



Дополнительно в работе [2] была предложена расчетная схема по определению числа и порядка контроля технических средств, обеспечивающих максимум вероятности показателю готовности судна к ледовому плаванию.

Однако разработка оптимальной контрольной процедуры по оценке готовности судна к ледовому плаванию в рамках условий определенных в работах [1; 2] не позволяют получить гарантированный результат контроля, когда необходимо обладать максимальным количеством информации при минимальном времени проведения такой процедуры. Далее, чтобы составить контрольную процедуру по оценке состояния готовности судна к ледовому плаванию положим, что имеет место стремление к максимизации некоторой вещественной функции  $f = f(T, I)$ , которая является показателем надежности контрольной процедуры. Пусть эта функция  $f = f(T, I)$  определена и непрерывна на конечном векторном произведении  $T \times I$ . Это векторное произведение определяет пространство "время выполнения процедуры – количество информации полученной по результатам контроля", а сама контрольная процедура выполняется в этом пространстве и может быть выполнена после выборе вектора  $t \in T$  характеризующего интервал контрольных действий.

При ледовом плавании интересы судна всегда отождествляются со стремлением к максимизации более общей непрерывной вещественной целевой функции вида  $\Phi = \Phi(t, I)$ . Такая целевая функция кроме требований к выполнению контрольной процедуры включает требования по безопасной эксплуатации судна, которые выполняются путем обеспечения безопасности ледового мореплавания.

Практически максимизировать функцию  $\Phi = \Phi(t, I)$  можно, если выбор временного интервала  $t \in T$  выполнять на произвольном компакте банахова пространства  $T$ . Такое допущение позволяет, в частности, функционально связать интервал времени проведения процедуры  $t$  и количество информации  $I$  о состоянии судовых технических средств и далее использовать в модели целевой функции, определенной зависимостью вида  $t = t(I)$ .

Порядок выбора переменных по оценке состояния готовности судна к ледовому плаванию, в рассматриваемом "информационно-временном пространстве", должно быть таким. Сначала капитан судна по рейсового задания выбирает время  $t \in T$ , а затем уже при известной величине  $t$  реализуется выбор технических средств, контроль которых позволит получить максимальную информацию о готовности судна к ледовому плаванию. Далее при составле-



нии и реализации контрольной процедуры можно предположить, что известны параметрические представления функций  $\Phi$ ,  $f$  и множеств  $T$ ,  $I$ , но в тоже время нет данных об истинном состоянии условий плавания. Поэтому при составлении конкретной контрольной процедуры следует считать, что состояние безопасности плавания, дополнительно следует определяться координатами вектора  $r$ , который отражает характер и условия будущего полярного плавания.

В тоже время при проведении контрольной процедуры может быть известно лишь векторное множество  $\Omega = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ ,  $n < \infty$ , определяющее-возможный характер плавания и возможные значения параметров, определяющих безопасность ледового плавания. Если в процессе контрольной процедуры появляется необходимость в получении недостающей эксплуатационной информации, то дополнительные данные могут быть получены в рамках метода "встречного способа формирования данных".

Суть метода "встречного способа формирования данных" заключается в том, что запрос на недостающую информацию  $\lambda$ , подается в виде отображения записанного так

$$\lambda = \lambda^*(s), \lambda^* : \Omega \rightarrow \bigcup_{r \in \Omega} I^r$$

с предварительной оценкой параметров безопасности будущего ледового плавания в виде векторной оценки  $s \in \Omega$  истинного значения вектора  $r$ .

Тогда контрольная процедура по оценке состояния готовности судна к плаванию в ледовых условиях составленная для пространства "время выполнения процедуры – количество информации полученной по результатам контроля" должна удовлетворять целевой функции, записанной так

$$K(r) = \min_{t \in T} \max_{\substack{I \in \text{Argmax}_f^r(t, I) \\ I \in I^r}} \Phi^r(t, I) \quad (1)$$

Составленная модель целевой функции (1) для контрольной процедуры показывает, что эта процедура должна обеспечивать получение максимально гарантированного результата в виде необходимой эксплуатационной информации, но при обязательном условии полной информированности относительно характера и безопасности будущего ледового плавания. Полная информированность может быть обеспечена лишь в том случае, если множество  $\Omega$  включает в себя только одну точку  $s = r$ . Именно поэтому модель целевой

функции (1) позволяет получить оценку сверху состояния готовности судна к ледовому плаванию при неполной информированности судовой администрации о векторном параметре состояния будущего ледового плавания. Блок-схема процесса разработки контрольной операции с учетом целевой функции (1) представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Блок-схема процесса разработки контрольной процедуры с учетом заданной целевой функции

С физической точки зрения модель функции (1) отражает присущие любому процессу контроля средствами повышенной опасности, поскольку соответствует требованию, при котором, в не зависимости от состояния судна процедура минимально короткая, но информационно ёмкая.

Такой прием формирования контрольной процедуры позволяет лицу, принимающему решения (капитану судна), иметь временное резервирование при подготовке к ледовому плаванию.

При такой постановке задачи по проведению процедуры естественный интерес будет представлять конкретная задача построения механизма контроля, который даже в случае неполной информированности относительно

состояния будущего ледового плавания даст возможность получить (с точностью до некоторого заданного  $\varepsilon > 0$ ) результат (1). Этот результат выражается в возможности обеспечить администрацию судна гарантированной и максимальной эксплуатационной информацией, при минимальном времени выполнении контрольной процедуры.

### **Библиографический список**

1. Anisimov A. N., Razvozov S. Y., Menshikov V. I. Optimization of the Control Scope of Technical Means of the Vessel during Assessment of its Readiness for Sailing in Ice Conditions // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8. – Iss. 38. – P. 308–311. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijrte.c1068.1083s19>.

2. Anisimov A. N., Razvozov S. Y., Menshikov V. I. Assessment of the Time for Vessels Readiness to Sail in Ice Conditions // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8.– Iss. 38. – P. 363–366. DOI: <https://doi.org/10.35940/ijrte.c1077.1083s19>.

## **Процесс актуализации процедур управления состояниями судовых операций**

**Пеньковский Д. В., Анисимов А. И., Меньшиков В. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения, e-mail: penkovskayakv@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** Составлен алгоритм актуализации процедуры безопасного управления (логической программы) состоянием судовой операции, которая представляет собой итеративный процесс, обеспечивающий процедурой достижения поставленной цели, а именно безопасному и эффективному выполнению судовой ключевой операции.

**Abstract.** An algorithm has been compiled for updating the safe management procedure (logical program) of the state of the ship operation, which is an iterative process that provides the procedure for achieving the goal, namely, the safe and efficient implementation of the ship key operation.

**Ключевые слова:** процедуры управления, судовые операции, процесс актуализации процедур

**Keywords:** management procedures, ship operations, process update process

Разрешение проблем связанных с повышением эффективности эксплуатации технических средств и обеспечением безопасности мореплавания судна в эксплуатационных, нестандартных и аварийных ситуациях можно считать важными и актуальными направлениями исследований, которые позволят повысить эффективность функционирования морской транспортной, нефтегазовой и рыболовной отраслей России. Степень разработанности проблемы показала, что разработка процедур по управлению состоянием безопасности судов может быть отнесена к слабоформализуемым.

Проблема разработки процедур по управлению состоянием безопасности судов в рамках проблемы слабоформализуемости заключается в построении взаимосогласованной внутренней и внешней саморегуляции системы "судно – окружающая среда – человеческий элемент". При взаимодействии структурообразующих факторов этой системы процедуры обладают свойствами динамичности, нелинейности, многомерности и противоречиями целей управления. Окончательно сформулированных общетеоретических методов анализа и синтеза процедур в многомерных нелинейных системах по безопасному управлению состоянием судна в настоящее время нет. Причинами этого являются: не выполнение принципа суперпозиции; использование разнообразия классов функций для описания динамики нелинейных систем; при

различных режимах функционирования системообразующих факторов и при переходах из режима в режим возникает разнообразие требований к качеству процессов; различные уровни сложности управляемых и управляющих системообразующих факторов.

Задачу по составлению процедуры по управлению безопасным состоянием судна и ее решение можно отнести к центральной проблеме современной теории по обеспечению безопасности мореплавания, формально можно представить схемой представленной на рис. 1. Из этого рисунка следует, что основная формальная модель по составлению процедуры управления состоянием безопасности в СУБ судна может быть представлена следующей последовательностью операций:

- контентным анализом  $K(\cdot)$  получить теорию судовой операции  $T_0$

$$S_0 \xrightarrow{K(\cdot)} T_0$$

- по теории системы  $T_0$  составить структуру судовой операции  $\Sigma_0$

$$T_0 \xrightarrow{\text{МКУБ}} \Sigma_0 \equiv (X_0, Y_0, Z_0)$$

- по структуре  $\Sigma_0$  формализовать судовую операцию как процесс вида

$$X_0 \xrightarrow{Z_0} Y_0,$$

где

$$Z_0 \equiv (R_0, Y_0, U_0, G_0) \equiv (R_0, \text{ЛП}_0).$$

Тогда логическая программа действий  $\text{ЛП}_0$  (процедура управления операцией) при фиксированной цели  $R_0$ , может быть представлена матрицей вида

$$\text{ЛП}_0 \equiv \begin{vmatrix} Y_{01}, U_{01}, G_{01} \\ Y_{02}, U_{02}, G_{02} \\ \dots, \dots, \dots \\ Y_{0n}, U_{0n}, G_{0n} \\ Y_0, 0, 0 \end{vmatrix}$$

где  $Y_{0n}$  – состояние операции;  $U_{0n}$  – управление состоянием операции;  $G_{0n}$  – необходимый ресурс, обеспечивающий достижение цели  $R_0$ , при реализации судовой операции.

Заключительным этапом алгоритма по составлению процедуры управления операцией является ответ на вопрос – способна ли составленная процедура (ЛП<sub>0</sub>) обеспечить достижение цели по безопасному выполнению судовой операцией R<sub>0</sub>. Из рис. 1 следует, что дальнейшее расширение (актуализация) модели процедуры управления должно быть выполнено, если логический оператор покажет, что не существует возможности в процессе реализации операции получить заданную цель.

### Контентный анализ описаний операций из литературных источников

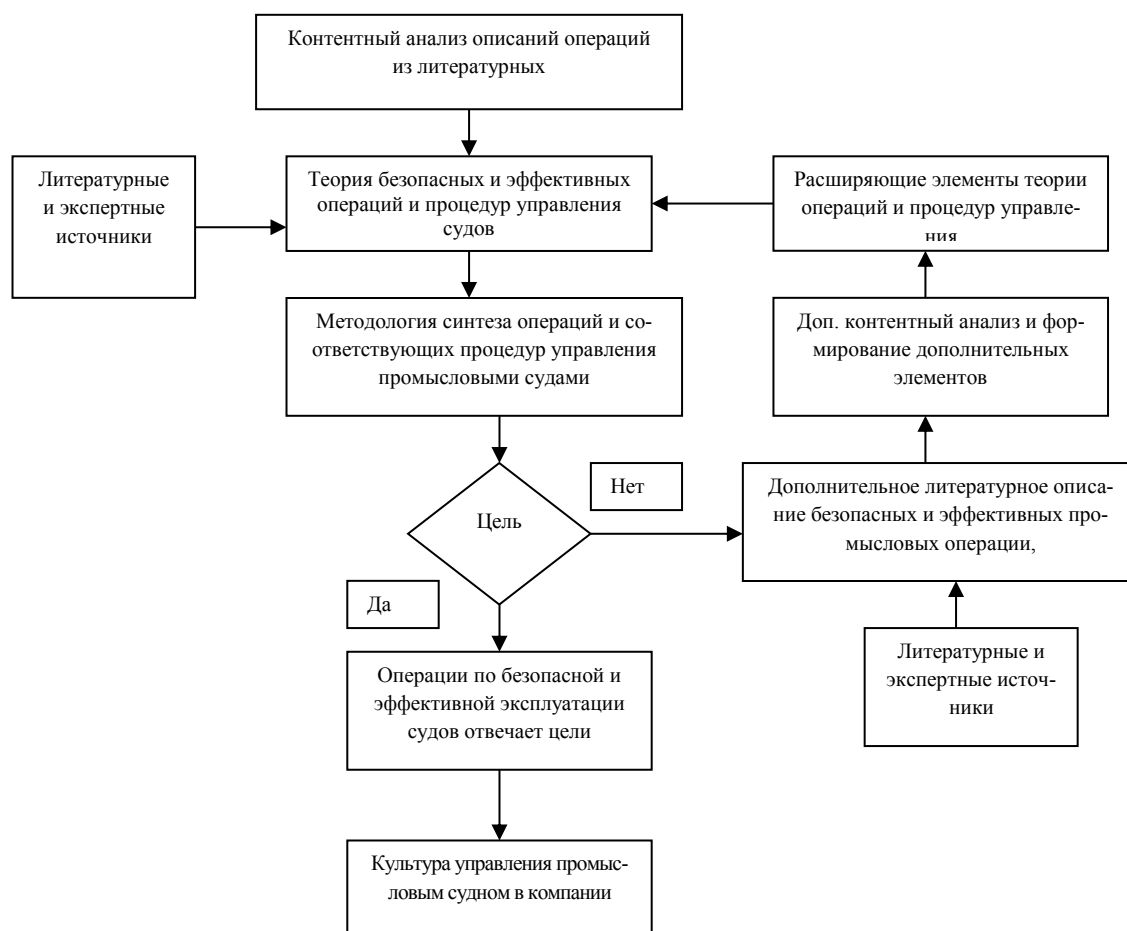


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма актуализации процедуры управления судовой операцией

Расширенная модель процедуры управления состоянием безопасности должна дополнительно включать в себя следующую последовательность операций:

– контентный анализ  $K(\cdot)$  расширенного сценария  $S_p$  и составление расширенной теории операции  $T_p$

$K(\cdot)$

$$S_p \rightarrow T_0 + \Delta T_p \equiv T_p;$$

– составление расширенной структуры  $\Sigma_p$  операции

$$T_p \xrightarrow{\text{МКУБ}} \Sigma_p \equiv (X_p, Y_p, Z_p);$$

– описания расширенной операции как расширенного процесса

$$X_p \xrightarrow{Z_p} Y_p,$$

где

$$Z_p \equiv (R_p, Y_p, U_p, G_p) \equiv (R_p, \text{ЛП}_p).$$

– составления расширенной логической программы действий  $\text{ЛП}_p$  (процедура управления операцией) при фиксированной цели  $R_p$ , представленной в виде матрицы вида

$$\text{ЛП}_p \equiv \begin{vmatrix} Y_{p1}, U_{p1}, G_{p1} \\ Y_{p2}, U_{p2}, G_{p2} \\ \dots \dots \dots \\ Y_{pn}, U_{pn}, G_{pn} \\ Y_{pn}, 0, 0 \end{vmatrix},$$

где  $Y_{pn}$  – состояние;  $U_{pn}$  – управление;  $G_{pn}$  – ресурс.

В общем случае алгоритм по составлению актуализированной процедуры управления состоянием судовой ключевой операции должно состоять из шести последовательных этапов. Так на первом этапе используется контентный анализ лингвистических данных, полученных из литературных источников и от экспертов, и осуществляется выделение элементов теории операций и процедур управления состоянием безопасности, обеспечивающей эксплуатацию добывающих судов компании на промысле с минимумом рисков.

На втором этапе алгоритма в рамках полученной теории соответствующей методологии синтеза результатов контентного анализа лингвистических данных составляются модели безопасного и эффективного проведения промысловых операций, представленных в виде фиксированных процедур управления.

На третьем этапе алгоритма выполняется оценка промысловых операций, представленных в виде фиксированных процедур управления, по критериям безопасности и эффективности и принимается окончательное решение о возможности их практического применения. При этом если составленное описа-

ние операции и процедуры управления позволяет реализовывать поставленную цель, то они включаются в культуру управления промысловыми судами рыболовной компании. В противном случае возникает необходимость в расширении модели операции и процедуры управления.

На четвертом этапе алгоритма выполняется дополнительный сбор информации и составляется расширенное лингвистическое описание операций и процедур управления, а по данным контентного анализа выделяются дополнительные элементы теории, расширяющие теорию исходных моделей.

На пятом этапе алгоритма полученные дополнительные элементы теории, расширяющие теорию исходных моделей, вносятся в перечень основной теории, и процесс синтеза безопасных и эффективных операций и процедур управления повторяется (этапы один – три) до получения нужной оценки.

На шестом этапе алгоритма расширенные модели безопасных и эффективных операций и процедуры управления состоянием промыслового судна утверждаются руководством и включаются в культуру управления судами компании.

Таким образом, алгоритм программно-целевой разработки процедуры безопасного управления (логической программы) состоянием судовой операции представляет собой итеративный процесс, обеспечивающий процедурой достижения поставленной цели, а именно безопасному и эффективному выполнению судовой ключевой операции.

### **Библиографический список**

1. Особенности эксплуатации судов компаниями с интегрированной системой менеджмента / В. И. Меньшиков, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская, Д. В. Пеньковский. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. – 195с.

2. Позняков С. И., Меньшиков В. И. Методы разрешения нештатных ситуаций при управлении судовыми технологическими процессами. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – 184 с.: ил.

3. Пеньковская К. В., Меньшиков В. И. Методы формирования транспарантных моделей несения вахты и их практическое использование. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. – 196 с.



**ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ  
АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ  
ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ  
В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

## **Обучение студентов иноязычному профессиональному общению на основе текстов по специальности в техническом вузе**

**Глухих Я. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра иностранных языков, e-mail: janaag@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается необходимость применения тактик обучения профессиональному общению через чтение. Характеризуется роль чтения иноязычных текстов по специальности в условиях межкультурной профессиональной коммуникации, перечисляются основополагающие признаки текстов, реализующих задачи профессионально ориентированного чтения и предлагаются критерии их отбора.

**Abstract.** This article deals with the peculiarities of foreign language teaching in a technical University. In the process of foreign languages learning in a technical high school much attention is paid to the reading of relevant texts, as it can be widely used in the future careers of students from the large number of scientific and technical information in a foreign language. Efforts should be focused on building skills of professional speech communication. The student must be prepared at least at the elementary level to exchange ideas on his field of study, chosen profession as well as everyday communication using simple foreign language.

**Ключевые слова:** иноязычная подготовка, уровень подготовки обучающихся профессионально ориентированное чтение, профессиональная коммуникативная компетентность, учебный процесс

**Key words:** foreign language training, students' communicative competence, professionally-oriented reading, the level of students' training, learning process

Среди профессиональных умений инженерно-технических работников в условиях активизации международного сотрудничества большое значение приобретают умения иноязычного профессионального общения как непосредственного, так и опосредованного. Тексты по специальности являются источниками практико-ориентированной информации и способствуют развитию мотивационной готовности студентов к иноязычному профессиональному общению.

В связи с тем, что каждый неязыковой вуз имеет свою профессиональную направленность и связан с конкретной отраслью хозяйственной деятельности, требуется произвести отбор содержания и методов обучения иноязычному общению в вузе технического профиля, включив в ситуативный диапазон тематических областей соответствующий языковой и речевой материал, отражающий специфику, например, автомобильной отрасли и будущей профессиональной деятельности студента.

В этом контексте сложно переоценить процесс обучения различным видам иноязычной речевой деятельности и, в частности, профессионально ориентированному чтению. Одним из условий выработки собственной образовательной стратегии для осуществления межкультурной профессиональной коммуникации является систематическая работа с иноязычными текстами, формирующая опыт иноязычного опосредованного общения. В сферу интересов специалиста включается ряд дополнительных явлений, в которых он приобретает разностороннее познание и обширный опыт. Тем самым развивается компетентность, опирающаяся на интеллектуально и личностно обусловленный опыт социально-профессиональной жизнедеятельности человека [3]. Таким образом, понятие компетентность в педагогическом аспекте предполагает наличие целого ряда компетенций, позволяющих осуществлять деятельность иноязычного профессионально ориентированного чтения. Чтение – это сложный, многокомпонентный процесс, поскольку для понимания и анализа информации текста студент должен использовать знания грамматики иностранного языка, знать лексику по специальности, применить навык компенсации недостатка понимания отдельных словосочетаний, пользуясь контекстом. Помимо поддержки и совершенствования логико-смысловых и когнитивных умений студентов, чтение с точки зрения методики выступает в качестве основы для развития продуктивных навыков иноязычной речи, а именно говорения и письма. Практика в чтении обеспечивает формирование информационной культуры в целом [4].

Работа с профильными текстами в техническом вузе начинается с начала учебного года первого курса. Однако к этому времени студенты еще не владеют терминологией своей специальности. Так как количество часов, выделяемых на практические занятия по иностранному языку для бакалавров, сокращено до 2 часов в неделю, уже в первом семестре учебного года необходимо подготовить студентов к работе с текстами по их специальности. На данном этапе эффективными будут научно-популярные тексты с профориентацией, а также повторение общих тем. Во втором семестре студенты уже имеют некоторое представление о своей специальности благодаря изучению некоторых вузовских дисциплин, включая "Введение в специальность". Студенты технического вуза склонны решать логические задачи, поэтому при обучении иностранному языку необходимо учитывать принцип проблемности, т. е. студенту надо предоставить возможность самому выводить

закономерности явлений в речи на основе примеров, сопоставлений с уже известным материалом или на основе созданной проблемной ситуации. Нужно создавать такие ситуации общения, где нужно решить задачи проблемного характера средствами иностранного языка, например, обсудить современные методы строительства и проектирования зданий или особенности эксплуатации транспорта в условиях города и т. п. Проблемная беседа может быть организована при работе в парах или микрогруппах.

Проблемный подход к практике речи возможен только тогда, когда студенты владеют достаточными языковыми средствами и неязыковыми знаниями для решения поставленных экстралингвистических задач. В противном случае возникает разочарование, разрушение положительной мотивации обучения иностранному языку, поэтому преподавателю необходимо тщательно отбирать проблемные ситуации, которые создаются на практических занятиях, а также соотносить их с уровнями языковой и подготовки студентов по специальности [1].

В результате применения принципа проблемности учебная деятельность, во-первых, начинает имитировать подлинное речевое общение, связанное с решением задач и проблем. Во-вторых, обеспечивается максимальный учет возрастных и интеллектуальных особенностей и возможностей студентов, а также их интересов, возрастает положительная мотивация при изучении иностранного языка, который на таких занятиях выступает в своей основной функции – средства получения и передачи новой информации.

Как правило, механическое заучивание вызывает у студентов отрицательную реакцию. Наиболее эффективным является смысловое запоминание, поэтому на практических занятиях по иностранному языку в техническом вузе необходимо использовать такие задания, которые давали бы возможность усваивать материал не путем простого заучивания, а включением его в сложную мыслительную или коммуникативную деятельность. В результате возникает произвольное запоминание, для которого характерны легкость и прочность усвоения, а также оперативная готовность усвоенного.

В процессе обучения иностранному языку в техническом вузе главное место отводится чтению специализированных, т. е. профильных текстов, так как именно чтение может найти наиболее широкое применение в будущей профессиональной деятельности студентов из-за большого количества научно-технической информации на иностранном языке. Чтение специализирован-

ного текста необходимо начинать с первичной прогнозирующей установки, чтобы в результате добиться правильного, соответствующего контексту понимания отдельных слов и предложений, так как каждое из них будет восприниматься исходя из общего содержания текста. Иначе студенты будут следовать от слова к слову с помощью словаря, причем, как правило, студенты берут первое основное значение лексической единицы, которое может и не соответствовать контексту.

Преподавателю иностранного языка следует научить студентов обходить языковые трудности, т. е. не останавливаться на неизвестных студенту лексических и грамматических явлениях. Если непонимание касается нескольких слов или словосочетаний, их можно пропустить, смысл предложения, а затем и текста, в целом, можно понять. На практических занятиях по иностранному языку необходимо выработать у студентов навыки и умения чтения с различной глубиной понимания в зависимости от целей чтения. В связи с этим можно выделить просмотровое, ознакомительное и изучающее чтение. В техническом вузе ведущее место занимает ознакомительное чтение [2].

На всем протяжении занятий актуальной остается проблема отбора учебного материала, подлежащего усвоению, так как в техническом вузе именно текст служит главным источником информации, а также базой для выражения собственных мыслей студентов. Так как студент постоянно работает с текстами, овладевает навыками чтения и понимания научных специализированных текстов, то он при необходимости устного изложения прочитанного материала использует ту лексику и ту грамматику, которые находит в тексте. Однако на практике часто бывает так, что в научных текстах используются лексические и грамматические формы, относящиеся к "периферии" научного речевого обихода и могут быть заменены без ущерба на часто употребляемые [3].

Накопление научной и специальной лексики, усвоение грамматических конструкций начинается с первого семестра изучения иностранного языка в вузе. Следует, как можно раньше, начинать работу по активизации коммуникативных средств, их вовлечение в разговорную речь студентов. На начальном этапе обучения количество пассивно усвоенных языковых единиц, как правило, опережает возможности их активного использования студентами в самостоятельном высказывании. Значительная смысловая сложность высказывания вступает в противоречие с недостаточной подготовленностью

студентов в плане самостоятельного активного использования в речи необходимого минимума лексических и грамматических средств.

Тексты для обучения должны иметь соответствующую степень трудности, оригинальность, определенную степень насыщенности терминологической лексикой. При отборе литературы преподаватель должен подготовить комплекс аудиторных упражнений, а также упражнения для домашней работы с нарастающими трудностями. Высказывание должно строиться от простого к более сложному, содержащему дополнительные члены предложения. Такой подход позволит студенту перейти от запоминания отдельных слов-понятий, готовых речевых образцов к самостоятельному их конструированию и комбинированию, а в дальнейшем и к применению в речи.

В этой связи на передний план выдвигается задача тщательного отбора текстов для обучения иноязычному профессионально ориентированному чтению, способствующих формированию профессиональной коммуникативной компетентности, информационной культуры студентов и обеспечивающих управление процессом обучения. С. К. Фоломкина [5] выделяет в зависимости от ряда условий релевантные признаки текстов, оптимально подходящих для профессионально ориентированного чтения: целостность; смысловая законченность; завершенность; соответствие адаптированных текстов характеристикам оригинальных текстов; языковая доступность; содержание, мотивирующее студентов; информационная насыщенность; величина текста. Учитывая данные параметры при отборе текстов, следует также принимать во внимание, что целью чтения студентов технических специальностей выступает не столько языковой материал, сколько информация, содержащаяся в них. Подобной точки зрения относительно ценности иноязычных текстов для обогащения информационной базы специалистов придерживается Е. В. Крылова [6].

Таким образом, обучение иноязычному чтению текстов по специальности обеспечивает, с одной стороны, решение задач, требующих специального учебного и содержательного контекста, а с другой – создает основу для развития продуктивных видов речевой деятельности и формирования профессиональной коммуникативной компетентности. Тщательный отбор текстов нужен для формирования оптимальной базы для обучения студентов технических специальностей иноязычному профессионально ориентированному чтению. Созданная подобным образом система текстов, определяемая

как макротекст, несет в себе большой потенциал при выборе способов организации аудиторной и внеаудиторной учебной деятельности студентов.

### **Библиографический список**

1. Тарнопольский О. Б. Методика обучения английскому языку на первом курсе технического вуза. – Киев : Выща школа, 1989. – 160 с.

2. Комарова Е. В. Этапы процесса обучения чтению и виды чтения на иностранном языке // Молодой ученый. – 2015. – №4. – С. 570–572.

3. Каргина Е. М. Особенности профильного обучения иностранному языку в контексте современных дидактических подходов // Гуманитарные научные исследования. – 2014. – № 6 (34). – С. 21.

4. Измайлова А. Г. Формирование иноязычной профессионально ориентированной коммуникативной компетентности у студентов неязыковых вузов : на примере специальности "Связи с общественностью" : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08. – СПб., 2002. – 223 с.

5. Фоломкина С. К. Обучение чтению на иностранном языке в неязыковом вузе. – М. : Высшая школа, 2005. – 253, [2] с.

6. Крылова Е. В. Дидактические основы организации макротекста для обучения иноязычному информативному чтению : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Пермь : Ротапринт Пермского гос. техн. ун-та, 1994. – 20 с.

## **Тенденции организации обучения английскому языку в техническом вузе**

**Дьяченко И. И.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра иностранных языков,  
*e-mail: mitten0@mail.ru*)

**Аннотация.** В статье раскрываются современные тенденции обучения английскому языку в техническом вузе.

**Abstract.** The article deals with modern tendencies at the lessons in English.

**Ключевые слова:** поиск информации, анализ, "группы сотрудничества", тематические исследования

**Key words:** information search, analysis, cooperation groups, theme researches

Проблема поиска "работающих" методов для пробуждения интереса обучающихся к занятиям волновала педагогов всех эпох. И наше время – не исключение. Интересное преподнесение материала, живой эмоциональный отклик и тщательно изученная проблематика – целевые установки педагога-практика.

Итак, что оказывается действенным в современном мире онлайн-конференций, электронной почты, текстовых сообщений, видеочатов и соцсетей? Какие рычаги могут подвести обучающихся в высшей школе к сознательному поиску информации, скрупулезному анализу её и появлению собственного мыслительного продукта? К каким методам прибегнуть преподавателю иностранного языка, чтобы посеянные семена дали всходы?

Интерактивными методами, которые действительно "работают" независимо от направления обучения, являются создание "групп сотрудничества" и "тематические исследования". Так, будущие кораблестроители, заранее подготовив материал по современным технологиям в кораблестроении с привязкой к грамматической теме "Неличные формы глагола", живо включаются в обсуждение проблемы, поделившись на 2–3 подгруппы, в каждой из которых 1 человек отслеживает частоту употребления причастных, инфинитивных, герундиальных конструкций. Подобный метод не только стимулирует ответственность и самостоятельность в подготовке информации, но и предоставляет студентам замечательную возможность попрактиковаться в навыках сотрудничества с однокурсниками, публичных выступлений. В процессе подобной работы у студентов максимально активизируются мысли-



тельные процессы, поскольку масса озвучиваемых точек зрения и подходов побуждает их к анализу и поиску оптимальных решений, формулированию выводов по современным технологиям, в особенности с учётом животрепещущей задачи строительства "экосудов".

Само занятие также важно проводить с учётом интерактивных технологий. Так, внимательно изучив аудиторию, установив визуальный контакт, можно прибегнуть к свободному перемещению по аудитории. Смена интонации голоса – также хороший инструмент для поддержания внимания. Вплетение исторических пластов в канву занятия – прекрасный способ активизации мыслительных процессов и визуализации описываемых технологий в строительстве судов. В последнем неопределима роль видеосредств, в особенности YouTube роликов с интервью англоязычных инженеров. На всём протяжении таких занятий всегда надо поощрять обучающихся высказывать своё собственное мнение с учётом изученных грамматических явлений,

Групповой просмотр тематического видеоролика даёт возможность по совсем свежему материалу провести обсуждение сразу после просмотра, слыша мнения однокурсников и должным образом реагируя на реплики. Это коренным образом отличает подобный вид работы от индивидуального просмотра.

Интерактивное занятие можно начать с чтения 2–3 параграфов по теме или просмотра короткого видеоролика на английском языке в рамках изучаемой проблематики. Затем студентов можно попросить составить список известных им технологий в кораблестроении. После углублённого изучения материала в основной части занятия, вопросов и обсуждений, обучающиеся объединяют уже имевшуюся информацию с новой. Очень важно дать понять, что у студентов уже есть фундамент для того, чтобы на его основе выстроить мощное здание под названием "Современные технологии". При этом немаловажным является неоднократное повторение педагогом базовых положений с учётом грамматических конструкций, которые помогут группе соединить ранее имеющиеся у них обрывочные сведения с вновь полученными знаниями. Для получения обратной связи с обучающимися не следует обходить вниманием ни вербальные, ни невербальные способы общения (мимика, жесты), поскольку этот арсенал немаловажен для корректировки стратегий обучения.

Благодаря динамичным средствам массовой информации студенты многократно эффективнее усваивают как лексический, так и грамматический ма-

териал. Содержание курса не будет резонировать как схоластическое умствование, оторванное от практической жизни. Наградой педагогу будут эмоциональный отклик и богатые остаточные знания.

### **Библиографический список**

1. Виленский М. Я., Образцов П. И., Уман А. И. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе. – 2-е изд. – М. : Педагогическое общество России, 2005. – 192 с.

2. Нестерова Н. В. Информационные технологии в обучении английскому языку // Иностранные языки в школе. – 2005. – № 8. – С. 102–103.

3. Петрова Л. П. Использование компьютеров на уроках // Иностранные языки в школе. – 2005. – № 5. – С. 57–60.

## **Парная работа как способ интенсификации процесса обучения иностранному языку в техническом вузе**

**Зыкова В. Н.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра иностранных языков, e-mail: vnzykova@inbox.ru)

**Аннотация.** Парная работа помогает интенсифицировать обучение иностранному языку. Парная работа может быть использована для как подготовительных, так и коммуникативных упражнений.

**Abstract.** Pair work helps to intensify foreign language teaching. Pair work can be used for both practice and communicative activities.

**Ключевые слова:** парная работа, групповая работа, порядок рассадки

**Key word:** pair work, group work, seating arrangement, pair building, open pair, closed pair

Среди организационных форм учебной деятельности обучающихся, а именно: фронтальной, индивидуальной, групповой и парной форм, последняя является одной из важнейших, так как способствует интенсификации этой деятельности в техническом вузе. Однако парная работа пока не получила должного распространения в практике преподавания иностранных языков в высшей школе в силу, главным образом, невозможности в полной мере контролировать работу обучающихся со стороны преподавателя и, как следствие, роста числа ошибок в их речи и использования ими родного языка.

Парная работа является "организационной формой коллективной работы", которая предполагает, что обучающиеся "в парах осуществляют совместную деятельность, направленную на решение поставленной задачи" [1, с. 180].

Парная работа может быть применена для выполнения различных упражнений, как-то: языковых, условно-речевых и коммуникативных упражнений.

Чаще всего парную работу на занятиях по иностранному языку в техническом вузе используют для тренировки лексического и грамматического материала. Обучающиеся, главным образом, выполняют упражнения на подстановку, заполнение пропусков и трансформацию. На завершающем этапе обучения преподаватели часто применяют парную работу для моделирования профессиональной коммуникации в деловых диалогах. Считается, что работа в парах больше подходит для занятий, посвященных закреплению уже пройденного материала"[2, с. 273].

Однако в методической литературе высказывается мнение о том, что "организация парной работы для выполнения подлинно коммуникативных

упражнений часто носит неуправляемый характер, что приводит к отрицательным результатам" [1, с. 180]. С этим мнением нельзя полностью согласиться, так как в случае тщательного планирования парной работы, разъяснения ее целей, показа примеров, моделей и предоставления обучающимся опор, схем и таблиц эта форма учебной деятельности осуществляется, как правило, успешно. Системное применение парной работы по подготовке деловых диалогов на практических занятиях по иностранному языку на старших курсах позволяет обучающимся чувствовать себя уверенно в реальной профессиональной коммуникации на практике.

Парная работа на занятиях по иностранному языку имеет несколько положительных моментов. В первую очередь, обучающиеся, взаимодействуя друг с другом в паре, имеют возможность говорить на иностранном языке в значительно большем объеме, нежели чем в случае, когда преподаватель организует фронтальную работу на занятии, когда их высказывания ограничены.

Во-вторых, обучающиеся работают практически самостоятельно. Работая в парах, им "приходится быть особенно внимательными, самим следить за ответами друг друга и исправлять ошибки" [2, с. 273]. В-третьих, преподаватель может уделить большее внимание тем, кто имеет сложности в освоении иностранного языка. В-четвертых, на занятии складывается более свободная обстановка, способствующая иноязычному общению.

Прекрасный пример парной работы предлагается в отечественной методической литературе [3, с. 102–103]: обучающиеся должны провести анкетирование в парах по теме и обобщить полученные данные в группе. Каждый заполняет анкету с новой лексикой и речевыми образцами. Обучающиеся, работая в парах, опрашивают друг друга по заданной схеме, записывают новую информацию и делают сообщения в группе, рассказывая о себе и своем товарище.

В результате такой парной работы закрепляется новая лексика и новые речевые образцы в заданном режиме с опорой на необходимые слова, структуры и схему развертывания диалогов и монологов. Новый языковой материал многократно повторяется. Деятельность обучающихся мотивирована необходимостью узнать новую информацию о своем собеседнике. Таким образом, результатом выполнения данного упражнения является новая информация на определенном уровне обобщения. Это языковое упражнение, выполняемое в паре, является интерактивным и творческим, а общение двух участников приближается к аутентичному.

Методисты подчеркивают важность взаимодействия обучающихся в ходе выполнения упражнений. Интерактивный характер приобретают упражнения, когда у обучающихся возникает потребность узнать новую для них информацию [3, с. 104]. Парная работа обеспечивает благоприятные условия для выполнения таких интерактивных упражнений.

Важным моментом в организации парной работы является мобильность обучающихся в паре, т. е. участники общения меняются. "Новый собеседник способен изменить и наше отношение к воспроизведению заученного наизусть диалога. Опыт показывает, что обучение диалогу в целом идет гораздо эффективнее, если пары постоянно меняются и ученики не знают, кто будет их партнером в очередной раз" [4, с. 56].

В отечественной и зарубежной методической литературе также нередко ставят вопрос о таком расположении рабочих мест в аудитории, чтобы это способствовало общению в процессе совместной деятельности [5, с. 38]. Для этого обучающиеся должны видеть лица друг друга, т. е. столы располагаются либо углом, либо вместе, чтобы было удобно работать в тройках и четверках после того, как они выполняли упражнения в парах.

Методисты оценивают предлагаемый объем заданий в парах (группах) по-разному. Одни считают, что количество заданий в упражнении и задача на закрепление правил для группы (пары) должно быть меньше, чем для индивидуально работающего ученика [5, с. 40].

Другие методисты полагают, что работа в парах позволяет обучающимся прочитать намного большее количество иноязычных текстов, нежели если им пришлось бы познакомиться со всем материалом самостоятельно [4, с. 55–56]. Они обмениваются информацией, записывают ключевые слова напротив поставленных преподавателем вопросов, отвечают на них и пересказывают не только свой текст, но и те новые данные, которые были получены от товарищей. Обучающиеся не повторяют дословно ни одного ответа, кроме того, они пересказывают свои тексты каждый раз словно заново, поскольку новый собеседник ждет их ответов, и с каждым новым собеседником ответ дополняется новой информацией, полученной от других.

Очевидно, что тщательно продуманная работа в парах позволяет интенсифицировать процесс обучения, но уровень языковой подготовки группы должен быть достаточно высоким, и обучающиеся должны уметь сотрудничать в парах и в группе в целом.

Все методисты придерживаются той точки зрения, что в паре или группе лучше работать ученикам с разным уровнем подготовки по иностранному

языку [5, с. 41], при этом сильный ученик помогает, консультирует и контролирует ученика с более слабыми знаниями. Методисты также предлагают соединять в парах тех, кто симпатизируют друг другу, а также тех, кто является антиподами: интровертов с экстравертами. В таком случае люди меняют свои привычные роли, и результаты работы могут подсказать направление дальнейшей работы [4, с. 56].

Обучение может быть организовано в открытых и закрытых парах. Участники открытых пар могут меняться. Их работа контролируется преподавателем и является основой для самостоятельной деятельности в закрытых парах с неизменным составом уже без помощи преподавателя [1, с. 213].

Парная работа вне зависимости от ее вида может быть организована уже на этапе усвоения нового материала. Ее целью становится контроль понимания и осмысления нового материала, проверка его усвоения и закрепление. Эта форма деятельности может быть применена на дальнейших этапах обучения.

Парную работу используют для обучения не только языковым аспектам, но и всем видам речевой деятельности.

Парная работа позволяет сделать процесс обучения иностранному языку более интенсивным, так как вовлекает обучающихся в активное иноязычное общение друг с другом.

### **Библиографический список**

1. Колесникова И. Л., Долгина О. А. Англо-русский терминологический справочник по методике преподавания иностранных языков = A handbook of english-russian terminology for language teaching. – СПб. : Рус.-Балт. информ. центр БЛИЦ : Cambridge university press, 2001.– 223 с.
2. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Словарь методических терминов (теория и практика преподавания языков). – СПб: Златоуст, 1999. – 472 с.
3. Гальскова Н. Д. Современная методика обучения иностранным языкам. Пособие для учителя. – М. : АРКТИ: ГЛОССА, 2000. – 165 с.
4. Соловова Е. Н. Методика обучения иностранным языкам: базовый курс: пособие для студентов пед. вузов и учителей. – М. : АСТ: Астрель, 2008. – 238 с.
5. Полат Е. С. [и др.]. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров. – М. : Academia, 2000. – 272 с.

## **Методические аспекты работы над пересказом на английском языке в техническом вузе**

**Мишинева А. К.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра иностранных языков, e-mail: [nastya012004@mail.ru](mailto:nastya012004@mail.ru))

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности работы над пересказом на английском языке, а также возникающие сложности и пути их преодоления.

**Abstract.** The article covers the specifics of working on retelling in English as well as the difficulties of it and the ways of overcoming them.

**Ключевые слова:** пересказ, навыки, трудности, компетенции, монологическое высказывание, преодоление трудностей

**Key words:** retelling, skills, difficulties, competencies, monologic speech, overcoming difficulties

Работа над таким видом речевой деятельности как пересказ на английском языке не заканчивается в рамках школы. Он становится одним из вариантов монологического высказывания и в высшем учебном заведении, в том числе и в техническом.

В этой статье рассматриваются формы применения пересказа, формирование навыков, необходимых для этого, а также трудности, возникающие у студентов во время подготовки пересказа и самого процесса пересказа. Наряду с этим предлагаются варианты преодоления этих трудностей. Выбор данной темы обусловлен обобщенными наблюдениями и анализом того, как бакалавры и магистранты справляются с таким заданием.

На практике выявляется необходимость систематической работы над пересказом: необходимость рассмотрения основных моментов и снятие трудностей. Успешная систематическая работа способствует повышению мотивации, внимания к содержанию пересказываемого и выработки навыков автоматизма у студентов.

Регулярная работа над пересказом в той или иной форме проводится со студентами и магистрантами на протяжении всего периода обучения. С бакалаврами пересказ текста может использоваться, например, для запоминания новой лексики и подготовки монологического высказывания в подобной, но новой речевой ситуации [1]. С магистрантами же умение пересказывать служит основой формирования навыков составления краткого изложения (summary), аннотации (abstract), доклада (report), обзора литературы (litera-

turereview) и др. Постепенно происходит усложнение: переход от пересказа текста общего характера до текста по специальности. Умение пересказывать необходимо и для научной деятельности в целом (работа с текстами и информацией во избежание ситуации плагиата). Пересказ также является и формой контроля знаний, умений и навыков: при работе с индивидуальным чтением и в формате экзамена.

Неоспоримым является тот факт, и это неоднократно отмечается в методической литературе, что улучшение умения пересказывать ведет к улучшению фонетических, лексических и грамматических навыков и к совершенствованию речи на английском языке в целом, а также развитию памяти и мышления. В широком понимании это способствует формированию коммуникативной компетенции.

Подготовка пересказа и сам процесс пересказа вызывают у обучающихся ряд сложностей: анализ и выбор наиболее важной информации, структурирование пересказа, сам пересказ (некоторым студентам вообще тяжело дается пересказ) и паника при отступлении от него. Также некоторые студенты пересказывают сначала на русском языке, а потом на английском, что можно считать ошибочным подходом к выполнению такого задания. К трудностям можно отнести и передачу содержания своими словами (перефраз) и злоупотребление словами и фразами из текста (в некоторых случаях просто зубрежка) из-за недостаточного лексического и грамматического запаса.

Каковы же пути преодоления выявленных сложностей? Во-первых, необходима работа над составлением плана пересказа: разделение текста на составляющие части, формулирование тезисов или ключевых вопросов для каждой части, выработка четкой структуры пересказа или применение универсальной. Также следует уделить внимание работе над уже составленным текстом пересказа или тезисов: хронология событий, причинно-следственные связи, логика изложения (исключение повторяющихся идей), примеры. Объем пересказа определяется тем фактом, является он кратким или полным. Во-вторых, запоминание и применение устойчивых выражений, фраз-клише, вводных слов, слов-связок, а также повышение общего уровня владения английским языком. Не менее важно выполнение такого рода задания на регулярной основе. Тренировка навыков пересказывать может выполняться с использованием разных типов заданий, которых достаточно много, например, ответить на вопросы по тексту, закончить предложения, найти инфор-



мацию, прокомментировать рисунок и др. Выполнение этих заданий обеспечивает систематическое применение и совершенствование навыка пересказа, т. е. практика. В-третьих, неоднократное воспроизведение самого пересказа (повторение) для лучшего запоминания фактического и лексико-грамматического содержания. Запоминанию пересказа также помогает прослушивание аудиозаписи текста, озвученного носителем языка (важна интонация говорящего). И не менее полезным приемом является аудиозапись и прослушивание своего пересказа, а также пересказ другому человеку с целью анализа и улучшения содержания и лексико-грамматического оформления пересказываемого. И немаловажную роль играют наглядные примеры, в частности, при работе над кратким изложением (summary), аннотацией (abstract), обзором литературы (literature review) и т. п.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что работу над пересказом можно проводить как на занятии, так и самостоятельно. Но к ней нужен продуманный подход, включающий анализ трудностей, с которыми сталкиваются студенты, и их преодоление. Этому способствует систематическая практика выполнения данного вида речевой деятельности в целом и разнообразных заданий на тренировку пересказа в частности, а также повышение общей языковой компетенции, что, в свою очередь, ведет к формированию общекультурных, профессиональных и универсальных компетенций у обучающихся в высшем учебном заведении.

### **Библиографический список**

1. Суханова А. М. Пересказ в обучении иностранному языку. – Режим доступа: <https://ped-kopilka.ru/blogs/ana-mihailovna-suhanova/pereskaz-v-obucheni-inostranomu-jazyku.html> (дата обращения: 22.10.2019).

2. Роль пересказа в изучении английского языка. Как научиться пересказывать любой текст. – Режим доступа: <https://www.ef.ru/englishfirst/english-study/articles/retelling.aspx> (дата обращения 22.10.2019).

3. Соловова Е. Н. Методика обучения иностранным языкам: базовый курс лекций: пособие для студентов пед. вузов и учителей. – М. : Просвещение, 2002. – 239 с.

**МИКРОБИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ  
И МЕДИЦИНА**

## **Анализ встречаемости холерного вибриона non O1/non O139 в водоемах Кольского района и г. Мурманска в 2013–2019 гг.**

**Алексеевская Е. А., Макаревич Е. В.** (г. Мурманск, ФБГОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: [alexskatherine@mail.ru](mailto:alexskatherine@mail.ru))

**Аннотация.** В работе проведена оценка влияния абиогенных климатических факторов (температуры и количества осадков) на выявляемость холерного вибриона nonO1/nonO139.

**Abstract.** In this work, the influence of abiogenic climatic factors (temperature and amount of precipitation) on the detection of non O1 / non O139 vibrio cholerae is estimated.

**Ключевые слова:** холерный вибрион nonO1/nonO139, распространенность холерного вибриона, водные экосистемы Арктического региона, санитарная микробиология

**Keywords:** vibrio cholera non O1 / non O139, prevalence of cholera vibrio, aquatic ecosystems of the Arctic region, sanitary microbiology

Одной из важнейших проблем, стоящих перед современной экологией, является рост биологического загрязнения открытых водоемов, подземных источников, почв. Загрязнение источников водоснабжения тесно связано с распространением инфекционных заболеваний. Широкая выявляемость возбудителей кишечных инфекций, в водных объектах может быть причиной эпидемии, поскольку определяющая роль в протекании данного процесса принадлежит водному способу передачи инфекции [4]. Кроме того, в контаминации водоемов патогенами играют роль биогенные факторы. Например, перелетные птицы способны переносить в кишечнике холерный вибрион, контаминируя водоемы, являющиеся местом гнездования этих птиц летом [3].

Учитывая, что в климатических условиях Крайнего Севера процессы естественного очищения существенно замедляются, представляется весьма актуальным оценка частоты встречаемости *Vibrio cholera* nonO1 / nonO139 в водных экосистемах Арктического региона.

**Материалы и методы.** За период с 2013 по 2019 гг. в летний сезон еженедельно проводились санитарно-микробиологические исследования проб воды в контрольных точках: № 1 р. Кола (пос. Молочный); № 2 р. Тулома (пос. Мурмаши); № 3 р. Большая Лавна; № 4 оз. Большое; № 5 оз. Первое; № 6 оз. Лавнинское; № 7 оз. Семеновское; № 8 оз. Окуневое; № 9 оз. Глубокое; № 10 оз. Среднее; № 11 Кольский залив (авторынок); № 12 Кольский залив, причал пос. Абрам-мыс (выпуск канализационного коллектора);

№ 13 Кольский залив (выпуск канализационного коллектора очистных сооружений Ленинского района); № 14 Кольский залив, причал пос. Дровяное (выпуск канализационного коллектора); № 15 р. Воронья (водозабор пос. Пушной); № 16 р. Кола (водозабор пос. Выходной); № 17 р. Кола (сброс сточных вод пос. Шонгуй); № 18 р. Кола (сброс сточных вод пос. Кильдинстрой); № 19 р. Кола (пляж г. Кола); № 20 р. Тулома (сброс сточных вод г. Кола); № 21 руч. Кротов (пос. Мурмаши); № 22 р. Ура (водозабор с. Ура-Губа).

Отбор проб и проведение микробиологических исследований осуществляли по стандартным методикам в соответствии с действующими нормативными документами [5, 6]. В пробах определяли наличие *Vibrio cholera non O1 / non O139*. Результаты представлены в виде диаграмм и таблиц.

*V. cholerae* по наличию специфического O антигена подразделяются на серологические группы. Возбудителями холеры являются холерные вибрионы O1 и O139 серогрупп. Холерные вибрионы не O1/не O139 могут вызывать не эпидемические спорадические или групповые вспышки [6].

В воде открытых водоемов исследуемых объектов выделяли неаглотинабельные поливалентной холерной O-сывороткой НАГ-вибрионы, не отличающиеся по морфологическим, культуральным и ферментативным свойствам от патогенных вибрионов. Однако, феномен неаглотинабельности может быть временно приобретенным свойством любого биовара холерных вибрионов в результате их длительного пребывания и размножения в неблагоприятных условиях, т. е. такие биовары способны вернуть патогенные признаки при соответствующей культивации.

Холерные вибрионы сравнительно устойчивы к факторам внешней среды. Длительное время жизнеспособны в воде (пресной и морской), почве, сточных водах, песке. При определенных условиях могут размножаться в водоемах, иле [1].

Количество проб воды, в которых присутствовали бактерии рода *Vibrio cholera non O1 / non O139* в водных объектах Мурманской области невелико (рис. 1, 2, 3). Положительные пробы составляли 1–16 % от общего количества исследований, в 2014 г. из 198 отобранных проб, положительными были 2. Максимальный уровень выявляемости отмечался в 2016 г. – 32 положительные пробы из 189 (16,9 %).

Наибольшее количество положительных результатов на присутствие в воде *Vibrio cholera non O1 / non O139* были зарегистрированы в акватории

Кольского залива, что закономерно для НАГ-вибрионов, характеризующихся галофильностью.

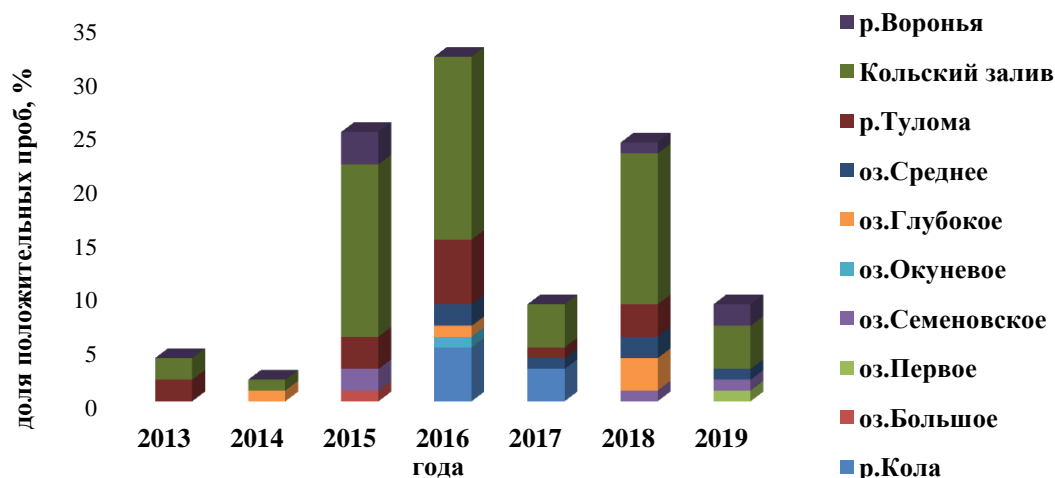


Рисунок 1 – Пространственное распределение *Vibrio cholera non O1/non O139*

Учитывая, что холерные вибрионы относятся к группе олиготрофных микроорганизмов и не требуют для своего роста высоких концентраций органических веществ, можно предположить, что размножение их в водоемах зависит от других факторов среды. В данной работе проанализированы климатические факторы: температура, осадки и соленость.

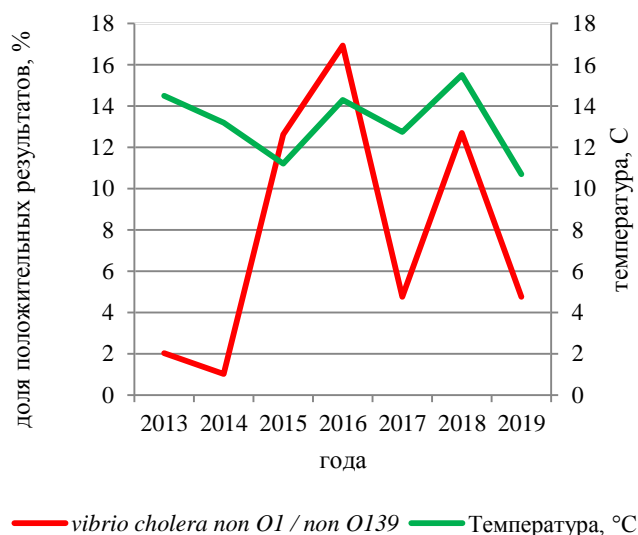


Рисунок 2 – Выявляемость *Vibrio cholera non O1 / non O139* во взаимосвязи с температурой окружающей среды

Динамика частоты встречаемости *Vibrio cholera non O1 / non O139* в водных объектах характеризовалась наличием связи со средними температурными

значениями, зафиксированными в исследуемый период – максимальные значения температуры (14–15 °С) в 2018 и 2016 гг. совпадают с наибольшими показателями положительных проб (17 и 13 % соответственно), в то время как в "холодные" 2017 и 2019 гг. количество положительных проб не превышало 5 %.

Таким образом, оценка влияния температуры среды на выявляемость *V. cholerae* non O1 / non O139 показала корреляционную связь средней силы между явлениями (коэффициент корреляции в среднем за исследуемый период – "+" 0,56). Исключение составили результаты анализа данных за 2013 и 2014 г. (коэффициент – 0,2). Можно предположить, что в указанный промежуток времени температурный фактор не был определяющим и большее влияние оказывали другие параметры окружающей среды.

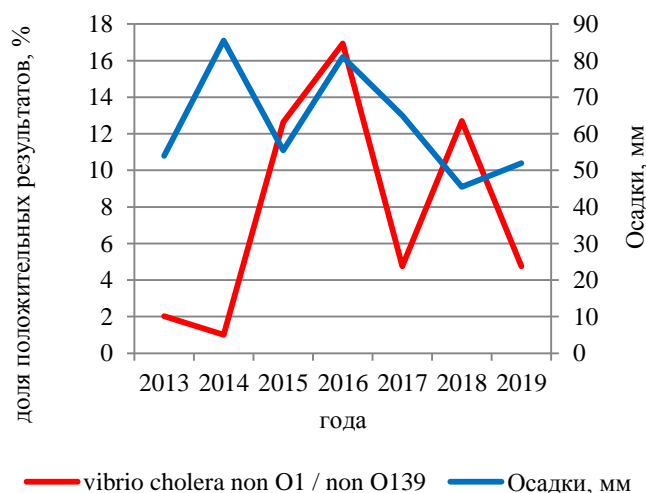


Рисунок 3 – Выявляемость *Vibrio cholerae* non O1 / non O139 во взаимосвязи с количеством атмосферных осадков

Минимальная частота выделения неагглютинабельных холерных вибрионов (1,01 %) была отмечена в 2014 г. На данный период исследований приходилось наибольшее количество атмосферных осадков. Можно предположить, что разбавление воды, в том числе морской воды Кольского залива, отразилось на частоте обнаружения галофильных вибрионов.

Коэффициент корреляции для показателей выделяемости *Vibrio cholerae* non O1 / non O139 и количества осадков равен –0,05, что свидетельствует о слабой взаимосвязи между явлениями. Исходя из предположения, что большее количество атмосферных осадков неизбежно снижает соленость морских водоемов, нами был проведен сравнительный анализ выявляемости неагглю-

тинабилных холерных вибрионов в акватории Кольского залива в зависимости от среднемесячных значений количества атмосферных осадков (рис. 4).

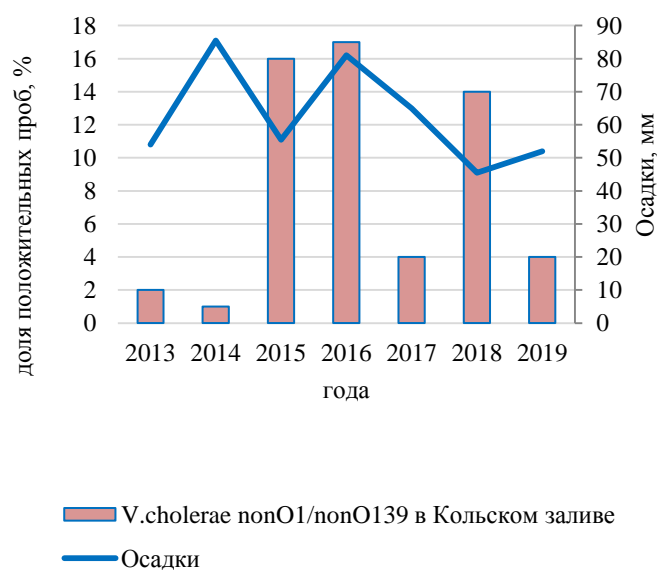


Рисунок 4 – Выявляемость *Vibrio cholerae nonO1 / nonO139* в акватории Кольского залива

При оценке результатов исследований проб воды акватории Кольского залива, как единственного солоноводного объекта, была отмечена обратная зависимость количества осадков и доли положительных результатов по обнаружению НАГ-вибрионов за весь период исследований, исключая 2016 г.

Связь между количеством атмосферных осадков и выявляемостью холерного вибриона nonO1 / nonO139 оценивалась как зависимость средней силы и обратного действия (коэффициент корреляции в среднем за исследуемый период равен "–" 0,57). Исключение составили результаты полученные в 2016 г. (коэффициент – 0,1). Можно предположить, что в 2016 г. лимитирующими факторами для *Vibrio cholerae nonO1 / nonO139*, оказавшими большее влияние на их развитие, были иные физико-химические условия среды.

Таким образом, можно сделать вывод, что такие факторы среды как температура и соленость в равной мере влияли на рост и размножение неаглотинабилных холерных вибрионов в водоемах Арктического региона. Не являясь психорофильными организмами, НАГ-вибрионы в экстремально холодном климате Крайнего Севера обнаруживались в пробах воды открытых водоемов тем чаще, чем более высокими температурами характеризовался период исследований. Кроме того, атмосферные осадки также влияли на частоту обнаружений *Vibrio cholerae nonO1 / nonO139* в морских акваториях, понижая

соленость среды. Так как вибрионы относятся к галофильным микроорганизмам, благоприятным для размножения свойством среды является соленость, при снижении которой выделяемость холерного НАГа также снижается.

### **Признательность**

Авторы выражают благодарность заведующей лаборатории ООИ ФБУЗ "ЦГиЭ в МО" Денисовой Т. В., а также биологу лаборатории ООИ Гуриной Н. В. за предоставленные результаты микробиологических исследований воды открытых водоемов, использованные при работе над статьей.

### **Библиографический список**

1. Инфекционные болезни [Электронный ресурс] : учебник / Аликеева Г. К. и др. ; Под ред. Н. Д. Ющука, Ю. Я. Венгерова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 704 с.– Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426715.html> (дата обращения 06.09.19).
2. Инфекционные болезни: национальное руководство /гл. ред. : Н. Д. Ющук, Ю. Я. Венгеров. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 1047 с.
3. Куликалова Е. С. [и др.]. Связь холерного вибриона с водными организмами и ее значение в эпидемиологии холеры // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – № 4 (77). – С. 19–25.
4. Методические рекомендации по санитарно-вирусологическому контролю объектов окружающей среды" (утв. Минздравом СССР 07.04.1981)
5. МУК 4.2.2218–07 Лабораторная диагностика холеры: Методические указания. –М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. – 87 с.
6. МУК 4.2.2870–11 Порядок организации и проведения лабораторной диагностики холеры для лабораторий территориального, регионального и федерального уровней: Методические указания.– М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 87 с.
7. Погода и климат [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения 15.10.19).
8. Холера в СССР в период VII пандемии / под ред. В. И. Покровского. – М. : Медицина, 2000. – 470 с.



## Характеристика микробного сообщества ризосферы и ризопланы

**Латенко А. А., Литвинова М. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: [alena.latenko@yandex.ru](mailto:alena.latenko@yandex.ru))

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена характеристика микробного сообщества ризосферы и ризопланы. Проанализированы характерные особенности качественного и количественного состава прикорневой зоны растений, как физиологических групп, обитающих в этой области, так и отдельных представителей данных групп, которые встречаются наиболее часто. Так же был рассмотрен вопрос о наличии токсических свойств у выделенных чистых культур микроорганизмов.

**Abstract.** This article describes the characteristics of the microbial community of the rhizosphere and rhizoplane. The characteristic features of the qualitative and quantitative composition of the root zone of plants, both of the physiological groups living in this area and of individual representatives of the most common groups, are analyzed. The question of the presence of toxic properties of isolated pure cultural microorganisms was also considered.

**Ключевые слова:** почва, микроорганизмы, ризосфера, ризоплана

**Key words:** soil, microorganisms, rhizosphere, rhizoplan

Почва – это сложная гетерогенная система, концентрация веществ в которой в различных зонах неодинакова, за счет неравномерного поступления органических и неорганических веществ, корневых выделений растений [1].

Самыми густонаселенными частями являются верхние слои почвы (5–15 см), здесь обитают разнообразные микроорганизмы: водоросли, бактерии, простейшие, микроскопических грибы и другие. В самых верхних (1–2 см) их количество сокращается за счет губительного действия ультрафиолетового излучения солнечных лучей и высушивания. С глубиной отмечается уменьшение разнообразия и численности микроорганизмов [2].

Средой обитания для микроорганизмов служит не только сама почва, но и растения, как поверхностные, так и внутренние структуры. Эти структуры дают возможность бактериям перемещаться и распространяться вместе с частями растения, а так же предоставляют им пространство для роста, могут также защищать от внешних воздействий [3].

Корневая система растения и прикорневая область всегда обильно заселена бактериями. Существует подразделение корневой системы на ризосферу, под которой по определению Лоренца Гильтера понимается та часть почвы, которая окружает корни растений и в которой наблюдается увеличение концентрации микроорганизмов и обитает уникальная популяция микроорганизмов, эта зона распространяется на несколько десятков микрометров

от поверхности корня [4] (по современным данным это пространство вокруг корня от 0 до 2–8 мм в диаметре), а собственно сама поверхность корня называется ризопланой [5].

Целью работы являлось комплексное изучение микробных сообществ ризосферы и ризопланы растений *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana*.

Для выделения микроорганизмов ризосферы и ризопланы использовали метод последовательных отмываний корней по Теппер и производили подсчет общего количества микроорганизмов на среде РПА. Учёт количества микроорганизмов по физиологическим группам в ризосфере и ризоплане производили на жидких питательных средах методом предельных разведений, подсчёт осуществляли методом наиболее вероятных чисел (НВЧ) [6]. Для определения количественного состава аммонификаторов использовали РПБ, для азотфиксирующих – среду Эшби, для нитрификаторов – среду Виноградского для 1 и 2 фазы, денитрификаторы – специальная среда для денитрификаторов, для амилолитических бактерий – крахмалоаммиачный агар, для плесневых грибов – среду Сабуро. Посевы инкубировали при температуре 28 °С в течение 48–56 ч. Идентификацию выделенных культур микроорганизмов проводили по общепринятым методикам на основании морфологических, тинкториальных, культуральных и биохимических свойствах. Чистоту выделенных культур определяли путем посева на РПА и микроскопированием [7].

В ходе исследования была предпринята попытка разделить микроорганизмы ризосферы и ризопланы и подсчитать их общую численность. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Общая численность микроорганизмов в ризосфере и ризоплане

Растение	Количество микроорганизмов, КОЕ/г	
	Ризосфера	Ризоплана
<i>Aloe vera</i>	$(6,2 \pm 0,35) \cdot 10^{10}$	$(3,8 \pm 0,27) \cdot 10^{10}$
<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	$(3,97 \pm 0,25) \cdot 10^{10}$	$(2,1 \pm 0,14) \cdot 10^{10}$

Согласно исследованиям, общая численность способных расти на питательных средах бактерий в ризосфере и ризоплане комнатных растений *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana* варьирует от  $3,97 \cdot 10^{10}$  до  $6,2 \cdot 10^{10}$  КОЕ/г и от  $2,1 \cdot 10^{10}$   $3,8 \cdot 10^{10}$  КОЕ/г соответственно (табл. 1). Полученные результаты показывают, что ризосфера является более плотно заселенной нишей по сравнению с ризопланой. Количество микроорганизмов, обитающих в прикорневой зоне *Aloe vera* превышает их количество в прикорневой зоне *Kalanchoe daigremontiana*. С выделением на поверхности корней аминокис-

лот и углеводов (сахаров, крахмала) связано повышенное содержание микроорганизмов в прикорневой зоне комнатных растений *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana*, эти вещества являются питательными субстратами для данных микроорганизмов.

Проведенные исследования показали, что в состав микробиоценоза корней комнатных растений *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana* входили азотфиксирующие, аммонифицирующие, нитрифицирующие, амилолитические бактерии и плесневые грибы. Денитрифицирующих микроорганизмов в ризосфере и ризоплане исследуемых комнатных растений обнаружено не было. Данные представлены на рис. 1, 2.

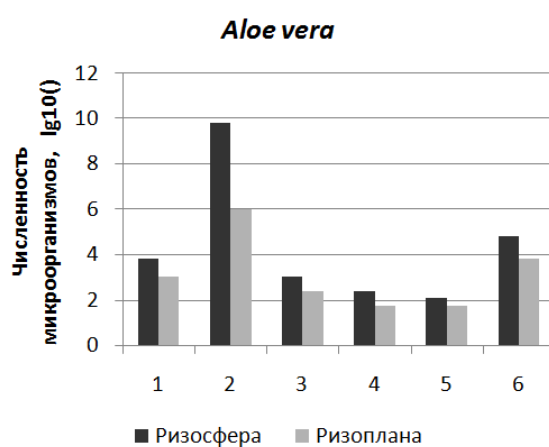


Рисунок 1 – Численность микроорганизмов в ризосфере и ризоплане *Aloe vera*  
 1 – Азотфиксирующие микроорганизмы; 2 – аммонифицирующие микроорганизмы;  
 3 – нитрифицирующие микроорганизмы I фазы; 4 – нитрифицирующие микроорганизмы II фазы; 5 – амилолитические микроорганизмы; 6 – плесневые грибы

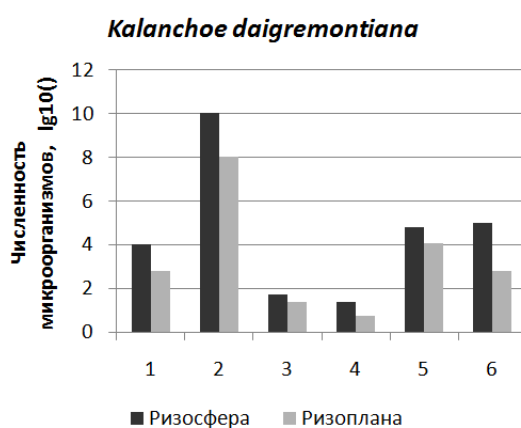


Рисунок 2 – Численность микроорганизмов в ризосфере и ризоплане *Kalanchoe daigremontiana*  
 1 – Азотфиксирующие микроорганизмы; 2 – аммонифицирующие микроорганизмы;  
 3 – нитрифицирующие микроорганизмы I фазы;  
 4 – нитрифицирующие микроорганизмы II фазы;  
 5 – амилолитические микроорганизмы; 6 – плесневые грибы

В исследованных почвах ризосферы и ризопланы доминирующее положение занимает бактериальный комплекс, он на несколько порядков превышает численность микроскопических грибов.

Сравнительное исследование состава микроорганизмов ризосферы и ризоплана показало, что количественные показатели физиологических групп бактерий в ризоплане были выше, чем таковые в ризосфере.

Наибольшую численность представляет аммонифицирующая группа микроорганизмов, следом расположилась довольно большая группа плесневых грибов. Питательными субстратами для этих групп микроорганизмов являются различные органические соединения, которые выделяются в прикорневую зону растения корнем, что и привлекает эти группы в данную область почвы.

Амилолитические микроорганизмы, минерализующие органические вещества на более поздних стадиях, имеют невысокую численность в почвах ризосферы и ризопланы, в среднем сотни-тысячи клеток микроорганизмов в грамме почвы. Наблюдается значительная разница между количеством амилолитических микроорганизмов в ризосфере и ризоплане *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana*, наименьшее количество – в прикорневой зоне *Aloe vera*. Что связано с поступлением большего количества легкодоступного органического вещества в виде подкормки комнатных растений.

Почвы ризосферы и ризопланы комнатных растений обладают невысокой нитрификационной способностью, титр нитрифицирующих бактерий нестабилен и варьирует от 10 до 10<sup>3</sup> кл/мл. Наибольшая численность нитрифицирующих микроорганизмов была выявлена на полях люцерны. Самыми малочисленными являются нитрифицирующие микроорганизмы I фазы и II фазы, наибольшее количество представлено в ризосфере комнатного растения *Aloe vera*, наименьшее – в ризоплане *Kalanchoe daigremontiana*. Причиной таких показателей может быть недостаточное азотное питание, из-за чего не происходит развитие нитрифицирующих микроорганизмов, чтобы устранить это необходима своевременная подкормка растений необходимыми минеральными удобрениями.

В ходе исследования установлено, что качественный состав микробиоценоза ризосферы и ризопланы представлен 7 семействами: *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Bacillaceae*, *Micrococcaceae*, *Nitrosomonadaceae*, *Bradyrhizobiceae*, *Streptomyetaceae* и 9 родами, которые представлены в табл. 2.

В ризосфере и ризоплане исследуемых растений наиболее разнообразно представлены аммонифицирующие микроорганизмы. Эта группа представ-

лена грамположительными споровыми палочками, входящими в состав рода *Bacillus* spp. Из бесспорных форм в группу аммонификаторов входят представители родов *Escherichia* spp., *Pseudomonas* spp., *Micrococcus* spp., *Proteus* spp.

Таблица 2 – Микроорганизменный состав прикорневой зоны комнатных растений *Aloe vera* и *Kalanchoe daigremontiana*

<i>Aloe vera</i>		<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	
Качественный состав микроорганизмов в ризосфере	Качественный состав микроорганизмов в ризоплане	Качественный состав микроорганизмов в ризосфере	Качественный состав микроорганизмов в ризоплане
<b>Азотфиксирующие микроорганизмы</b>			
<i>Azotobacter</i> spp.	<i>Azotobacter</i> spp.	<i>Azotobacter</i> spp.	<i>Azotobacter</i> spp.
<b>Аммонифицирующие микроорганизмы</b>			
<i>Escherichia</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp.	<i>Escherichia</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp.	<i>Escherichia</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Bacillus</i> spp.	<i>Escherichia</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Micrococcus</i> spp.
<b>Нитрифицирующие микроорганизмы</b>			
<b>I фаза</b>			
<i>Nitrosomonas</i> spp.	<i>Nitrosomonas</i> spp.	<i>Nitrosomonas</i> spp.	<i>Nitrosomonas</i> spp.
<b>II фаза</b>			
<i>Nitrobacter</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	–	<i>Nitrobacter</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Nitrobacter</i> spp.
<b>Амилолитические микроорганизмы</b>			
<i>Pseudomonas</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. <i>Streptomyces</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> spp. <i>Bacillus</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> spp. <i>Bacillus</i> spp.

Азотфиксирующие микроорганизмы представлены одним родом – *Azotobacter* spp., нитрифицирующие – родами *Nitrosomonas* spp., *Nitrobacter* spp., *Pseudomonas* spp., амилолитические – родами *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp.

Следующим этапом работы являлся вычисление частоты встречаемости отдельных штаммов, этот показатель рассчитывали как отношение количества проб, содержащих исследуемый штамм, к общему количеству проб с наличием роста. Полученные результаты представлены на рис. 3 и 4.

Сравнительное исследование состава микробиоценоза ризосферы и ризопланы показало, что в ризосфере *Aloe vera* преобладают бактерии родов *Bacillus* spp., в ризоплане – *Pseudomonas* spp. В прикорневой зоне *Kalan-*

*choedaigremontiana* род *Bacillus* spp. встречается чаще всего. Бактерии этих родов могут проявлять различную биохимическую активность, вследствие наличия в разнообразных экзо- и эндоферментов, а значит могут использовать различные питательные субстраты, чем и обусловлена их преобладающая численность.

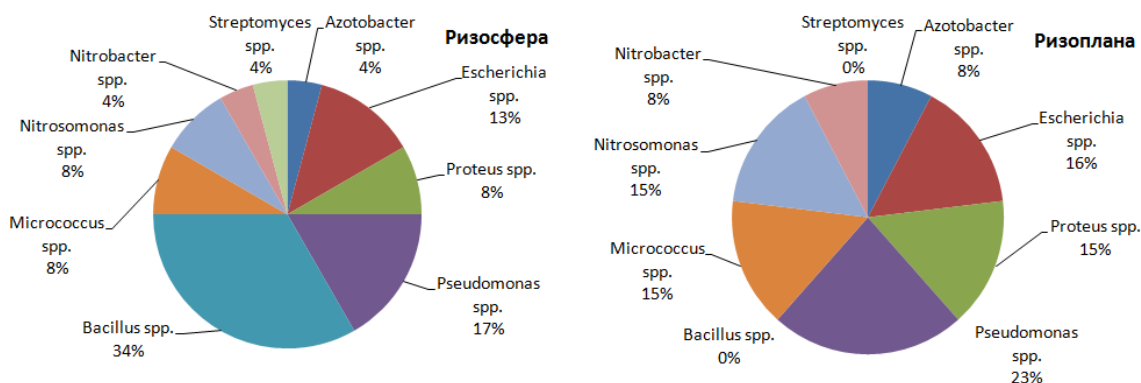


Рисунок 3 – Частота встречаемости преобладающих штаммов микроорганизмов ризосферы и ризопланы *Aloe vera*

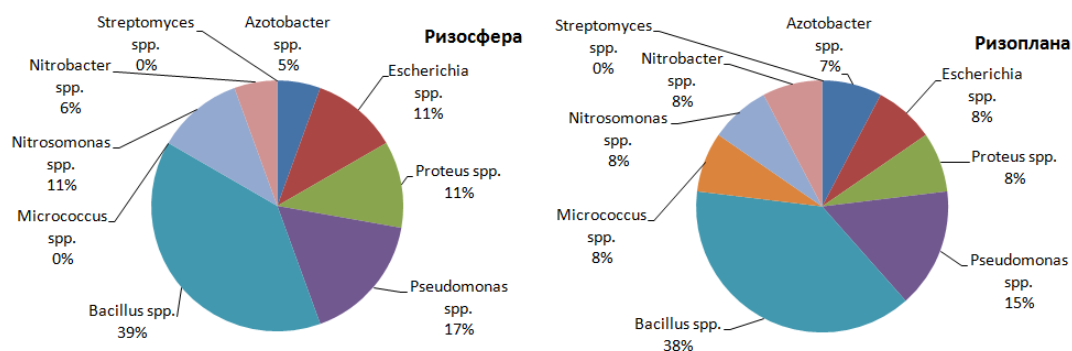


Рисунок 4 – Частота встречаемости преобладающих штаммов микроорганизмов ризосферы и ризопланы *Kalanchoe daigremontiana*

Подводя итоги, мы можем сделать следующие выводы:

1. Установлена стабильно высокая общая численность бактерий по посеву, которая находилась в пределах десятков миллиардов КОЕ в грамме ризосферы и ризопланы.

2. В сообществе микроорганизмов почвы ризосферы и ризопланы, преобладали аммонифицирующие бактерии, численность которых составила миллиарды и миллионы клеток в грамме соответственно. Количество азотфиксирующих, нитрифицирующих и амилолитических бактерий были значительно ниже.

3. В исследованных системах преобладающее положение занимает бактериальный комплекс, он на несколько порядков превышает численность

микроскопических плесневых грибов. Численность плесневых грибов составила от тысяч до нескольких десятков тысяч кл/г.

4. Идентифицированы представители 9 родов. Среди разрушителей белков и амилолитических микроорганизмов в анализируемых системах наиболее часто встречались представители родов *Bacillus* spp. и *Pseudomonas* spp. Азотфиксирующие микроорганизмы представлены в основном родом *Azotobacter* spp. Нитрифицирующие комплексы представлены родами *Nitrobacter* spp. и *Nitrosomonas* spp.

### **Библиографический список**

1. Громов Б. В., Павленко Г. В. Экология бактерий. – Л. : Изд-во, ЛГУ, 1989. – 248 с.
2. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход / пер. с англ. ; под ред. Э. Е. Хавкина. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 376 с.
3. Экология микроорганизмов / под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Academia, 2004. – 266 с.
4. Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. М. : Наука, 1975. – 107 с.
5. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв : учеб. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
6. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева В. К. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студентов вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2004. – 256 с.
7. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 1978. – 392 с.
8. Практикум по биологии почв : учеб. пособие / Зенова Г. М., Степанов А. Л., Лихачева А. А., Манучарова Н. А. – М. : Изд-во МГУ, 2002. – 120 с.

## **Микробиоценоз садковой радужной форели (*Parasalmo mykiss*)**

**Потешкина В. А., Ускова И. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: yakimenko-vika2013@yandex.ru)

**Аннотация.** Получены результаты микробиологического анализа бактериальных сообществ ассоциированных со слизистой оболочкой и химусом пищеварительного тракта рыб. Разработана методика выделения бактериальных ферментов кишечника гидробионтов и получены данные по их активности.

**Abstract.** The results of microbiological analysis of bacterial communities associated with the mucous membrane and chyme of the digestive tract of fish are obtained. A technique for isolating bacterial intestinal enzymes of aquatic organisms was developed and data on their activity was obtained.

**Ключевые слова:** аквакультура, радужная форель, индигенная микробиота, пищеварительные ферменты

**Key words:** aquaculture, rainbow trout, indigenous microbiota, digestive enzymes

При общей тенденции к сокращению рыбных запасов в морях и океанах планеты, особое значение приобретает развитие аквакультуры.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), "на долю аквакультуры, вероятно, наиболее быстро растущего сектора производства продуктов питания, на данный момент приходится почти 50 % мировой производственной рыбы" [1]. К 2020 г. общий объем добытых морепродуктов достигнет 150–160 млн т, из которых 75–80 млн т составит продукция аквакультуры, из них рыбы будет выращено 39 млн т [2].

Главная цель стратегии развития аквакультуры в России – надежное обеспечение населения страны широким ассортиментом рыбопродукции по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов [3], ценную по пищевым свойствам, отвечающую высоким показателем качества и безопасности для потребителя.

Радужная форель является экологически пластичным видом, поэтому стала активно использоваться для выращивания в искусственных условиях.

Мурманская область обладает уникальными природными условиями для культивирования лососевых в пресных водоемах. История становления аквакультуры на Кольском полуострове насчитывает уже более 50 лет.

В настоящее время в Мурманской области товарным рыболовством активно занимаются 7 рыбоводных хозяйств, завод по производству посадочного материала форели и лосося, 9 пресноводных и морских ферм.



Как правило, вновь создаваемые современные аквахозяйства базируют свою деятельность на интенсивных биотехниках и привозном посадочном материале. Из-за этого возникает высокий риск заноса на Кольский полуостров новых возбудителей вирусных и бактериальных болезней. Так как даже менее опасные условно-патогенные микроорганизмы, циркулирующие в организме завезенных рыб, могут вызвать непредсказуемые реакции у местных видов лососевых рыб.

Интенсификация систем искусственного воспроизводства может приводить к стрессированию культивируемой рыбы и способствовать распространению заболеваний внутри плотных популяций, вызывая необходимость в использовании широкого спектра лекарственных препаратов для их лечения.

Повысить показатели выживаемости, темпы роста и нормального физиологического состояния рыб возможно благодаря увеличению показателей эффективности использования корма. Широко известно, что питание играет важную роль в функционировании врожденного иммунитета, и усиливается за счет введения различных кормовых добавок.

В последнее время все больше привлекает использование пробиотических и пребиотических препаратов при выращивании гидробинтов в искусственных условиях.

Учитывая положительные результаты по их использованию в рыбоводстве, настоящее исследование направлено на получение ферментного препарата из бактерий, проявляющие наибольшую протеолитическую активность.

Комплексное исследование микробиоценоза кишечника радужной форели проводили на базе кафедр "Микробиология и биохимия", "Технологий пищевых производств" и "Центр исследования сырья и продукции" ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет" (МГТУ).

Отбор проб содержимого кишечника и образцов его слизистой поверхности на рыбоводном предприятии "Найнас" проводили с февраля по апрель 2015–2018 гг. в период выращивания радужной форели от сеголеток до товарной рыбы. В ходе исследования было отобрано 260 проб.

Вскрытие рыбы осуществляли в асептических условиях, использовали только живую рыбу. Слизистую оболочку кишечника и его содержимое анализировали отдельно.

Учет и идентификацию микроорганизмов, способных расти в условиях *invitro*, проводили по общепринятым в микробиологии методикам [4].

Для разработки методики выделения протеолитических бактериальных ферментов использовали штамм *Escherichia coli* K-12 F+Str<sup>R</sup> (KS-507), регистрационный номер штамма коллекции (ВКПМ "Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов" В-3254). Так как *E. coli* является естественным обитателем кишечника животных и обладает протеолитической активностью, то этот вид бактерий вполне подходит для проведения эксперимента.

Для получения дезинтегранта использовали метод попеременного замораживания и размораживания (оттаивания) в ультразвуковой ванне.

Общую протеолитическую активность определяли, используя метод Ансона [5] с некоторыми модификациями.

Экспериментальная часть работы проводилась в соответствии с требованиями санитарно-эпидемических правил "Безопасность работы с микроорганизмами III-IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней" СП 1.3.2322-08.

В микробиоценозе содержимого кишечника форели были обнаружены молочнокислые бактерии (3 %), представляющие автохтонную микробиоту, а также единичные клетки бактерий коагулазо-отрицательного *Staphylococcus spp.* (35 %) и *Clostridium spp.* (15 %), которые составляют аллохтонную микробиоту кишечника рыб.

В микробиоценозе слизистой кишечника рыб молочнокислых бактерий – не обнаружено. Согласно литературным данным, представители рода *Lactobacillus* слабее закрепляются на слизистой кишечника стрессированной рыбы [6].

При этом у исследованных рыб в микробиоценозе кишечника доминируют представители рода *Pseudomonas* (47 %).

Несмотря на то, что псевдомонады относятся к представителям нормальной микрофлоры рыб, при определенных условиях, будучи условно-патогенными, вызывают эпизоотии, особенно когда занимают доминирующее положение [7]. Как отмечают ряд исследователей, к псевдомонадам восприимчивы большинство видов пресноводных и морских рыб [8].

В микробиологическом пейзаже кишечника исследуемых рыб условно-патогенные микроорганизмы (*Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Clostridium spp.*) составляют 97 %.

Исходя из этого, можно предположить, что подобное распределение служит сигналом неблагоприятной ситуации в экосистеме микробиоценозе кишечника, но, как известно, многие микроорганизмы не поддаются культивированию в лабораторных условиях, поэтому, скорее всего, нами были выявлены бактерии, которые хорошо адаптируются в условиях *invitro*.

Поэтому, можно предположить, что традиционные микробиологические исследования микробиоценоза, скорее всего, отражает лишь изменения характеристик среды обитания.

Наиболее достоверным показателем функционирования микробиоценоза кишечника может быть его ферментативная активность.

А так как доминирующей группой микроорганизмов, выделенных нами из содержимого кишечника радужной форели, являлись псевдоманады, обладающие высокой протеолитической активностью, то нами были проведены исследования направленные на определение этой активности бактерий.

Наиболее точно определяется активность бактериальных ферментов при концентрации бактерий от  $1 \times 10^8$  до  $6 \times 10^8$  кл/мл и составляет в среднем  $A = 1,49$ .

Максимальная активность выделенных протеиназ наблюдается при концентрации бактериальных клеток  $1,5 \times 10^8$  кл/мл. Скорее всего, что чем выше концентрация бактериальных клеток в суспензии, тем выше процент (%) их выживаемости в процессе дезинтеграции.

Важно отметить, что протеолитическая активность в ферментном препарате из бактерий рода *Pseudomonas spp.* ( $1,7$  мкмольТУР/ (г×мин)), больше, чем в ферментном препарате из бактерий *E. coli* ( $1,6$  мкмольТУР/ (г×мин)).

Разработанный нами метод получения высокоактивного ферментного препарата, дает возможность для применения его в качестве пищевой добавки (пробиотики) в корма садковой радужной форели.

Таким образом, использование комплексного методологического подхода, в том числе методов, наиболее точно отражающих активность бактериальных пищеварительных ферментов, позволяет получить наиболее достоверную информацию о многообразии бактериальных сообществ кишечника рыбы и их взаимодействия с организмом хозяина.

### **Библиографический список**

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. – Рим : ФАО, 2012.

2. Титарев Е. Ф. [и др.]. Индустриальные методы разведения и выращивания рыб: курс лекций. – М. : Экон-Информ, 2010. – 427 с.
3. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: краткий курс лекций для магистров I курса направления подготовки 35.04.07 "Водные биоресурсы и аквакультура", профиль подготовки "Аквакультура" / сост. И. А. Галатдинова. – Саратов : Изд-во СГАУ им. Вавилова, 2016. – 54 с.
4. Лабинская, А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. –3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 1972. – 480 с.
5. Мухин В. А.,НовиковВ. Ю. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2002. – 118 с.
6. Ringo E., Olsen R. The effect of diet on aerobic bacterial flora associated with intestine of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) // Journal of Applied Microbiology. – 1999. – Vol. 86, Iss. 1 – P. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00631.x>.
7. Паршуков А. Н., Сидорова Н. А. Микробиоценоз радужной форели в садковых хозяйствах Северной Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2014. – Т. 1, № 8. – С. 28–33.
8. Ихтиопатология / под ред. Н. А. Головиной, О.Н. Бауера. – М. : Мир, 2003. – 448 с.

## **Микробиологические аспекты исследования нативной жидкости симбионта *Medusomyces gisevi***

**Рассказова М. С., Литвинова М. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра микробиологии и биохимии, e-mail: masharass@mail.ru)

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты комплексного микробиологического исследования нативной жидкости чайного гриба *Medusomyces gisevi*. Определена титруемая кислотность культуральной жидкости в процессе жизнедеятельности чайного гриба, исследован качественный и количественный состав микроорганизмов, проведена санитарно-микробиологическая оценка качества чайного гриба, оценена антибактериальная активность культуральной жидкости чайного гриба с использованием тест-культур *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*.

**Abstract.** This article presents the results of a comprehensive microbiological study of the native fluid of kombucha *Medusomyces gisevi*. A qualitative and quantitative assessment of microorganisms was studied, a sanitary-microbiological assessment of the quality of tea fungi was carried out, the antibacterial activity of the culture fluid was evaluated, and bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were detected.

**Ключевые слова:** уксуснокислые бактерии, молочнокислые бактерии, дрожжи, чайный гриб

**Key words:** acetic acid bacteria, lactic acid bacteria, yeast, *Medusomyces gisevi*

Чайный гриб известен в китайской медицине с 250 г. д. н. э. Китайцы называли его "Эликсиром здоровья и бессмертия". В Европе чайный гриб стал известен под названием Комбуча. В Россию чайный гриб попал во время русско-японской войны. В настоящее время чайный гриб получил широкое применение в различных сферах: медицина, косметология, пищевая промышленность и фармакология. Многие антибиотики оказываются неэффективными в борьбе с болезнями и могут нанести вред организму. Надо искать альтернативу опасным антибиотикам и обратить внимание на природные антибиотики. Поэтому актуальным является более глубокое микробиологическое исследование культуральной жидкости чайного гриба и ее антибактериальных свойств [1].

Объектом исследования является чайный гриб и его культуральная жидкость. Чайный гриб представляет собой природную ассоциацию из различных групп микроорганизмов, каждая из которых выполняет определённые функции. В образовании гриба участвуют две разновидности микроорганизмов: дрожжевые грибки, переводящие сахар в спирт и углекислый газ,

уксуснокислые бактерии, способствующие окислению спирта в уксусную кислоту.

Цель работы состояла в комплексном микробиологическом исследовании нативной жидкости чайного гриба *Medusomycesgisevi*. В соответствии с этим в работе были поставлены следующие задачи:

- определить титруемую кислотность культуральной жидкости в процессе жизнедеятельности чайного гриба;
- исследовать качественный и количественный состав чайного гриба *Medusomycesgisevi*;
- провести санитарно-микробиологическую оценку качества чайного гриба *Medusomycesgisevi*;
- оценить антибактериальную активность культуральной жидкости чайного гриба с использованием тест-культур *Staphylococcus aureus* и *Escherichiacoli*.

Нативную жидкость чайного гриба исследовали по следующим показателям: физико-химическим, а именно определение титруемой кислотности методом титрования; Микробиологическим, исследование качественного и количественного состава уксуснокислых бактерий, молочнокислых бактерий и дрожжей, входящих в состав культуральной жидкости; Санитарно-микробиологическим, а именно определение БГКП, бактерий рода *Proteus*, *Clostridium*, *Salmonella* и *Staphylococcus aureus*. А также определяли антибактериальную активность методом серийных разведений в жидкой и плотной питательных средах [2; 3].

Первой задачей было определение титруемой кислотности культуральной жидкости чайного гриба методом титрования. Титруемую кислотность определяли на 1, 5, 10, 14 дни. Титруемая кислотность возрастает к 14 дню. В первые дни происходит медленное накопление кислотной составляющей, с пятого дня более быстрое (рис. 1).

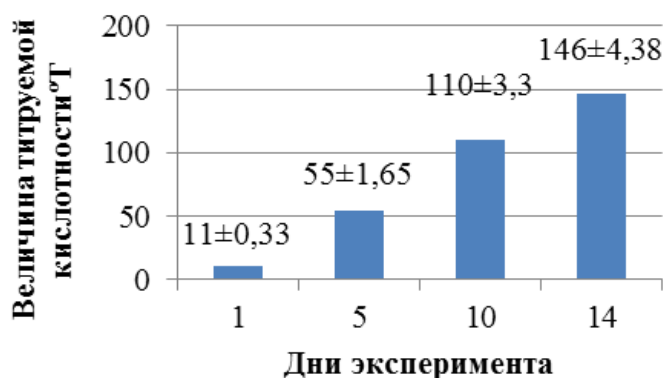


Рисунок 1 – Титруемая кислотность нативной жидкости чайного гриба

Количественную оценку уксуснокислых бактерий проводили двумя методами (рис. 2): поверхностного посева на агаризированную среду и методом НВЧ троекратно: в 1, 7 и 14 день эксперимента и наблюдали, как изменяется количественный состав бактерий по дням. Проанализировав результаты можно сделать вывод, что накопление уксуснокислых бактерий идет постепенно. Методом поверхностного посева: идут изменения от одного десятка тысяч до двух десятков тысяч КОЕ/мл, а методом НВЧ: от десятков тысяч до миллиона клеток в мл. Метод НВЧ является наиболее эффективным, поскольку способствует культивированию большего числа уксуснокислых микроорганизмов.

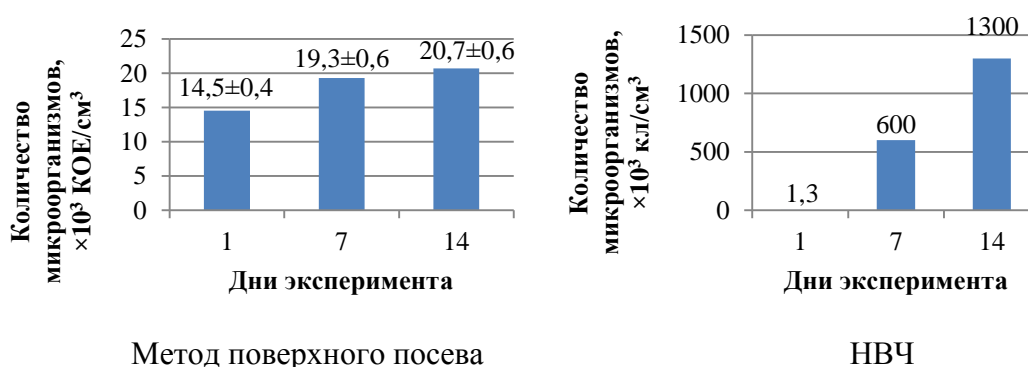


Рисунок 2 –Динамика численности уксуснокислых бактерий методом поверхностного посева и НВЧ

Одной из задач было определение качественного состава уксуснокислых бактерий в культуральной жидкости чайного гриба. В ходе исследования определили культуральные, морфологические и биохимические свойства исследуемых микроорганизмов (рис. 3).

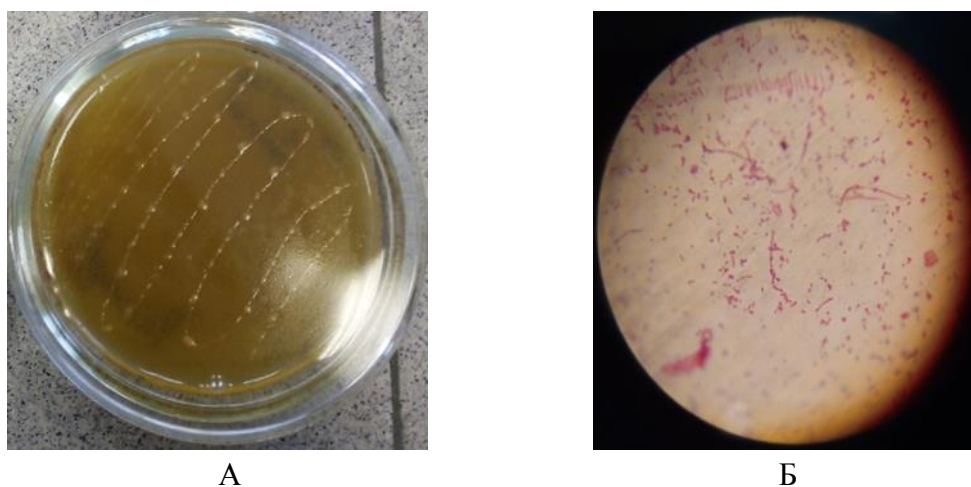


Рисунок 3 – Идентификация уксуснокислых бактерий *Acetobacteraceti*  
 А) колонии *Acetobacteraceti* на сусло-агаре;  
 Б) мазок из чистой культуры *Acetobacteraceti*, окраска по Граму,  $\times 1000$

По результатам культуральных, морфологических и биохимических свойств нами были выявлены бактерии рода *Acetobacter*, а именно *Acetobacterxylinum* и *Acetobacteracetii* (рис. 3, 4).

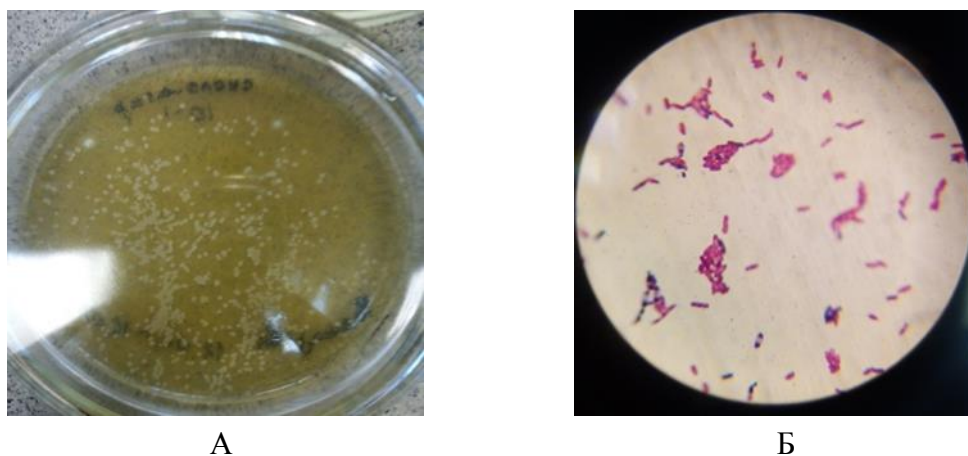


Рисунок 4 – Идентификация уксуснокислых бактерий *Acetobacterxylinum*  
 А) колонии *Acetobacterxylinum* на сусло-агаре;  
 Б) мазок из чистой культуры *Acetobacterxylinum*, окраска по Граму,  $\times 1000$

Количественную оценку дрожжей проводили методом глубинного посева на плотную питательную среду Сабуро трехкратно (рис. 5): в 1, 7 и 14 дни эксперимента.

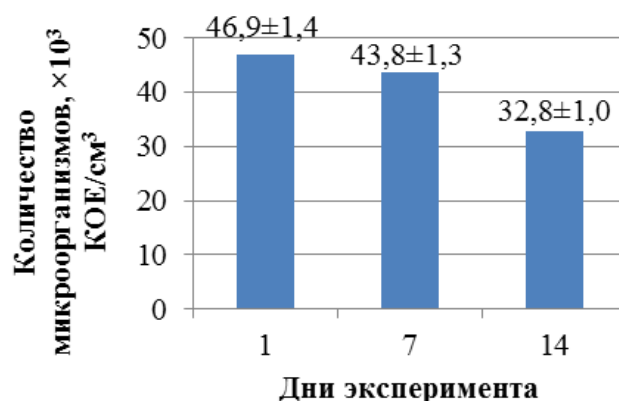


Рисунок 5 – Динамика численности дрожжей в нативной жидкости чайного гриба

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что идет постепенное уменьшение количества дрожжевых клеток. Это можно объяснить происходящими в нативной жидкости биохимическими процессами. Изменение количества дрожжей идет от четырех десятков тысяч до трех десятков тысяч КОЕ в 1 мл (рис. 5). По результатам культуральных и морфологических свойств нами были выявлены дрожжи рода *Saccharomyces*, а именно *Saccharomyces cerevisiae* (рис. 6) и *Saccharomyces ludwigii*.



В некоторых странах организовано производственное выращивание и продажа раствора чайного гриба как прохладительного напитка, поэтому одной из задач являлось проведение санитарно-микробиологического анализа нативной жидкости [4]. Исследовали жидкость на наличие БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Proteus*, *Clostridium perfringens*. Нативная жидкость чайного гриба не содержит патогенной и условно-патогенной микробиоты.

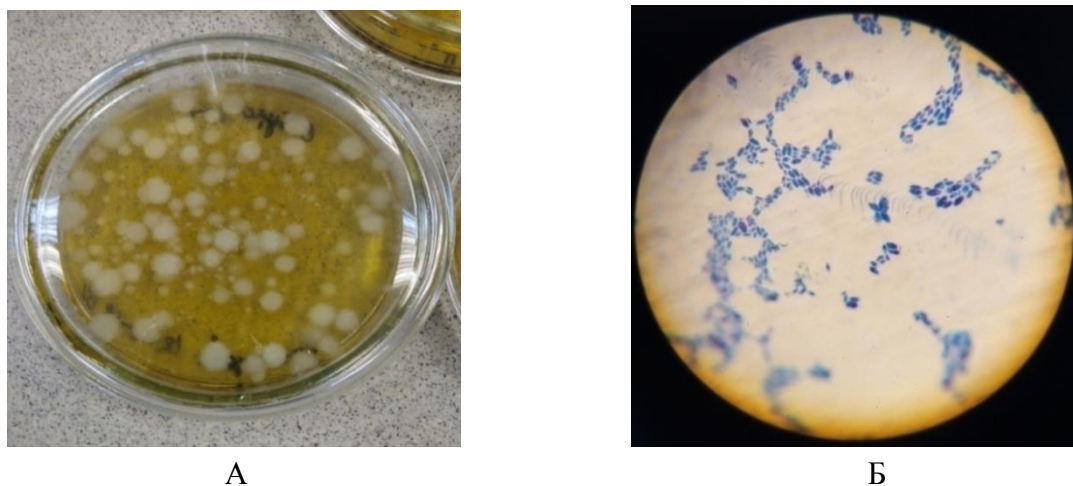


Рисунок 6 – Идентификация дрожжей

А) колонии *Saccharomyces cerevisiae* на питательной среде Сабуро

Б) мазок из чистой культуры *Saccharomyces cerevisiae*, окраска по Граму,  $\times 1000$

Современные исследования показали наличие антибактериальных свойств раствора гриба [5; 6]. Культуральную жидкость исследовали на антибактериальную активность в отношении *Escherichiacoli* и *Staphylococcus aureus* двумя методами: методом серийных разведений в плотной питательной среде и в жидкой питательной среде. Рост колоний, характерный *Escherichiacoli* и *Staphylococcus aureus* на чашках Петри в обоих случаях отсутствовал.

Методом серийных разведений в жидкой питательной среде также определяли антибактериальную активность проб культуральной жидкости, подвергшейся термической обработке, а именно кипячению и стерилизации в автоклаве. В обоих случаях на засеянных чашках был обнаружен рост, характерный для *E.coli* и *S.aureus*.

После проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Титруемая кислотность культуральной жидкости в процессе жизнедеятельности чайного гриба увеличилась с 11 до 146 °Т;
2. Количество уксуснокислых микроорганизмов варьировало от нескольких десятков тысяч до миллиона микроорганизмов в 1 мл культуральной

жидкости. Среди выделенных уксуснокислых микроорганизмов, идентифицированы представители двух видов *Acetobacter aceti* и *Acetobacter xylinum*.

3. Количество дрожжей было значительно ниже, и составило десятки тысяч клеток в 1 мл жидкости. Качественный состав представлен видами *Saccharomyces cerevisiae* и *Saccharomyces ludwigii*.

4. Оценили показатели безопасности нативной жидкости чайного гриба *Medusomyces gisevi*: бактерии группы кишечной палочки, золотистый стафилококк, сальмонеллы, протеи и клостридии не были обнаружены.

5. Культуральная жидкость *Medusomyces gisevi* обладала выраженной антибактериальной активностью в отношении *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Термически обработанная нативная жидкость теряла свои бактерицидные свойства.

### **Библиографический список**

1. Барбанчик Г. Ф. Чайный гриб и его лечебные свойства / Г. Ф. Барбанчик. – Омск : Областное книжное издательство, 1954. – 56 с.

2. ГОСТ 51446-99. Микробиология. Продукты пищевые. Общие правила микробиологических исследований. – Введ. 2001-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 31 с.

3. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.

4. Даниелян Л. Т. Чайный гриб (*Kombucha*) и его биологические особенности. – Москва : Медицина, 2005. 174, [1] с.

5. Жумабекова К. А. Получение высокоактивной ассоциации "чайного гриба" из природных штаммов микроорганизмов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–11. – С. 2374–2376.

6. Зайнуллин Р. А. [и др.]. Влияние условий культивирования чайного гриба (*Combuch*) на его функциональные свойства в пищевых профилактических напитках // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2010. – № 4(316). – С. 29–31.

**ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН  
В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

**Стратегическое управление кадрового потенциала Арктики  
(на примере подготовки специалистов по направлению  
"Управление водным транспортом")**

**Агарков С. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: agarkovsa@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** Кадровая составляющая является важнейшей в развитии и освоении Арктики. В настоящее время экономика Арктики нуждается в десятках тысяч дополнительных квалифицированных специалистов, которые должны обладать соответствующими, так называемыми арктическими компетенциями в силу объективных причин, связанных с экстремальными природно-климатическими условиями хозяйствования. В статье рассматриваются вопросы подготовки квалифицированных специалистов для морехозяйственного комплекса арктического макрорегиона (на примере подготовки специалистов по направлениям (специальностям) "Управление водным транспортом" и "Судовождение"), обладающих уровнем компетенций востребованных современной экономикой. Для чего необходимо создание в регионе системы подготовки профессиональных кадров, отражающей специфику требований и компетенций к человеческим ресурсам с учетом текущих и прогнозных потребностей на всех этапах геоэкономического цикла перспективного освоения Арктики.

**Abstract.** The article discusses the issues of training qualified specialists for the marine industry of the Arctic macro-region, with the level of competencies demanded by the modern economy. For this, it is necessary to create a system of training professional personnel in the region that reflects the specific requirements and competencies for human resources, taking into account current and forecasted needs at all stages of the geoeconomic cycle of the long-term development of the Arctic.

**Ключевые слова:** Арктические компетенции, морское образование, управление водным транспортом, кадровый потенциал, динамическое равновесие кадрового потенциала, научно-образовательный кластер, центр арктических технологий и компетенций, динамическая модель, кадровый потенциал, безопасность функционирования бурового судна

**Key words:** Arctic competencies, marine education, water transport management, human resources, dynamic balance of human resources, scientific and educational cluster, center of Arctic technologies and competencies, dynamic model, personnel potential, safety of the operation of the drilling vessel

**Цели и задачи социально-экономического развития Арктической зоны России.** Арктическая зона является стратегически важным регионом для обеспечения политической и экономической безопасности Российской

Федерации [1]. Основными национальными интересами России в Арктике являются:

– использование АЗРФ в качестве стратегической ресурсной базы Российской Федерации, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития страны;

– сохранение Арктики в качестве зоны мира и сотрудничества;

– сбережение уникальных экологических систем Арктики;

– использование Северного морского пути (СМП) в качестве национальной единой транспортной коммуникации Российской Федерации в Арктике [2].

Стратегическая цель развития Арктической зоны России в прогнозный период – обеспечение конкурентоспособного социально-ориентированного развития на основе инновационной модернизации экономики и устойчивого экономического роста, что позволит обеспечить национальную безопасность в акватории и на суше макрорегиона, а также личную безопасность и защищенность проживающего здесь населения, укрепить роль и место Арктики в экономике Российской Федерации. Достижение цели обеспечивается решением нескольких стратегических задач [1]: во-первых, это обеспечение фундаментальных и прикладных научных исследований по накоплению знаний и созданию современных научных основ управления арктическими территориями, а также надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в условиях Арктики. Вторая задача предусматривает динамичный экономический рост и диверсификацию экономической деятельности в АЗРФ, осуществление масштабных исследовательских на арктическом шельфе, создание системы комплексной безопасности для защиты населения от угроз чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, реализацию мероприятий по энергетической независимости изолированных сел и поселков Арктики. Третья институциональная и управленческая задача состоит в формировании нормативной правовой системы, обеспечивающей привлекательность арктических территорий для хозяйственной деятельности и проживания. Четвертая задача предусматривает улучшение человеческого капитала АЗРФ в результате модернизации целевых образовательных программ подготовки и переподготовки специалистов в системе высшего и среднего специального образования, обеспечения доступности и качества медицинского обслуживания всех групп населения, проживающих и работающих в Арктической зоне России. Пятая предусматривает вовлечение в товарный оборот ресурсной базы Арктической зоны России в интересах обеспечения потребностей страны и мировых рынков

в углеводородных, водных биологических ресурсах, стратегическом минеральном сырье на основе устойчивого и рационального природопользования (принцип экосистемного менеджмента) и расширенного воспроизводства. Шестая инфраструктурная задача предусматривает меры по возрождению Северного морского пути и коммерциализацию вновь созданного транспортного коридора за счет государственной поддержки строительства судов ледокольного, аварийно-спасательного и вспомогательного флотов, реконструкции береговой инфраструктуры, навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения, других объектов арктического сервиса; создание в Арктике объектов коммерческой инновационной инфраструктуры – интеллектуальных территорий, технопарков, бизнес-инкубаторов, центров трансфера технологий, технико-внедренческих зон, венчурных фондов и компаний. Седьмая экологическая задача направлена на сохранение окружающей природной среды Арктики (обеспечение баланса между потребностью сохранить природную среду Арктики и использовать ее природные ресурсы) в интересах нынешних и будущих поколений в результате установления особых режимов устойчивого природопользования; расширения сети особо охраняемых природных территорий и акваторий; рекультивации трансформированных природных ландшафтов; утилизации токсичных промышленных отходов и других мероприятий.

**Приоритетные стратегические проекты развития АЗРФ.** Основными перспективными богатствами Российского сектора Арктики являются запасы углеводородов, которые по оценкам экспертов составляют более 25 % разведанных общемировых запасов. Считается, что в Российском секторе Арктики сосредоточено 55 % запасов углеводородов мировых шельфов, в то время как по аналогичные запасы материковой части России составляют около 6 % от общемировых.

Россия уже достаточно активно реализует планы освоения Арктики, что подтверждается реализацией инвестиционных шельфовых и инфраструктурных мегапроектов проектов таких как: разработка Приразломного месторождения в Печорском море (морская ледостойкая стационарная нефтяная платформа (МЛСП); комплексное развитие Мурманского транспортного узла; введение в эксплуатацию универсальных атомных ледоколов проекта 22220; реализация проекта "Ямал СПГ" совместно со строительством и эксплуатацией морского порта Сабетта на п-ове Ямал; создание в Мурманской области Центра строительства крупнотоннажных морских сооружений "Кольская верфь"); строительство опорной базы берегового обеспечения шельфо-

вых проектов в Арктической зоне РФ с созданием промышленного кластера нефтесервисных производств и центра сервисного обслуживания кораблей и судов, осуществляющих плавание в акватории Северного морского пути (проект реализуется ПАО "НК "Роснефть" в Росляково г. Мурманска на базе АО "82 СРЗ").

Таблица 1 – Приоритетные проекты развития АЗРФ с непосредственным участием Мурманской области

п/п	Название проекта	Планируемый срок исполнения	Объем и источники финансирования, млрд. руб.	Ответственный исполнитель
1	Комплексное развитие Мурманского транспортного узла	2020 г.	Всего 144,9, в том числе 55,6 федеральный бюджет; 89,3 внебюджетные источники	Минтранс России
2	Введение в эксплуатацию универсальных атомных ледоколов проекта 22220	2020 – 2024 гг.	36,9 41,1 43,2 (федеральный бюджет)	Государственная корпорация "Росатом", Минпромторг России
3	Обеспечение функционирования морской ледостойкой стационарной платформы "Приразломная"	2013 г. – бурение эксплуатационной, скважины, 2015 г. – добыча нефти. Эксплуатация – более чем 25 лет	Внебюджетные источники	ООО "Газпром нефть шельф", ПАО "Газпром нефть"
4	Строительство объектов морского порта в районе пос. Сабетга на п-ове Ямал, включая создание судоходного подходного канала в Обской губе	2018 г.	Всего 97,2, в том числе 71,3 федеральный бюджет; 25,9 внебюджетные источники	Минтранс России, Росморречфлот
5	Реализация проекта "Ямал СПГ"	Строительство завода СПГ предполагается в три очереди: 2017 г. – 2020 г.	150,0 (федеральный бюджет)	ОАО "Новатэк" – 50,1 %, Total – 20 %, китайская GNPC – 20 % и фонд "Шелкового пути" – 9,9 %

Окончание табл. 1

п/п	Название проекта	Планируемый срок исполнения	Объем и источники финансирования, млрд. руб.	Ответственный исполнитель
6	Строительство железнодорожной магистрали "Белкомур"	До 2030 г.	225,0 (в ценах 2015 г.)	Минтранс России, ОАО МК "Белкомур", PolyTechnologies, Inc., Правительства Республики Коми, Пермского края, Архангельской обл., ОАО "РЖД"

В условиях реализации стратегических задач развития Арктической зоны Российской Федерации перед государством и работодателями стоят совершенно новые организационно-управленческие задачи, решение которых должно способствовать экономически эффективному, социально-ориентированному и безопасному освоению морских пространств и ресурсов Арктики, в том числе безопасному освоению морских углеводородных месторождений Арктического шельфа.

Задачи стратегического управления – это всегда очень сложный и многокомпонентный процесс, охватывающий различные проблемы геополитического, экономического, социально-общественного, экологического характера, которые наиболее остро проявляются в арктическом макрорегионе в силу целого комплекса специфических причин экономического и социального характера, связанных с экстремальными природно-климатическими условиями хозяйствования.

При этом наиболее остро сегодня стоят проблемы воспроизводства кадрового потенциала, способного в полной мере решать задачи комплексного конкурентоспособного развития региона, включая уникальные практические задачи перспективного освоения Арктики.

**Морская деятельность на Арктическом региональном направлении.** В соответствии со Стратегией развития морской деятельности [3], предусмотрен переход к комплексному подходу в планировании развития приморских территорий и прибрежных акваторий конкретных побережий страны путем выделения их в отдельный единый объект государственного управления. Инструментом реализации такого подхода должно стать включение в региональные стратегии и программы социально-экономического развития всех приморских субъектов Российской Федерации (и их приморских муниципальных образований) специального прибрежно-морского компонента,



направленного на обеспечение инноваций и достижение синергии за счет скоординированного развития морской деятельности и ее береговой инфраструктуры.

Основополагающим документом, определяющим государственную политику Российской Федерации в области морской деятельности, является Морская доктрина Российской Федерации [4].

В Морской доктрине выделяются региональные направления национальной морской политики.

**Региональные направления национальной морской политики** – это области морской деятельности, связанные с особенностями отдельных регионов Российской Федерации и мира, объединенных общими физико-географическими, экономико-географическими, политико-географическими или военно-географическими характеристиками наиболее значимых для Российской Федерации территорий и акваторий [4].

**Национальная морская политика на Арктическом региональном направлении** определяется особой важностью обеспечения свободного выхода российского флота в Атлантику и Тихий океан, богатствами исключительной экономической зоны и континентального шельфа Российской Федерации, возрастающим значением Северного морского пути для устойчивого развития и безопасности Российской Федерации, решающей ролью Северного флота для обороны страны с морских и океанских направлений [4].

Основу национальной морской политики на данном направлении составляет создание условий для деятельности российского флота в Баренцевом, Белом и других арктических морях, на трассе Северного морского пути, а также в северной части Атлантики. При этом решаются следующие долгосрочные задачи:

- исследование и освоение Арктики с ориентацией на развитие экспортных отраслей хозяйства, первоочередное решение социальных проблем;
- защита интересов Российской Федерации в Арктике;
- создание судов ледового класса для морских перевозок, специализированных судов для рыбопромыслового, научно-исследовательского и других специализированных флотов;
- учет оборонных интересов государства при разведке и разработке запасов биоресурсов и минерального сырья в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации;
- создание условий, в том числе и с привлечением возможностей региона, для базирования и использования составляющих морского потенциала, обес-

печивающих защиту суверенитета, суверенных и международных прав Российской Федерации на Арктическом региональном направлении;

- ограничение иностранной военно-морской деятельности в согласованных районах и зонах на основе двусторонних и многосторонних соглашений с ведущими морскими державами;

- обеспечение национальных интересов Российской Федерации в отношении Северного морского пути, централизованное государственное управление этой транспортной системой, ледокольное обслуживание и предоставление равноправного доступа заинтересованным перевозчикам, в том числе иностранным;

- обновление и безопасная эксплуатация атомного ледокольного флота;

- соблюдение интересов Российской Федерации при разграничении морских пространств и дна морей Северного Ледовитого океана с приарктическими государствами;

- консолидация усилий и ресурсов федерального центра и субъектов Российской Федерации для развития арктического судоходства, морских и речных устьевых портов и осуществления Северного завоза, а также информационных систем, обеспечивающих указанную деятельность [4].

**Морская деятельность** – это деятельность Российской Федерации в области изучения, освоения и использования Мирового океана в интересах безопасности, устойчивого экономического и социального развития государства. В состав **гражданской морской деятельности** входят:

- морской транспорт, в составе которого выделяются морское судоходство и портовое хозяйство;

- рыбное хозяйство, включающее промышленное рыболовство, искусственное воспроизводство и переработку морских гидробионтов, а также вспомогательные и обслуживающие производства;

- добыча минеральных ресурсов и разведка недр морского дна;

- судостроительная промышленность;

- морская инженерия (гидротехническое строительство, прокладывание трубопроводов, кабелей, берегозащитные мероприятия);

- морская научно-исследовательская деятельность;

- морская туристско-рекреационная сфера, включающая морской туризм, оздоровительную и лечебную деятельность на морских побережьях;

- мероприятия по обеспечению безопасности морской деятельности;

- мероприятия по обеспечению безопасности населения приморских регионов и смягчению последствий от морских стихийных бедствий;

- мероприятия по сохранению морских природных систем и рациональному использованию их ресурсов, защите морской среды от загрязнения;
- подготовка кадров для сферы морской деятельности [4].

Экстремальные условия хозяйствования в Арктической зоне Российской Федерации обуславливают необходимость формирования в арктическом макрорегионе инновационной экономики, что в свою очередь требует соответствующего научного и кадрового обеспечения.

Общеизвестно, в современной парадигме конкурентоспособного развития образование и наука являются важнейшими факторами, определяющими формирование экономики знаний.

С учетом вышеперечисленных приоритетов государственной политики необходимо формирование современной системы профессионального образования, способной обеспечивать текущие и перспективные потребности арктической экономики в высококвалифицированных кадрах.

Возможным механизмом создания такой системы является кластерный подход, предполагающий формирование в арктическом макрорегионе **научно-образовательного кластера**, призванного обеспечить на принципах интеграции и кооперации университетов, научных организаций и бизнеса:

- подготовку высококвалифицированных специалистов научной и производственной сферы для арктической экономики;
- формирование перспективных (опережающих) технологических заделов в области инновационного освоения пространств и ресурсов Арктики в соответствии с приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации [5];
- разработку новых и адаптацию существующих технологий для арктической экономики.

На необходимость создания научно-образовательного комплекса мирового уровня (НОЦ) в Арктической зоне Российской Федерации с аналогичными задачами указывал в своем выступлении на Арктическом форуме в Санкт-Петербурге Президент России В.В. Путин, который отмечал: *"Для комплексного развития региона, для решения уникальных, нестандартных задач в высоких широтах нам нужна мощная научная кадровая технологическая база. Мы уже приступили к созданию в регионах страны научно-образовательных центров (НОЦ), которые интегрируют возможности университетов, исследовательских институтов, бизнеса, реального сектора экономики. Такой центр обязательно будет и в одном из наших арктических*

*регионов. И должен обеспечить как развитие фундаментальной науки, так и решение прикладных практических задач освоения Арктики".*

Для достижения практических целей и решения конкретных задач по основным приоритетным направлениям развития экономики Арктической зоны Российской Федерации [1; 2; 4].

С учетом колоссального потенциала Мурманской области является актуальным, на наш взгляд, создание такого НОЦ именно в Мурманской области, что позволит закрепить статус региона стратегического центра развития Арктики [6; 7].

**Динамическая модель развития кадрового потенциала арктической экономики.** Кадровая составляющая является важнейшей в развитии и освоении Арктики. Уже сегодня Арктика нуждается в десятках тысяч дополнительных квалифицированных специалистов в год.

Кадровое обеспечение арктической экономики, включая морскую деятельность, определяется потенциалом имеющихся для реализации этой цели трудовых ресурсов.

Термин "потенциал" в широком толковании означает скрытые возможности, которые могут быть приведены в действие, использованы для решения какой-либо задачи или достижения определенной цели.

Под **кадровым потенциалом арктического макрорегиона** в данном контексте нами понимается максимальное количество работников, обладающих совокупностью профессиональных знаний, навыков и компетенций, в том числе специфических арктических без которых в определенных сферах невозможно осуществлять трудовую деятельность.

Учитывая суровые природно-климатические условия работы в Арктике, работодателями предъявляются особые требования к профессиональным компетенциям работников, занятых в определенных сферах деятельности, так называемые арктические компетенции.

В качестве возможного методического подхода выявления и обоснования перспективной потребности в кадрах может послужить экономико-математический инструментарий для оценки динамического баланса между потребностью в кадрах и существующими возможностями образовательной системы. При этом очевидно, что развитие кадрового потенциала АЗРФ неразрывно связано с производственными потребностями реального сектора экономики, который является ключевым для хозяйственной системы арктического макрорегиона в целом и морехозяйственного комплекса в частности.

Для оценки количества требуемого в будущем персонала необходимо использовать прогнозные потребности арктической экономики в отраслевом разрезе с учетом корпоративных программ развития и инвестиционных проектов компаний и корпораций, имеющих стратегическое значение для хозяйственной системы макрорегиона.

В контексте подготовки профессиональных кадров термин "*арктические компетенции*" – это рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения, основанные на профессиональных стандартах, предъявляемых работодателями для конкретных видов трудовой деятельности в экстремальных природно-климатических условиях Арктики.

Тогда для определения соответствия качественных и количественных характеристик кадрового потенциала потребностям предлагается использовать модель динамического равновесия (баланса), которая выражается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_{t_0}^T F[A_i (k_1 a_i + k_2 b_i + k_3 c_i + k_4 d_i)] dt = \rho(A) \\ \int_{t_0}^T F[B_j (k_1 a_j + k_2 b_j + k_3 c_j + k_4 d_j)] dt = \rho(B) \\ \int_{t_0}^T F[C_n (k_1 a_n + k_2 b_n + k_3 c_n + k_4 d_n)] dt = \rho(C) \\ \int_{t_0}^T F[D_m (k_1 a_m + k_2 b_m + k_3 c_m + k_4 d_m)] dt = \rho(D) \end{array} \right. , \quad (1)$$

где А – специалисты с высшим образованием инженерных направлений подготовки; В – технические специалисты со средним профессиональным образованием; С – специалисты с высшим образованием гуманитарно-экономический направлений подготовки; D – специалисты со средним профессиональным образованием гуманитарно-экономических направлений; а – знания; b – универсальные компетенции; с – общепрофессиональные компетенции; d – специализированные профессиональные арктические компетенции, рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения, основанные на профессиональных стандартах, предъявляемых работодателями для конкретных видов трудовой деятельности в экстремальных природно-климатических условиях Арктики (арктические компетенции);  $k_1, k_2, k_3, k_4$  – весовые коэффициенты целевой функции;  $\rho(A), \rho(B), \rho(C), \rho(D)$  – потреб-

ность арктической экономики в профессиональных кадрах с высшим, средним профессиональным образованием инженерно-технических и гуманитарно-экономических направлений подготовки (специальностей), соответственно;  $T$  – горизонт планирования,  $T(t_0, t_1, \dots, t_i)$ .

Данная модель представляет собой формализованное описание динамического равновесия, характеризующего перспективную потребность в квалифицированном персонале с учетом прогнозируемого (планируемого) развития арктической экономики с учетом требований, предъявляемых работодателями к уровню компетенций специалистов, работающих в экстремальных природно-климатических условиях высоких широт (арктических компетенций).

**Квалифицированные кадры для нефтегазового комплекса Арктического шельфа.** Интенсивное развертывание работ по добыче нефти в море потребовало постройки большого количества технических средств, принципиально отличающихся от традиционных.

Сегодня общей тенденцией можно считать создание буровых платформ и специализированных буровых судов, приспособленных для работы в глубоководных районах и сложных гидрометеорологических условиях. Технические средства, с которых выполняется бурение в море, имеют ряд конструктивных особенностей, важнейшей из которых является способность с высокой степенью точности стабилизировать буровую платформу или буровое судно над устьем скважины при воздействии волнения, ветра и течения.

Сложность технического оснащения, трудоемкость процесса управления судами и надводными объектами выявляет необходимость использования динамического позиционирования (ДП) для обеспечения безопасной эксплуатации. Для исключения вероятности возникновения аварийных ситуаций, связанных с особенностями эксплуатации специализированных судов, алгоритмы управления систем должны обеспечивать высокие показатели качества и функционирования при любых видах управляющих и возмущающих воздействий на буровое судно и его оборудование.

При этом системы ДП позволяют работать в различных режимах, которые подразделяется на автоматический, полуавтоматический и ручной режимы. Очевидно, что специфику управления в полуавтоматическом и ручном режимах судоводитель бурового судна может осваивать во многом интуитивно, последовательно накапливая и совершенствуя опыт работы с системой, что требует значительного времени и определенных практических навыков, что генерирует риски так называемого человеческого фактора. В режиме автоматического управления судном системой ДП подразумевают полное

исключение из цикла управления человека, соответственно человеческого фактора.

Создание автоматизированных систем, способных осуществлять безопасное управление судном в режиме динамического позиционирования, позволяющих обеспечить единый цикл функционирования разрозненных, не связанных между собой технических средств управления является актуальной проблемой.

Совокупность показателей качества функционирования судовых систем динамического позиционирования, обеспечивающих эффективность и безопасную эксплуатацию, можно разделить на следующие группы:

– **показатели качества функционирования**, характеризующие динамические свойства, точность, быстродействие. С ростом уровня автоматизации эти показатели должны, безусловно, улучшаться, при этом конструктивная реализация судовой динамической системы управления значительно усложняется;

– **показатели надежности и безопасности**, характеризующие вероятность безотказной работы судовой динамической системы управления в определенных условиях эксплуатации. Возможны два пути повышения этих показателей: применение более надежных комплектующих изделий и применение резервных (дублирующих) способов и соответствующих им резервных конструктивно самостоятельных каналов управления;

– **обобщенные показатели** качества судовых динамических систем управления, которые характеризуются, прежде всего, массой, габаритами и стоимостью.

Альтернативой субъективности в вопросе оценки безопасности выполнения работ буровым судном, оборудованным системой ДП, могут быть только математическое моделирование системы (модели судна, бурового оборудования, движителей, внешних воздействий, модели совместной работы) и компьютерная оценка безопасности работы бурового судна на основе таких моделей.

Поэтому разработка математических моделей, адекватно учитывающих, во-первых, внешние факторы воздействия на судно, во-вторых, конструктивные и технико-технологические особенности каждого конкретного специализированного (бурового) судна является важной задачей, в том числе в рамках национального проекта по реализации инициатив, направленных на формирование лидерских позиций России на перспективных технологических рынках глобальной морской отрасли – Национальной технологической инициативы мероприятий ("дорожная карта") "Маринет", где по стра-

тегическому направлению е-Навигации стоит задача разработки процедур и технологических решений для безэкипажного судовождения с использованием инфраструктуры и сервисов е-Навигации, а также технологий "больших данных" [8].

Процедура оценки безопасности выполнения динамического позиционирования бурового судна сводится к решению ряда задач, основными из них являются следующие:

- разработка моделей, описывающих работу движительно-рулевого комплекса бурового судна;
- разработка модели воздействия ветра на надводную часть бурового судна с учетом аэродинамических особенностей буровой вышки;
- разработка модели воздействия течения на подводную часть корпуса бурового судна с учетом гидродинамических свойств буровой колонны;
- на основании этих частных моделей создание комплексной модели системы, описывающей динамику бурового судна в режиме динамического позиционирования;
- оценка безопасности функционирования бурового судна в режиме динамического позиционирования по критерию нормативной нагрузки судовой энергетической установки (СЭУ) при совокупности внешних воздействий.

**Построение математической модели оценки безопасности функционирования бурового судна.** Модельное сопоставление *суммарных внешних воздействий* и усилий *средств активного управления* позволит выявить оптимальное с точки зрения безопасности работы бурового судна.

Для решения задач маневрирования объекта в процессе динамического позиционирования используем модель А. П. Тумашика [9], которая наиболее адекватно описывает движение судна с большими углами дрейфа. Модель описывается системой дифференциальных уравнений следующего типа, где  $v_x$  и  $v_y$  уравнения для скоростей продольного и поперечного перемещений объекта;  $\omega$  уравнение для угловой скорости поворота вокруг вертикальной оси судна:

$$\left\{ \begin{array}{l} (m + \lambda_{11}) \frac{dv_x}{dt} - (m + \lambda_{22}) v_y \omega = X_k + X_{st} + X_a + R_{sx} + X_w + X_{R\Sigma} \mid v_x; \\ (m + \lambda_{22}) \frac{dv_y}{dt} - (m + \lambda_{11}) v_x \omega = Y_k + Y_{st} + Y_a + R_{sy} + Y_w + Y_{R\Sigma} \mid v_y; \\ (I_z + \lambda_{66}) \frac{d\omega}{dt} = M_k + M_{st} + M_a + M_s + M_w + M_{R\Sigma} \mid \omega. \end{array} \right. \quad (2)$$



где  $X_k, Y_k, M_k$  – гидродинамические силы и момент вязкой природы, действующие на подводную часть корпуса при отсутствии течения;  $X_{st}, Y_{st}, M_{st}$  – силы и момент, вызванные течением;  $X_a, Y_a, M_a$  – силы и момент от ветровой нагрузки;  $R_{sx}, R_{sy}, M_s$  – силы и момент, обусловленные наличием бурового инструмента;  $X_w, Y_w, M_w$  – силы и момент, вызванные волнением;  $X_{R\Sigma}, Y_{R\Sigma}, M_{R\Sigma}$  – силы и момент, создаваемые средствами активного управления.

Если система динамического позиционирования судна представляет собой сочетание поворотных рулевых колонок (ПВК) и носовых подруливающих устройств (НПУ), то для решения задачи позиционного равновесия судна (с двумя ПВК и двумя НПУ) используем следующую систему уравнений, характеризующих усилия средств активного управления:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_x = R_{ПВК1} \cos \alpha_1 + R_{ПВК2} \cos \alpha_2 \\ R_y = R_{ПВК1} \sin \alpha_1 + R_{ПВК2} \sin \alpha_2 + R_{НПУ1} + R_{НПУ2} \\ M_z = R_{ПВК1} \cos \alpha_1 y_1 + R_{ПВК2} \cos \alpha_2 y_2 + R_{ПВК1} \sin \alpha_1 x_1 + R_{ПВК2} \sin \alpha_2 x_2 + \\ + R_{НПУ1} x_{НПУ2} + R_{НПУ2} x_{НПУ1} \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $R_x, R_y, M_z$  – равнодействующие внешних сил, приложенных к судну;  $R_{ПВК1}, R_{ПВК2}$  – усилия, развиваемые ПВК;  $\alpha_1, \alpha_2$  – направления их действия, согласно системе координат отсчитываемые по часовой стрелке (нулевые  $\alpha_1, \alpha_2$  соответствуют направлению тяги вдоль диаметральной плоскости в нос судна);  $R_{НПУ1}, R_{НПУ2}$  – усилия, развиваемые НПУ;  $x_1, y_1; x_2, y_2$  – координаты размещения двух ПВК;  $(x_{НПУ1}, 0); (x_{НПУ2}, 0)$  – координаты размещения двух НПУ.

Поскольку главным критерием эффективности системы динамического позиционирования является не быстроедействие системы активного управления (САУ) или минимум энергетических затрат, а безопасность функционирования, то следует минимизировать показатели, связанные с качеством удержания судна в заданном состоянии. Такая задача оптимизации приводит к условию, когда необходимо минимизировать текущее суммарное квадратическое отклонение ( $S$ ) от заданного положения, что в практической плоскости предполагает координаты центра тяжести (ЦТ) судна и его курс:

$$S = \min \int [\alpha_1 (x - x_0)^2 + \alpha_2 (y - y_0)^2 + \alpha_3 (K - K_0)^2] dt, \quad (4)$$

где  $x_0, y_0$  и  $K_0$  – уставные координаты и курс судна;  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – весовые коэффициенты целевой функции.

На основании произведенных оценок можно сделать важный вывод о том, что предлагаемый подход математического моделирования является рабо-

тоспособной моделью управления по отклонениям для описания маневрирования объекта в процессе динамического позиционирования, которая может быть использована при создании автоматизированных систем, способных осуществлять управление судном в режиме динамического позиционирования.

**Заключение.** Вышеперечисленные факторы говорят о необходимости в условиях реализации стратегических задач развития Арктики глубокой модернизации региональной системы профессионального образования с точки зрения соответствия учебной материально-технической базы требованиям современной инновационной экономики, во-вторых, совершенствования учебных программ подготовки кадров, которые должны учитывать формализованные в профессиональных стандартах запросы работодателей к уровню компетенций выпускников для работы в арктических условиях (арктические компетенции). Как показывает реальная практика это весьма актуально по морским направлениям подготовки (специальностям). Так по направлению подготовки "Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства" в перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников, предусмотренных федеральным государственным образовательным стандартом [10], входит способность стратегического планирования и оптимального управления. В контексте арктических компетенций это является весьма актуальным, например, при освоении морского углеводородного потенциала Арктики. Для судоводителей (специальность "Судовождение") осуществляющих свою трудовую деятельность на специализированных буровых судах арктической компетенцией является необходимость использования динамического позиционирования (ДП) для обеспечения безопасной эксплуатации в сложных природно-климатических условиях северных морей Арктики[11, 12].

### **Библиографический список**

1. Проект "Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г. [Электронный ресурс]:

[http://www.arcticandnorth.ru/institut\\_arctic/strategy\\_AZRF\\_2010.pdf](http://www.arcticandnorth.ru/institut_arctic/strategy_AZRF_2010.pdf).

2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу (утв. Президентом РФ 18.09.2008 N Пр-1969).

3. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 г. (распоряжение Правительства Российской Федерации от 8.12.2010 г. N 2205-р).

4. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс] : утв. приказом Президента Рос. Федерации от 27 июля 2001 г. № 1387. – В данном виде документ опубликован не был. – Доступ из справ.-правовой системы "Консультант Плюс".

5. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (Утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. N 642).

6. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. (распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р).

7. Стратегии социально-экономического развития Мурманской области до 2020 г. и на период до 2025 г. (утв. постановлением Правительства Мурманской области от 25.12.2013 № 768-ПП/20).

8. Дорожная карта "Маринет" [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://nti2035.ru/markets/docs/DK\\_marinet.pdf](https://nti2035.ru/markets/docs/DK_marinet.pdf).

9. Справочник по теории корабля. В 3 т. Т. 3 / под ред. Я. И. Войткунского. – Л. : Судостроение, 1985. – 544 с.

10. Приказ Минобрнауки России от 30.03.2015 N 304 (ред. от 29.06.2015) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 26.04.01 Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства (уровень магистратуры)" (Зарегистрировано в Минюсте России 05.05.2015 N 37110).

11. Агарков С. А., Геращенко Л. В. О роли морского образования в развитии российской Арктики // Морской сборник. – 2014. – Т. 2006. – № 5. – С. 50–54.

12. Агарков С. А. Модернизация высшего образования региона в условиях экономической глобализации: проблемы и решения // Высшее образование сегодня. – 2017. – № 12. – С. 2–8.

## Электронное обучение и современное образование.

### Теория и реальность

**Асмикович И. К.** (*г. Минск, Белорусский государственный технологический университет, кафедра высшей математики, e-mail:asmik@tut.by*)

**Аннотация.** Отмечено современное состояние готовности школьников изучать математику в вузе. Показана необходимость изменения программы по математике для специалистов по информационным технологиям и возможности использования электронного обучения. Указана необходимость научно-исследовательской работы магистрантов университета.

**Abstract.** The current state of schoolchildren readiness to study mathematics at the university is noted. The necessity of changing the program in mathematics for specialists in information technology and the possibility of using e-learning is shown. The need for research work of undergraduate students of the university is indicated.

**Ключевые слова:** математика, возможность, необходимость, эффективность

**Key words:** mathematics, possibility, necessity, efficiency

*Ядолгожил среди взрослых. Я видел их совсем близко.  
И от этого, признаться, не стал думать о них лучше.  
Антуан де Сент-Экзюпери. Маленький принц.*

Отношение к фундаментальным наукам в XXI в. в Республике Беларусь да и во всем мире постепенно изменяется и, к сожалению, не в лучшую сторону. С одной стороны на различных уровнях достаточно часто и правильно говорят об их необходимости и важности фундаментальных наук, а с другой – сокращают объемы учебных часов и даже годов обучения по этим предметам в средней школе. При этом нарушается даже простейшая логика – в школе начало изучения физики переносят в седьмой класс, в связи с недостаточной математической подготовкой учащихся, а в университете для специальностей по информационным технологиям ставят полный курс физики в первом семестре. Понятно, что хорошо усвоить этот курс без достаточной математической подготовки невозможно, а дать основные необходимые понятия по высшей математике в первые месяцы учебы в университете нереально.

По мнению академика В. И. Арнольда [1] ".. подавление фундаментальной науки и, в частности, математики (по американским данным на это потребуется лет 10–15) принесет человечеству (и отдельным странам) вред, сравнимый с вредом, который принесли западной цивилизации костры инквизиции". Прошло не очень много лет после этого выступления и в Белорус-

сии и России, да и в странах западной Европы отмечается резкая нехватка квалифицированных инженеров, а в Республике Беларусь Высшая аттестационная комиссия отмечает низкий математический уровень кандидатских диссертаций по техническим наукам. Но, к сожалению, на уровне министерства образования Республики Беларусь существование такой проблемы в основном не признается. Соответственно и не предлагается методов ее решения. Если нет проблемы, то как ее решать. В России вроде проблему признают, даже проводят совещания на уровне президента, но только эффекта от такой деятельности не очень заметно, в тому же как и в Беларуси существенно уменьшают объемы часов по математическим курсам [2].

Уже несколько десятилетий имеет место явный бум по развитию электронного обучения. Кое-кто считает и рекламирует, что оно заменит классическое образование. В него вкладываются огромные средства, допускается явное дублирование курсов и разработок, эффективность внедрения которых весьма сомнительна. Но такое уже было, когда активно развивалось телевидение, в США были активные сторонники предположения, что в ближайшем будущем телевидение заменит и лекции ведущих профессоров и практические занятия. Реальность оказалась совсем другой. Аналогично и современные построения по дистанционному обучению. Особенно это хорошо видно на примере изучения математики. Оно требует достаточно глубоких и долгих размышлений над основными понятиями и их взаимосвязями и не определяется количеством иллюстраций или гиперссылок в электронных учебниках [3; 4]. Следовательно, работа с преподавателем и самостоятельная работа над материалом остается пока основным вариантом. Эпиграф к работе означает, что по нашему мнению идея полного перевода образования на дистанционную форму – явная идея фикс.

Конечно, в XXI в. в условиях информационного общества требуются явные изменения организация образовательного процесса: сокращение аудиторной нагрузки, замена пассивного слушания лекций возрастанием доли самостоятельной работы студентов.

Для специальностей по информационным технологиям следует переработать учебные программы по математике, уменьшив долю непрерывной математики и увеличив долю алгебры, логики, теории информации, дискретной математики. Но при этом следует исходить из реальных возможностей большинства студентов понимать предлагаемый материал, а не описывать

принципиально новые модели [3; 4]. А сейчас в учреждениях высшего образования республики Беларусь требуют от всех преподавателей разработки электронных учебно-методических комплексов по всем учебным предметам, которые должны быть выложены в интернете. Это огромный объем работы, которая требуется в основном для отчетности ибо студенты пользуются этими комплексами очень редко. А в результате эффективность такой работы – это бесконечно малая величина. По строгому математическому определению – это не ноль, но меньше любой наперед заданной величины. При этом используемые учебные пособия должны быть не старше пяти лет. Так что алгоритм Евклида, который очень широко используется в современных криптографических системах может не излагаться для современных специалистов по информационным технологиям.

Компьютерные информационные технологии очень полезны в тех разделах математики, где без них трудно обойтись, где требуются долгие численные расчеты, где требуется построение большого числа графиков, использования новых современных разделов математики [4; 5].

Для хорошо успевающих студентов, заинтересованных не только в формальном получении диплома дистанционные ресурсы весьма полезны [6; 7]. Умение использовать прикладные математические пакеты позволяет хорошо подготовленным студентам на вторых и третьих курсах технических университетов заниматься студенческой научно-исследовательской работой по применению прикладной математики в задачах своей будущей специальности. Вот такой работой можно заниматься и в рамках дистанционного обучения и получать реальные результаты [6, 7].

### **Библиографический список**

1. Арнольд В. И. "Жесткие" и "мягкие" математические модели. – М. : МЦНМО, 2000.– 32с.
2. Медведева Н. А. Реформы в высшем образовании – кто ответит за последствия? // Математика в высшем образовании. – 2016. – №14. – С. 43–46.
3. Романова К. С. Информационные технологии и современные проблемы образования // Философия образования.– 2013. – № 6 (51). – С. 155–160.
4. Асмыкович И. К. О реальном и виртуальном в дистанционном обучении математике студентов технического университета [Электронное издание] // Материалы международной интернет– конференции "Виртуальная реальность современного образования VRME 18" Москва, 2019. – С. 1–7.

5. Асмыкович И. К. Организация НИРС по математике для хорошо успевающих студентов // Науковий вісник Львівської академії. Серія Педагогічні науки: зб. наук. пр. – 2018. – Вып. 3. – С. 234–239.

6. Радчиков А. Д. Численное исследование скорости сходимости частичных сумм ряда Фурье // Гагаринские чтения – 2019 : сб. тез. докл. – М. : МАИ, 2019. – С. 741.

7. Злобин Р. Ю. Некоторые применения теории графов [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий в образовании: материалы всерос. конф. с междунар. Участием / отв. ред. П. С. Ломаско. – Красноярск, 23 апреля 2019 г. – С. 119–126.

## **Применение системы моделирования Xcos в курсе преподавания информатики**

**Лейко Н. Н., Бучкова З.А., Майорова О. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники, e-mail: leykonn@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В данной работе описывается возможность использования системы моделирования Xcos в курсе преподавания информатики. Xcos – это система графического моделирования на основе блок-схем, входящая в состав математической системы Scilab. Xcos предназначена для решения задач динамического и ситуационного моделирования систем, процессов и устройств, а также тестирования и анализа этих систем.

**Abstract.** This paper describes the possibility of using the Xcos modeling system in the course of teaching computer science. Xcos is a flowchart-based graphical modeling system that is part of the Scilab mathematical system. Xcos is designed to solve problems of dynamic and situational modeling of systems, processes and devices, as well as testing and analysis of these systems.

**Ключевые слова:** моделирование, информатика, компьютерные технологии

**Key words:** modeling, Informatics, computer technologies

В наши дни компьютерное моделирование достигло высокого уровня развития и продолжает интенсивно развиваться, составляя неотъемлемую часть современной фундаментальной и прикладной науки. Возникает необходимость внедрения и применения пакетов моделирования в образовательный процесс.

Xcos (название первых версий Scicos, от "Scilab Connected Object Simulator") является эквивалентом Simulink (подсистема Matlab, обеспечивающая блочное визуально-ориентированное имитационное моделирование различных систем и устройств) и является подсистемой свободно распространяемой системы компьютерной математики Scilab.

В настоящее время приложение Scilab Xcos считается одним из лучших пакетов с открытым кодом для моделирования блочно – заданных динамических систем с графической интерактивной средой [2]. Возможности Xcos охватывают задачи математического моделирования сложных динамических систем в физике, биологии, механике, гидравлике, электротехнике. С помощью Xcos удобно создавать системы обработки сигналов, системы связи, системы управления.

При изучении дисциплин "Информатика" и "Информационные технологии" ознакомление студентов технических специальностей с основами работы в программе Scilab и встроенным в нее инструментом моделирования



динамических систем Xcos побуждает студентов применять программу в процессе дальнейшего обучения и в последующей самостоятельной работе.

Для использования данной системы достаточно общих знаний, необходимых при работе на компьютере и в области моделирования исследуемой задачи.

Построение модели в Xcos основывается на технологии drag-and-drop. Визуальные блоки, открытые для модификации, хранятся в библиотеке компонентов XCOS. Для каждого блока разработчик может настраивать определённые параметры моделирования. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц, а также с помощью графопостроителя можно строить фигуры в полярной системе координат, например фигур Лиссажу.

Рассмотрим три примера моделирования с помощью системы XCOS.

**Пример 1.** Создадим модель, которая выполняет функцию вычисления значения  $y = ax^2 + bx$ , где  $a$  и  $b$  – константы [1]. Для возведения  $x$  в квадрат будем использовать блок умножения двух сигналов PROD\_f, на оба входа которого подадим сигнал  $x$ . Для получения сигнала  $ax^2$  подключим усилитель GAIN\_f с коэффициентом передачи  $a$  к выходу блока умножения. К этим блокам необходимо добавить блок сложения SUMMATION, на один вход которого подадим сигнал с блока умножения, а на другой выход константы  $b$  (CONST). В результате, на его выходе будем иметь сигнал  $ax^2 + b$ , который отобразится с помощью осциллографа CSCOPE, к которому подключены часы активации CLOCK\_c, устанавливающие шаг работы и время начала работы (рис. 1).

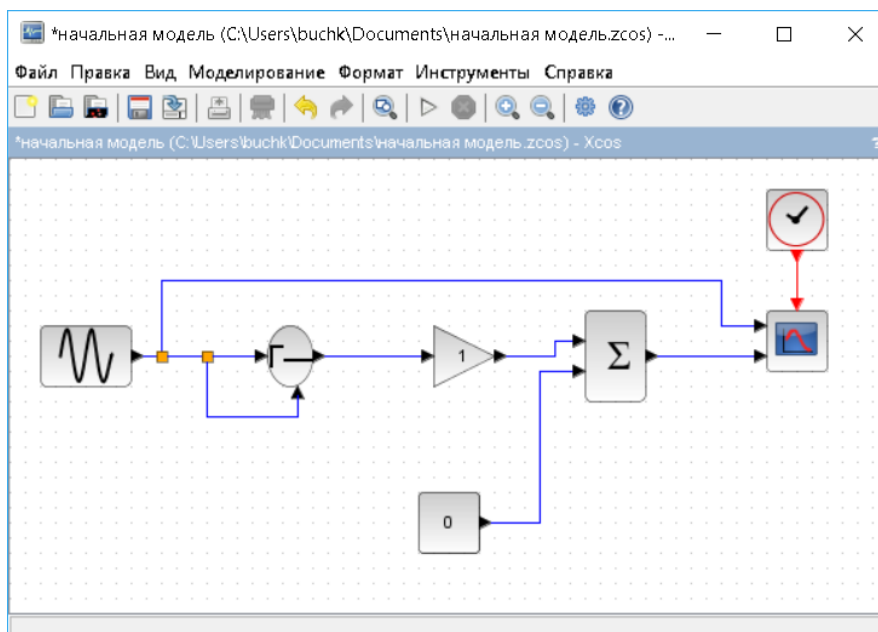


Рисунок 1 – Пример модели в Xcos выполняющей вычисление

Результат моделирования (рис. 2):

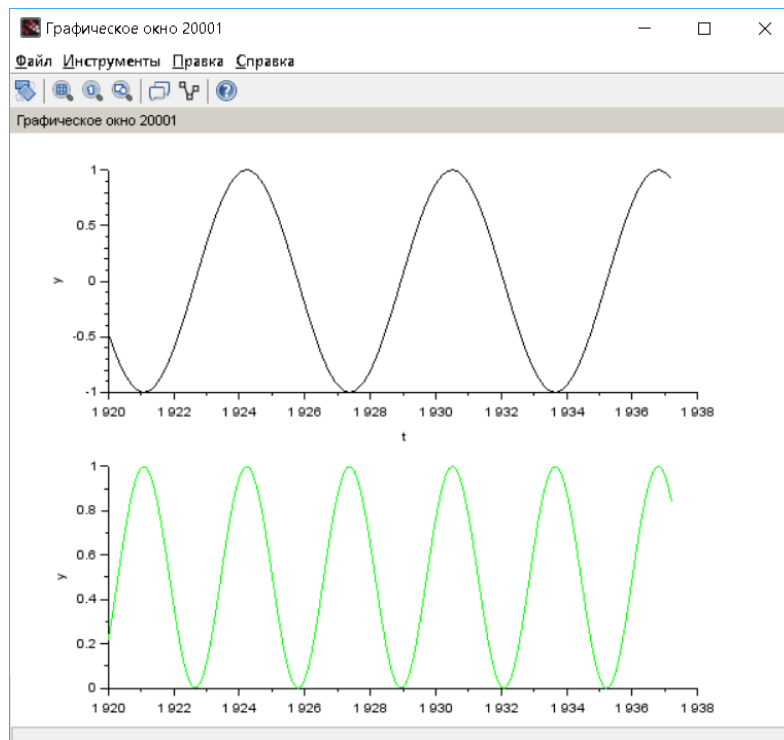


Рисунок 2 – Результат моделирования

**Пример 2.** Построим модель модуляции синусоидального сигнала с частотой 10 Гц и амплитудой 1 синусоидальным сигналом с частотой 1 Гц и амплитудой 0.5, наложенным на постоянный уровень 1. Модель построена с применением математических блоков умножения и сложения [1] (рис. 3).

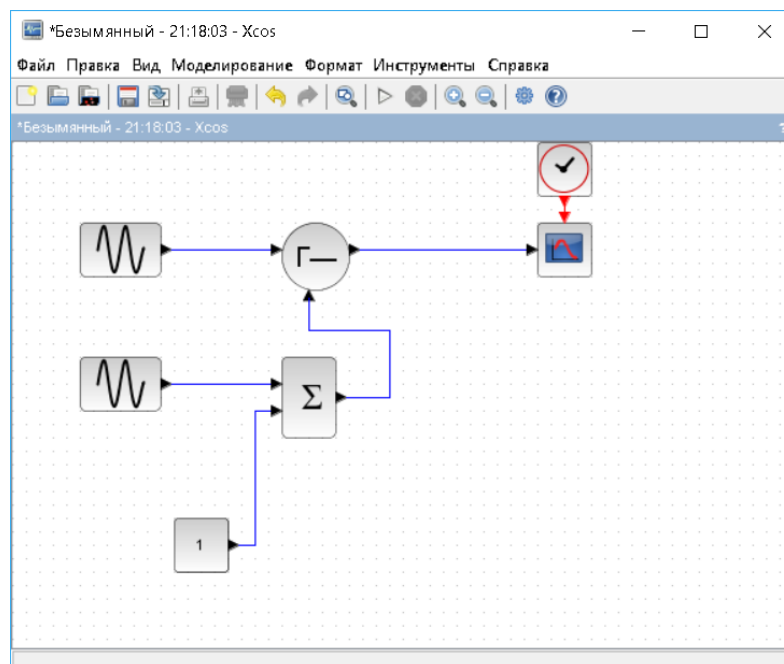


Рисунок 3 – Модель амплитудно-модулированного сигнала

Параметры блоков GENSIN\_f (рис. 4):

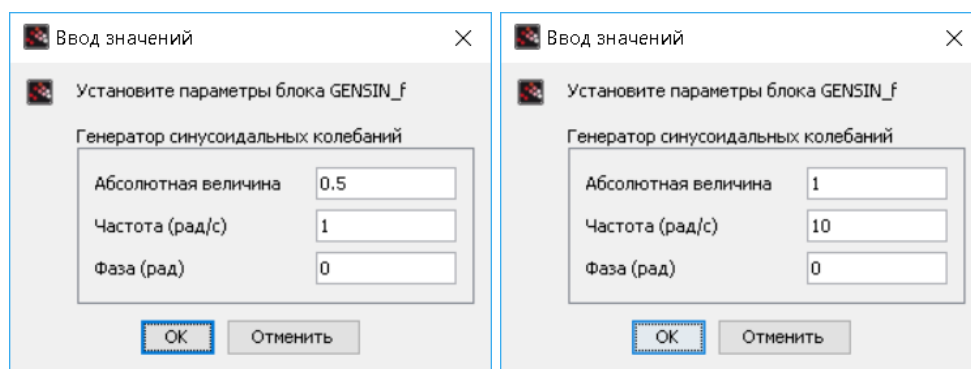


Рисунок 4 – Окна параметров блока GENSIN

Параметры блока CSCOPE(рис. 5):

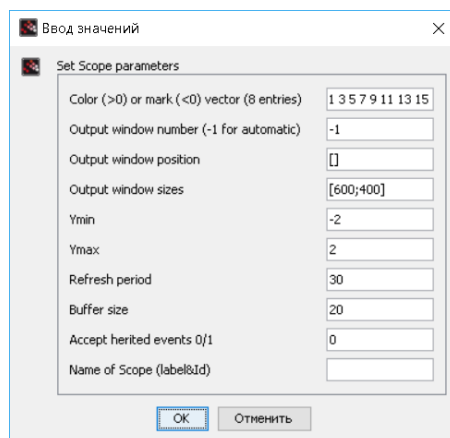


Рисунок 5 – Окно параметров блока CSCOPE

Окно параметров моделирования, в котором задан режим моделирования с фиксированным шагом 0.01 и применением метода Рунге-Кутты (рис. 6):

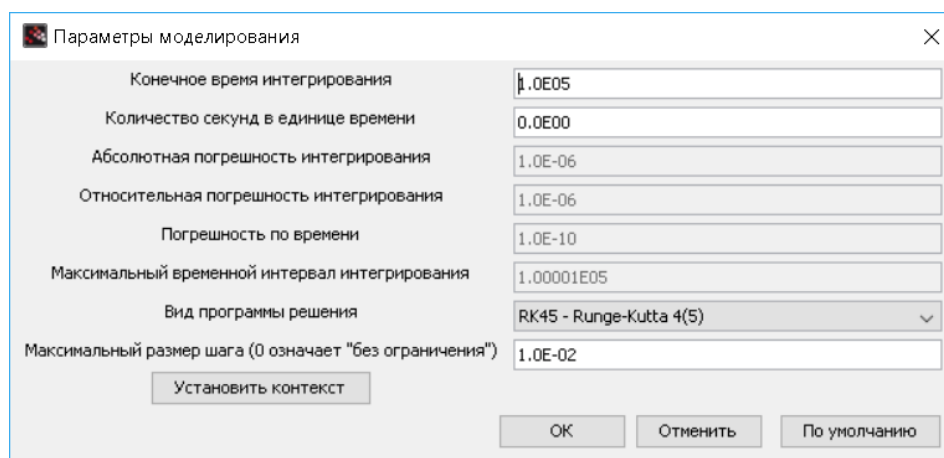


Рисунок 6 – Окно параметров моделирования

Результат моделирования (рис. 7):

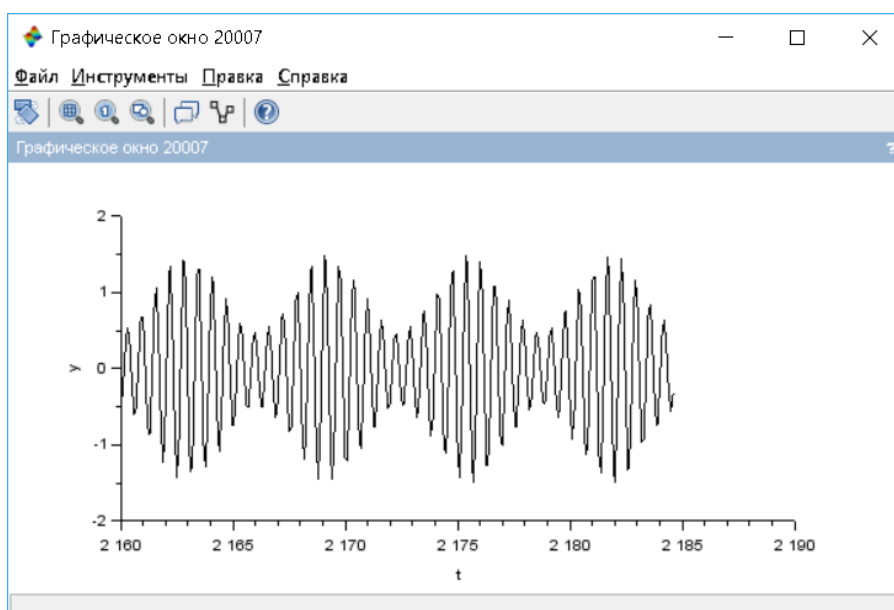


Рисунок 7 – Результат моделирования амплитудно-модулированного сигнала

**Пример 3.** Рассмотрим пример моделирования фигур Лиссажу. Для построения данной модели будем использовать виртуальный графопостроитель CSCOPXY (отображает зависимость  $y = f(x)$ ), на вход которого подаются два синусоидальных сигнала с помощью блока GENSIN\_f (генератор синусоидального сигнала) с частотами 2 Гц и 3 Гц [1] (рис. 8).

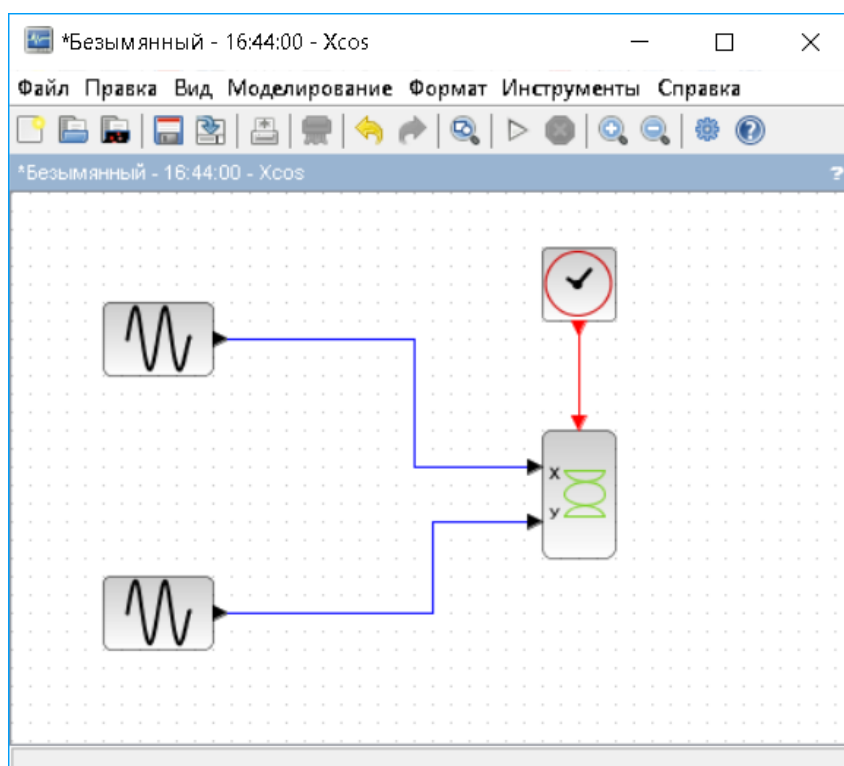


Рисунок 8 – Применение виртуального графопостроителя для построения фигуры Лиссажу

Окно параметров графопостроителя, в котором задают масштаб представления фигуры по осям X и Y и результат моделирования (рис. 9):

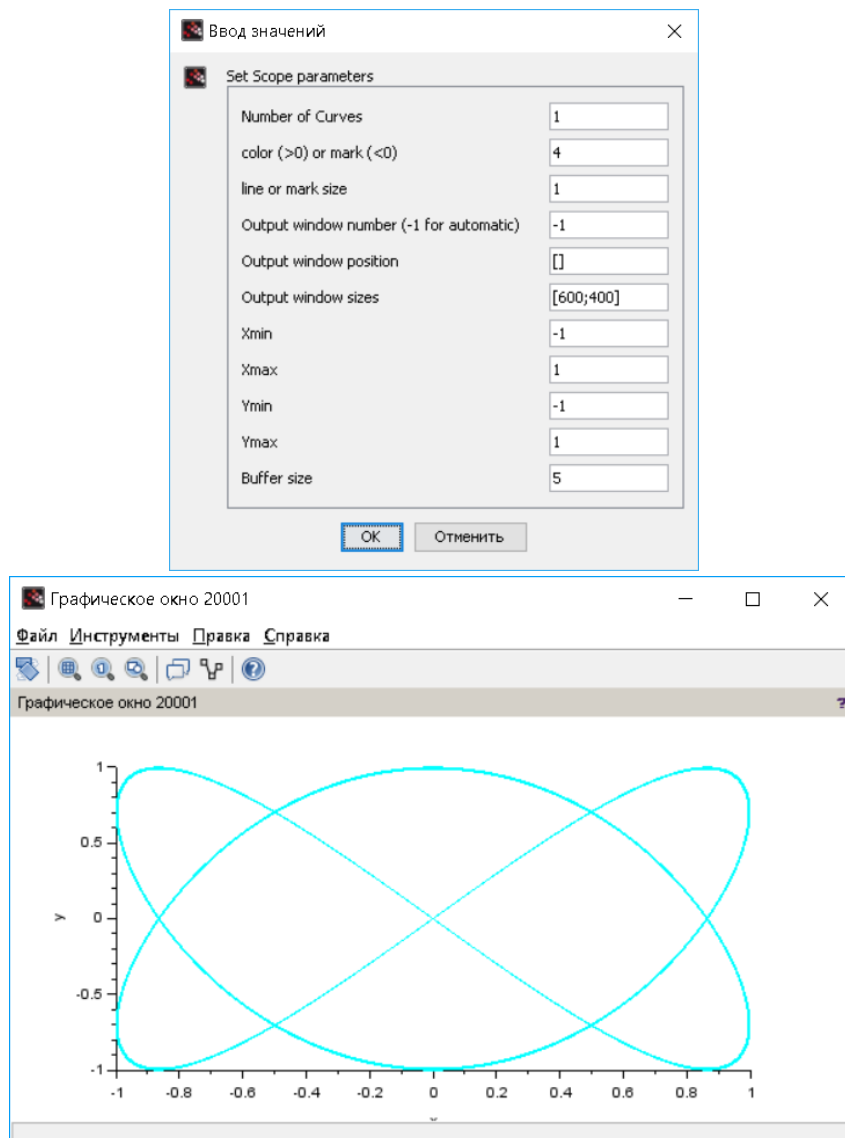


Рисунок 9 – Результат моделирования фигуры Лиссажу

Использование Xcos в решении типовых задач показывает возможности и достоинства свободного программного пакета и способствует его применению не только в образовательных учреждениях, но и в научных лабораториях и практической деятельности.

### Библиографический список

1. Дьяконов В. П., Пеньков А. А. MATLAB и Simulink в электроэнергетике. Справочник. – М. : Горячая линия. – Телеком, 2009. – 816 с.
2. Моделирование систем в программной среде Scilab & Xcos 5.5.1. – Режим доступа: <https://www.kv.by/content/334597-modelirovanie-sistem-v-programmnoi-srede-scilab-xcos-551>.

## **Психолого-педагогическая сущность процесса обучения в информационном обществе**

**Казаков П. А.** (*г. Мурманск, e-mail: kazakov\_paul@mail.ru*)

**Аннотация.** Труд учителя. При формировании личности и её интересов важную роль играют учителя. Дар своевременного обнаружения таланта, его вычленения в окружающей среде и предоставления ему достаточной свободы развития собственной оригинальности. Учет возрастных особенностей учеников в работе учителя.

**Abstract.** Teacher's work. Teachers play an important role in shaping the personality and its interests. The gift of timely discovery of talent, its isolation in the environment and giving him sufficient freedom to develop their own originality. Taking into account the age characteristics of students in the work of the teacher.

**Ключевые слова:** учитель, ученик, увлечённость, самообразование, доброта, взаимопонимание

**Key words:** teacher, student, enthusiasm, self-education, kindness, mutual understanding

В одной из статей Р. Люксембург писала: "Для устойчивого влияния, для истинного воспитания общества нужно больше чем талант, – нужна поэтическая личность, характер, индивидуальность". Кто же способен обнаружить эту личность, выявить её индивидуальность, сформировать её характер? Чаще всего таким человеком может оказаться помимо родителей учитель.

Кто такой Учитель? Просветитель наставник, духовник и друг. По крайней мере, таковы лучшие учителя. Труд учителя издревле почитался и уважался народами. Китайцы чтут как учителя Конфуция, говоря, что его образ и поныне витает над умами. Учителями называют Св. Кирилла и Мефодия, давших славянскому миру азбуку. Польша свято хранит память об удивительном педагоге Я. Корчаке, добровольно ушедшем на смерть в концлагере Трешлинка, не желая оставлять своих воспитанников. Для армян Его святейшество Вазген I является мудрым учителем жизни (среди его научных трудов – "Вопрос дисциплины в педагогике" и "О понятии "личность").

Очень немногие могли бы сказать о себе, подобно Гераклиту: "Я не был ничьим слушателем" и "сам от себя научился". Не будь учителей, возможно, и не было бы Платона и Аристотеля, Пифагора и Архимеда, Гиппократ и Авиценны, Данте и Пушкина, Эйнштейна и Вернадского. В большинстве своем при формировании личности и её интересов важную роль играют учителя. Талантливые учителя становятся тем огнём, что рождает в учениках искры таланта и вдохновения. Это подтверждается и научными исследова-

ниями. Так, например, В. Гибсон, известный социолог, доказал, что за минувшие несколько столетий именно труд учителей способствовал тому, что медицина дала людям столько выдающихся открытий. Другой ученый, профессор педагогической психологии П. Торранс из США поставил сложнейший эксперимент, продолжавшийся 22 года. В ходе эксперимента со всей убедительностью было показано следующее. Лица, имевшие ещё в начальной школе уважаемых и квалифицированных наставников, превосходили своих сверстников во всех отношениях – и по количеству и качеству творческих достижений в старших классах средней школы, и по чисто профессиональным знаниям, и по их реализации в практической повседневной жизни.

Выяснилось, что особое значение в педагогической профессии приобретает дар своевременного обнаружения таланта, его вычленения в окружающей среде и предоставления ему достаточной свободы развития собственной оригинальности. "Высокоодаренные юноши и девушки, не забывают об этом, должны идти своим, нестандартным путем, – говорит П. Торранс. – Они могут развить свои способности, лишь освободившись от навязываемого им окружением мнения. Так и только так создаются возможности для реализации их творческого потенциала". Знаменательно, что у этих учеников сохраняются с наставниками, как правило, самые теплые и дружеские отношения на протяжении всей последующей жизни. Такие взаимоотношения способствуют росту творческих достижений и прогрессу тех и других. Многие согласятся с той оценкой, что дал преподавательскому труду Р. Роллан: "Преподавание – благороднейшее дело, и я понимаю, что, несмотря на все его трудности, оно может доставлять большую радость тому, кто умеет пробуждать молодые умы. Я помню, чем обязан своим учителям. Порой довольно одного случайно оброненного слова учителя, и вся наша жизнь озаряется новым светом!" Блажен ученик, нашедший своего учителя.

Немало славных учителей было и в нашей стране. Учитель на Руси – пророк, наставник и духовник одновременно. В нем всегда была святая жертвенность. Над ним витает высокое предназначение. Повидавший на своем веку многих выдающихся людей, писатель Ф. Абрамов говорил: "Никто, ни один человек за всю жизнь не оказал на меня столь могучего нравственного воздействия, как сельский учитель Алексей Федорович Калинин". В Пинежье, в глухом районе Архангельской области, то помимо учительской работы с детьми ликвидировал неграмотность взрослых, выступал с лекциями

и беседами, организовал драмкружок и струнный оркестр, создал школьный опытный участок, ставший центром агрономических знаний. Так как учителей не хватало, он овладел знаниями в самых разных областях – вел ботанику, зоологию, геологию, химию, астрономию, географию, немецкий язык.

Известны имена славных русских учителей от Ушинского до Сухомлинского и создавшиеся ими авторские школы. Таковыми были Республика ШКИД в Петрограде, Радищевская школа и школа им. Лепешинского в Москве, школа-коммуна Ривеса в Одессе, школа Сухомлинского, Лукояновское училище Куманева, школа Захаренко на Черкасщине, школа Брюховецкого в Краснодаре, многие другие школы "мастеров человеческих душ". В таких школах дети буквально преображаются. В них раскрывается все лучшее. В книге "Раздумья о будущем" замечательный педагог А.А. Куманев писал: "Учитель-мастер обязан убедить ученика, что он – кладезь возможностей, что он – творец собственного "я". Учитель же при этом – необходимый катализатор чудесного процесса формирования личности. И весь многогранный процесс обучения и воспитания идет при наличии двух начал: собственных возможностей воспитуемого и знания, умения воспитателя. Только при таком положении складывается великое содружество первого и второго".

Высокое звание Учителя не падает с небес. Оно зарабатывается всей жизнью, наполненной увлеченным трудом, самообразованием, умением найти золотую середину во взаимоотношениях семьи и школы, добротой к детям и даже к трудным. Как писал В. А. Сухомлинский о трудных детях: "Это такой маленький человечек у которого в силу самых многообразных причин мы видим ненормальности, аномалии в умственном развитии". Учитель учится у всех, пытается овладеть всеми богатствами культуры и тонкостями человеческой психологии. Однако не подражает никому. Бесконечная сложность его задачи в том, что порой даже классики педагогики не могут помочь ему в трудный час. Вспомним, как в минуты сомнений и тревог А. С. Макаренко "с отвращением и злостью" думал о педагогической науке: "Сколько тысяч лет она существует! Какие имена, какие блестящие мысли: Песталоцци, Руссо, Наторп, Блонский! Сколько книг, сколько бумаги, сколько славы! А в то же время пустое место, ничего нет, с одним хулиганом нельзя управиться, нет ни метода, ни инструмента, ни логики, просто ничего нет. Какое-то шарлатанство".

И так будет всегда. Учителями не рождаются. Ими становятся. Потом и кровью. Педагогика вовсе не искушенная в науках дама, что с помощью



кабалистических знаков рассеет все наши сомнения и выведет из затруднений. "Главным результатом этого чтения, – продолжает Макаренко, – была крепкая и почему-то вдруг основательная уверенность, что в моих руках никакой теории нет, что теорию нужно извлечь из всей суммы реальных явлений, происходящих на моих глазах. Я сначала даже не понял, а просто увидел, что мне нужны не книжные формулы, которые я все равно не мог привязать к делу, а немедленный анализ и немедленное действие".

Самоотверженности и мужеству лучших учителей, педагогов, воспитателей обязана наша школа самыми светлыми и яркими достижениями, а отнюдь не казенно – филистерской научной премудрости. Они сумели найти путь к сердцу ребенка и воспитать в нём человека. Слушатели Я. Корчака в Государственном институте специальной педагогики в Варшаве на всю жизнь запомнили его первую лекцию – "Сердце ребенка". Ко всеобщему удивлению, лекция проходила в рентгеновском кабинете. Включив аппарат и показав аудитории "испуганное, бешено колотившееся сердце" мальчугана из сиротского приюта, он сказал: "Так выглядит сердце ребенка в тот момент, когда воспитатель на него сердится".

Даже в тяжелые наши времена были у нас педагоги, которые обучали и воспитывали с любовью и верой в лучшие качества человека.

Пугающие перспективы "машинного обучения" рискуют перевернуть представления о том, что действительно ценно и будет всегда ново в образовательном процессе.

Профессор Сингапурского национального института образования Пак Ти заметил, в частности, что самой большой инновацией в будущем окажется "доверие" между учителем и учеником, которое уже сейчас редкий гость в "предельно механизированной школе", именно три фундаментальные ценности – любовь, доверие, живое слово – окажутся конкурентными преимуществами в образовании XXI в.

#### **Рекомендации учителям по вопросам развития и обучения учеников**

Выделяют пять возрастных периодов в школьном возрасте: 6–7 лет (1 класс), 7–10 лет (2–4 класс), 10–12 лет (5–6 класс), 12–13 лет (7 лет) и 13–15 лет (8–9 класс), 15–17 лет (10–11 класс). В некоторых авторитетных источниках по психологии возраст 15–17 лет также называют старшим подростковым возрастом (прим. автора). Каждый из них специфичен с точки зрения содержания работы учителя и психолого-педагогического сопровождения коллектива класса и отдельных учащихся. При этом немаловаж-

ное значение имеет работа с социально-педагогической ситуацией, в которой находится ребенок в разные возрастные периоды.

Меняющаяся социально-педагогическая ситуация (1 класс, 5–6 класс, 10–11 класс) свидетельствует о смене системы требований к ребенку (подростку) со стороны взрослых, общества, что позволяет классному руководителю и учителю заранее выделить период для адаптации учащихся и планировать свою работу по безопасному переходу ученика в новый для него период. Стабильная социально-педагогическая ситуация (2–4 класс, 7–9 класс) означает, что система требований и отношений к ученику на протяжении всего периода существенно не изменяется.

Присутствуют два возрастных периода в школьном возрасте: кризис (1 класс, 7–9 класс) и стабильное психическое развитие (2–6 класс, 10–11 класс). Кризис означает скачкообразные изменения личности в психическом и социальном развитии, стабильное психическое развитие свидетельствует о постепенных изменениях в детской психике.

Классный руководитель и учитель строят свою работу исходя из возрастных особенностей учеников, уровня их развития; учитывает, что учебная деятельность, общение и учебно-профессиональная деятельность есть основные виды деятельности ребенка в "школьном онтогенезе" и отличаются друг от друга.

Особую роль играет работа классного руководителя и учителя по формированию гармоничного и положительного отношения воспитанника к себе.

Также необходимо учитывать:

1. Физиологические особенности учащихся в конкретном возрастном периоде.

2. Психологические особенности возраста.

3. Сензитивный (наиболее чувствительный) период. Оптимальные сочетания условий для развития определенных психических свойств и процессов в конкретный возрастной период. Каждая стадия процесса становления личности (по концепции Э. Эриксона) выдвигает свои задачи развития, требует формирования определенных способностей, продвижения в определенном направлении. Преждевременное или запаздывающее условие и воспитательное воздействие по отношению к сензитивному периоду может оказаться недостаточно эффективным, что неблагоприятно сказывается на развитии психики личности обучающегося.

4. Основные задачи развития. Актуальные задачи воспитания и развития личности учеников в конкретный возрастной период и требующие незамедлительного решения.

5. Перспективные задачи развития. Пропедевтическая работа с классом, чтобы безболезненно подвести учащихся к переходу в следующий возрастной период.

6. Новообразования возраста. Ожидаемый результат воспитательной деятельности к концу данного возрастного периода.

7. Проблемы. В зависимости от того, в какой ситуации находится ребенок (благополучной или нет), возможны три линии дальнейшего движения: вперед, назад (регресс), в сторону (отклонения). Ещё возможна ситуация, когда ребенок как бы "застывает", останавливается в своём развитии, это рассматривается как частный случай регресса. Проблемы возникают при неправильно организованном воспитательном пространстве в семье и школе, а также в связи с индивидуальными особенностями и реакциями ребенка (подростка) на воспитательные воздействия.

8. Основные методы, формы и приемы работы классного руководителя. Классный руководитель в соответствии с психологическими особенностями возраста выбирает позицию, формы, приемы, методы организации жизнедеятельности класса.

9. Взаимодействие с психологом.

### **Библиографический список**

1. Гамезо М. В., Петрова Е. А., Орлова Л. М. Возрастная и педагогическая психология. – Изд. 2-е. – М. : Пед. о-во России, 2009. – 508 с.

2. Кулагина И. Ю., Колюцкий В. Н. Психология развития и возрастная психология. Полный жизненный цикл развития человека : учеб. пособие. – М. : Академический проект, 2013. – 420 с.

3. Миронов В. Б. Век образования. – М. : Педагогика, 1990. – 175 с.

4. Кассиль Л. А. Навстречу друг другу // Мудрость воспитания : Кн. для родителей : [сб.] / сост. Б. М. Бим-Бад [и др.]. – 2-е изд., доп. – М. : Педагогика, 1989. – С.281–282.

5. Портнягина М., Кудрявцева Е. На мировой высоте // Огонек. – 2015. – № 21. – С. 35–36.

6. Портнягина М., Кудрявцева Е. Сложное наглядно // Огонек. – 2018. – № 20. – С. 15–16.

7. Психология. Словарь / под общ. ред. А. В. Петровского, М. Г. Ярошевского. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Политиздат, 1990. – 494 с.

8. Самыгин С. И. Психология развития, возрастная психология для студентов вузов / под общ. ред. Л. И. Щербакова. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 220 с.

9. Филина О. Сплошные перемены. Российские школы набрали инновационности // Огонек. – 2019. – № 14. – С. 4.

10. Столяренко Л. Д. Возрастная психология : учебник. – Рн/Д : Феникс, 2011. – 288 с.

11. Сухомлинский В. А. Трудные дети // Мудрость воспитания. Книга для родителей: [сборник / сост. Б. М. Бим-Бад [и др.]. – 2-е изд., доп. – М. : Педагогика, 1989. – С. 273–276.

## Астрофизические масштабы

**Сергеев М. Н.,<sup>1</sup> Сергеева Н. П.<sup>2</sup>** (г. Рыбинск, <sup>1</sup>ФГБОУ ВО "Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева", e-mail: mihail\_sergeev@mai.ru, <sup>2</sup>Рыбинский филиал "Волжский государственный университет водного транспорта")

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы, возникающие при объяснении студентам понятий горизонта частиц и горизонта событий в астрономии. Предложен подход к их решению.

**Abstract.** The problems arising in explaining to students the concepts of the particle horizon and the event horizon in astronomy are considered. An approach to their solution is proposed.

**Ключевые слова:** астрономия, горизонт частиц, горизонт событий, Вселенная

**Key words:** astronomy, particle horizon, event horizon, universe

При рассмотрении различных физических событий во Вселенной всегда необходимо указывать, где они происходят, когда и с какой скоростью движутся участвующие в этих событиях объекты. Астрофизика работает с очень большими масштабами, в пределах которых сказываются, а зачастую играют решающую роль пространственные эффекты, не заметные на малых расстояниях. К такому рода эффектов относится космологическое расширение вселенной. Студенты не профильных специальностей и школьники часто путают такое расширение с обычным пространственным перемещением, что приводит к неправильным выводам.

Согласно закону Хаббла скорость удаления (разбегания) галактик пропорциональна расстоянию  $D$  до них т. е.

$$V = HD,$$

где  $H$  – постоянная Хаббла.

Из этого выражения следует, что существует расстояние, на котором скорость удаления галактик становится равной скорости света. Это расстояние называется радиусом сферы Хаббла и соответственно равно

$$D_H = c/H,$$

где  $c$  – скорость света.

Получается, что объекты, находящиеся за пределами сферы Хаббла движутся со скоростями большими скорости света. Из этого делается вывод, что информация об этих объектах дойти до нас не может. Такой вывод является не правильным.

Ошибка связана с тем, что не учитывается тот факт, что сфера Хаббла сама движется с некоторой скоростью  $V_H$ . Пусть фотон выпущен к нам звездой, находящейся за пределами сферы Хаббла. Так как звезда движется от нас со скоростью большей скорости света, то фотон хоть и выпущен по направлению к нам, в действительности будет двигаться от нас с относительной скоростью

$$V_{\text{отн}} = V - c.$$

Если скорость расширения сферы Хаббла  $V_H$  окажется больше скорости фотона  $V_{\text{отн}}$  то она через некоторое время догонит и перегонит фотон. В результате фотон окажется внутри сферы Хаббла, где скорость разбегания  $V$  меньше скорости света. В результате фотон будет двигаться уже по направлению к нам со скоростью  $c - V$  и его можно будет зарегистрировать.

Описанный процесс можно проиллюстрировать с помощью графика из работы [1].

Этот рисунок содержит информацию о ряде параметров, используемых в космологии, к которым относится горизонт частиц (particlehorizon), сфера Хаббла (Hubblesphere), световой конус (lightcone), горизонт событий (eventhorizon). По горизонтальной оси откладывается расстояние или точнее собственное расстояние в млрд св. лет ( Properdistance, Glye), по вертикальной оси слева время в млрд лет (time, Gyr), справа масштабный фактор (Scalefactor), показывающий во сколько раз растянуто пространство по отношению к настоящему времени. Горизонтальная линия в центре показывает настоящую эпоху (now). Для нашего рассмотрения являются важными две линии, это радиус сферы Хаббла и световой конус. Световой конус, это линия, соответствующая распространению света. В нижней части она загибается вследствие очень быстрого расширения в ранней стадии развития Вселенной. Другими словами свет не успевал за расширяющимся пространством. В результате свет, испущенный к "нам тогда" двигался от "нас" и расстояние увеличивалось вплоть до пересечения со сферой Хаббла в районе 7 млрд лет. Далее свет движется к нам и расстояние, как видно из рис. 1 уменьшается, что согласуется с ранее приведенными результатами.

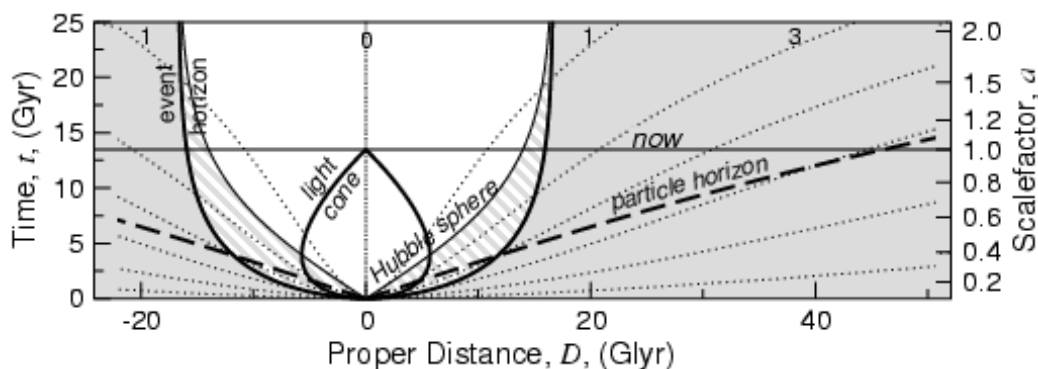


Рисунок 1 – Динамика масштабов развития Вселенной

В заключение отметим, что дополнительную информацию по изложенным в статье вопросам в популярном изложении, можно найти в источниках [2–4], а также в учебниках по астрофизике и космологии.

### Библиографический список

1. Tamara M. Davis, Charles H. Linweaver Expanding Confusion: common misconceptions of cosmological horizons and the superluminal expansion of the Universe [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0310808>.
2. Левин А. Заглянуть за горизонт. [Электронный ресурс] // Популярная механика. – 2012. – №10. – Режим доступа: [https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya\\_biblioteka/431793](https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431793).
3. Попов С. Б. Сверхсветовое разбегание галактик и горизонты вселенной: путаница в тонкостях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.astronet.ru/db/msg/1194830>.
4. Попов С. Б., Топоренский А. Б. За горизонтом вселенских событий. [Электронный ресурс] // Вокруг света. – 2006. – № 3. – Режим доступа: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/2557>.
5. Попов С. Б., Топоренский А. Б. Хаббловский поток в картине наблюдателя // Успехи физических наук. – 2014. – Т. 184. – № 7. – С. 767–774. – DOI: <https://doi.org/10.3367/ufnr.0184.201407f.0767>.

**СОЦИАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ:  
ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ**



## **Особенности процедуры ареста морских судов в некоторых странах Арктического региона**

**Власов А. Б., Буев С. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов, e-mail: buevsa@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются правовые вопросы, связанные с арестом морского судна в США, Канаде. В связи с международным характером деятельности морские компании могут сталкиваться с проблемой наложения ареста на их имущество в иностранных портах. В связи с чем авторами была поставлена задача ознакомиться с аспектами ареста в праве арктических государств.

**Abstract.** The article deals with legal issues related to the arrest of a ship in the United States, Canada, and Norway. Due to the international nature of the activity, maritime companies may face the problem of arrest their property in foreign ports. In this connection, the authors set up the task to study some aspects of arrest in the legislation of the Arctic states.

**Ключевые слова:** арест, морское судно, Арктика, законодательство, морской порт, суд, портовые власти

**Key words:** arrest, vessel, Arctic, legislation, sea port, court, port state control

### **Арест судов в праве США**

В Соединенных штатах Америки существует две разновидности судебных институтов для разбора гражданских и уголовных дел. Это федеральная судебная система и суды штатов. В США в отличие от Великобритании нет специальных адмиралтейских судов, поэтому разбирательство по морским спорам осуществляют федеральные суды.

В США гражданское процессуальное право имеет форму серии правил и судебной практики. Федеральные суды руководствуются Правилами гражданского судопроизводства для районных судов США (далее ФПП), суды штатов следуют правилами гражданского судопроизводства своих штатов. Довольно часто правила штатов соответствуют многим федеральным правилам. В федеральных судах доказывание осуществляется на основе Федеральных правил доказательств, соответственно в каждом штате США есть свои собственные правила о доказательствах.

В 1934 г. конгресс США принял 28 раздел Свода законов США, параграф 2072 которого даёт право Верховному суду США издавать правила судопроизводства и доказательств для федеральных судов до тех пор, пока они не "сокращают, не расширяют или не изменяют какое-либо материальное право".

Процессуальные правила, регулирующие морской арест и арест на имущество содержатся в разделе 13 ФПГП, указывающие на особенности разбирательства некоторых категорий морских дел, включая вещные иски (Supplemental rules for admiralty or maritime claims and asset forfeiture actions). Последние используются для реализации морского залогового права и в других предусмотренных законодательством случаях. Их рассмотрению по существу предшествует наложение ареста на судно, груз или денежные суммы. Извещение о вестующем процессе и аресте имущества публикуется в газете, избранной по указанию суда (ст. С ФПГП).

Согласно правилу "А" указанные Дополнительные правила используются как средство судебной защиты в следующих случаях:

- 1) наложение ареста на морское судно (maritime attachment);
- 2) вещные иски (actions in rem);
- 3) посессорный, петиторный и разделительные иски;
- 4) действия по освобождению от ответственности или ограничению ответственности.

Для реализации своего права истец должен обратиться в федеральный суд. При этом судно должно физически находиться в морском порту в зоне юрисдикции суда. Процедура рассмотрения именуется *ex parte proceeding*. Под процедурой *ex parte* понимают ускоренное рассмотрение процессуального вопроса судом в отсутствие стороны или сторон. Данная процедура носит такое название в странах общего права. Основной особенностью данного процесса является решение вопроса судом без участия сторон, но с уведомлением лиц, которые могут быть затронуты судопроизводством. В Российской Федерации *ex parte proceeding* именуется обеспечительными мерами.

На Интернет-портале Федерального суда США <http://www.uscourts.gov/> представлены формы документов, которые должны быть заполнены истцом или заявителем. В случае, если заявитель не может заплатить госпошлину для подачи заявления в суд, то он должен заполнить специальную форму, в которой он даёт расписку о том, что он предупрежден об ответственности за предоставление ложной информации. В разделе государственные пошлины указано, что стоимость подачи заявления о рассмотрении гражданского спора составляет 350 долларов США.

Судебное производство по аресту судна осуществляется через иски "in rem". Главной чертой исков "in rem" является то, что их формально предъявляют как бы непосредственно к вещи, постановленное решение фиксирует

статус вещи и обязательно для всех лиц независимо от того, были они участниками процесса или нет.

Иск также может быть обращен к другому "морскому" имуществу". Под другим имуществом подразумевается груз, топливо на борту судна во время ареста или другие принадлежности, которые являются морскими по своей природе.

Такая концепция, которая позволяет истцу арестовать морское судно является уникальной в своём роде и составляет основу адмиралтейского права США.

Однако иски *in rem* не могут быть предъявлены без существования морского залога в отношении искомого судна. В морском праве США морской залог является необходимым условием для рассмотрения заявления об аресте судна.

Согласно § 31301 Свода законов США в разделе определения, указываются следующие случаи возникновения привилегированного морского залога:

1) морская ипотека, соответствующая условиям, изложенным в параграфе 31321 главы 46 (Судоходство) Свода законов США;

2) морские деликтные обязательства в следствии причинение ущерба;

3) заработная плата стивидорам, когда последние наняты на работу в соответствии с параграфом 31341 Свода законов США и их работодатель является:

– собственником судна;

– капитаном судна;

– лицом, уполномоченным администрацией судна на организацию работ в порту захода, или агентом, назначенным владельцем судна;

– фрахтователем или владельцем судна *pro hac vice* или покупателем, владеющим судном;

4) заработная плата членам экипажа судна;

5) расходы по общей аварии;

6) расходы на спасание, включая расходы по контракту на спасание.

Морской залог отличается от других видов залога, так как он не зависит от владения имуществом, не является консенсуальным, и не подлежит суброгации.

Случается также, что хотя собственник судна не несет ответственности за возникший морской залог на судне, но оно будет нести за собой этот мор-

ской залог пока не будет продано в судебном порядке, не потеряет мореходные качества или совсем не утонет.

Согласно праву США, сторона может инициировать действия, направленные на арест морского судна через две различные судебные процедуры: арест судна и арест на имущество (attachment). Требование об аресте судна основывается на ответственности самого судна (например вследствие причинения ущерба или по договору) и не нуждается в персональной ответственности собственника имущества. Таким образом, морской арест не является просто средством для получения юрисдикции на личный иск ("in personam") к владельцу судна – нерезиденту США или для получения обеспечения иска в Соединенных Штатах. Арестованное имущество должно относиться непосредственно к требованию истца, и, как следствие, закон Соединенных Штатов не признает аресты sister ship.

#### **Арест судов в праве Канады**

С периодичностью от 15 до 30 лет в Канаде проходит пересмотр федеральных статутов. Последнее такая процедура состоялась в 1985 г. Цель таких действий в консолидации всех изменений статутов, происшедших с момента последнего пересмотра, а также в улучшении стилистики, организационной структуры и формулировок правовых норм без изменения смысловой и нагрузки. Мандат ревизионной комиссии и последствия пересмотра изложены в Законе о пересмотре законодательства и консолидации, R.S.C. 1985, с. S-20.

Для того, чтобы узнать какие изменения были внесены в статут нужно обратиться к Биллю Закона об изменениях. Специальное обозначение R.S.C. указывает на год пересмотра закона, с. В-5 – указывает на главу В-5, s. 124. – указывает на раздел 124.

Всю правовую информацию можно найти на официальном сайте Министерства юстиции Канады <http://laws-lois.justice.gc.ca>, обновления сайта осуществляются каждые две недели. Сайт доступен на двух официальных языках Канады: английском и французском. Доступ осуществляется бесплатно.

Однако самым популярным сайтом среды юристов является сайт Канадского института правовой информации (далее CanLII) <https://www.canlii.org>. CanLII является некоммерческой организацией. Она была создана членами Федерации правовых образований Канады, для осуществления доступа юристов к законодательству. В настоящее время на сайте можно получить до-

ступ на бесплатной основе к ресурсам более 200 баз данных, включая судебную практику Верховного суда Канады и нижестоящих судов.

В разделе Морское право Закона Канады о государственном иммунитете указано, что иностранное государство не обладает иммунитетом от юрисдикции суда в любых слушаниях, которые касаются:

- вещных исков к судну, которое находится в собственности государства или под управлением последнего
- личных исков для обеспечения требования, связанного с судном в собственности или под управлением государства.

Оба условия работают в том случае, если в момент возникновения требования или начала судебного разбирательства, судно было использовано или были намерения его использовать в коммерческой деятельности.

В случае с грузом судно не обладает иммунитетом от судебного разбирательства в случае предъявления:

- а) вещного иска к грузу, который находится в собственности государства, если во время возникновения требования или начала судебных слушаний, груз или судно его перевозящее использовались или имели такое намерение в коммерческих целях
- б) личного иска, в котором груз будет использован как обеспечительная мера удовлетворения требований, если груз или судно, на котором этот груз транспортировался, были использованы в коммерческих целях.

Уголовный кодекс Канады (Criminal Code) начинается с терминов и определений. Одно из понятий, которое раскрывается в начале данного закона, является кораблекрушение. В данное понятие включается груз, такелаж, снабжение корабля, а также все части разрушившегося корабля; собственность пассажиров и членов экипажа судна, находящихся на борту или покинувших судно, которое потерпело кораблекрушение, село на мель или терпит бедствие в любой точке, на территории Канады.

В области морского права также действует закон Канады о судоходстве (Canada Shipping Act, 2001). В данном правовом документе дано определение морскому судну. Так под канадским судном понимают корабль, зарегистрированный или внесенный в реестр согласно разделу 2 настоящего закона, а также судно, которое освобождено от обязательной регистрации согласно подпункту 46(1) закона.

Под иностранным судном понимают корабль, который не является канадским, определение которого мы указали выше, также не является маломерным судном.

Также отдельно канадский закон выделяет государственные суда, к которым относит суда, находящиеся в собственности и на службе Её Величества Королевы Канады, провинций Канады или в исключительном владении Её Величества.

Законом о морской ответственности (Marine Liability Act, SC 2001, с 6) установлен срок исковой давности по некоторым вопросам морского права.

В подразделе 23(1) данного закона указано, что никакой иск к морскому судну не может быть подан позднее двух лет после получения убытков или вреда здоровью. Такой же срок установлен в случае потери груза или другой собственности на борту судна, а также неполучения дохода, ущерба от травмы или смерти человека.

Однако указанный выше срок может быть продлен судом, в случае если по правилам суда это позволяют. И при этом будет установлено, что в двухлетний срок отсутствовала возможность арестовать судно в зоне действия юрисдикции данного суда или в территориальных водах государства-флага искомого корабля или страны, в которой собственник является резидентом или имеет зарегистрированный бизнес. Судом может быть продлен установленный срок для того, чтобы истец мог обратиться в суд для рассмотрения вопроса об аресте судна.

Гражданское процессуальное право Канады состоит из Закона Федеральных судов (Federal Courts Act, RSC 1985, с F-7). Данный нормативно-правовой акт касается деятельности федеральных судов и федеральных апелляционных судов.

Полномочия, предоставленные федеральному суду в соответствии с разделом 22 Закона Федеральных судов, могут осуществляться по искам *in rem* против любого судна, которое на момент совершения действия принадлежит фактическому владельцу судна, являющемуся ответчиком.

В разделе 22 перечислены 19 пунктов, которые определяют границы юрисдикции федеральных судов в области морского права.

Процедура ареста морского судна урегулирована Правилами Федеральных судов (Federal Courts Rules, SOR/98-106). Часть 13 указанных правил посвящена Адмиралтейским искам. В соответствии с разделом 477 по морским делам могут быть предъявлены иски как *in rem*, так *in personam*.

В соответствии с подразделом 481(1) офицер, уполномоченный судом, может выдать ордер на арест судна при предъявлении иска *in rem* после подачи аргументированного искового заявления.

Для получения ордера на арест заявитель должен заполнить affidavit, в котором должно быть указано

- 1) имя, адрес и род деятельности заявителя;
- 2) вид предъявляемых требований и основания для подачи иска *in rem*;
- 3) доказательства того, что ущерб ещё не погашен;
- 4) название судна, его государство-флага и порт приписки
- 5) а случае, если морское судно не является предметом исковых требований, то доказательства того, что судно принадлежит ответчику, против которого выдвигаются претензии

К Правилам Федеральных судов приложены образцы документов, которые оформляются в судопроизводстве. Номер формы соответствует номеру правила, для которого данная форма подготовлена.

### **Библиографический список**

1. Vlasov A., Buev S. Arrest of ships in the legislation of Arctic region countries: The USA and Canada // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 302. – P. 012055. – DOI:<https://doi.org/10.1088/1755-1315/302/1/012055>.

## **Социологические аспекты трансформации социальных институтов современного российского общества**

**Рябев В. В.** (*г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра философии и права, e-mail: ryabev51@gmail.com*)

**Аннотация.** Новое столетие порождает новые задачи, стоящие перед социумом и современной Россией. В предлагаемой статье анализируются определённые проблемы трансформации и модернизации социальных институтов современного российского общества. Намечаются направления решения некоторых современных социальных проблем, связанных с функционированием социальных институтов.

**Abstract.** The new century creates new challenges facing society and modern Russia. The proposed article analyzes certain problems of transformation and modernization of the social institutions of modern Russian society. Some of the current social problems associated with the functioning of social institutions are being addressed.

**Ключевые слова:** социальный институт, модернизация, трансформация, общество, личность

**Key words:** social institution, modernization, transformation, society, personality

Как известно, общество не только формирует личность, но и во многом определяет ее дальнейшее поведение. Это происходит как принудительно, так и на основе потребности самого члена социума ориентироваться на свое окружение: действия, реакции, мнения других. На этой основе согласуется деятельность индивидов.

Кроме того, с помощью ориентации на окружающих происходит селекция различных моделей поведения: субъект перенимает те из них, которые являются, на его взгляд, наиболее эффективными. Таким образом, его действия объективируются, закрепляются, формируя тем самым социальные институты.

Одним из первых социологов, создавших концепцию социальных институтов, как известно, был английский учёный Г. Спенсер. Его теория представляла попытку системного исследования общества. Все институты общества составляют единое целое, функционирование каждого из них зависит от всех других и от четкого разделения сфер влияния и ответственности. В любом обществе имеется определенный уровень согласованности в деятельности основных социальных институтов, в противном случае начинается регресс.

Каждый социальный институт призван удовлетворять определенную общественную потребность и не подменять другие институты. Расширение



полномочий государства, по мнению учёного, потому и опасно, что подрывает естественное разделение функций между институтами общества, нарушает состояние равновесия в "социальном организме". Концепция социальных институтов воспроизводит образ общества по аналогии с биологическим организмом [1].

Согласно теории Спенсера, социальные институты – это механизмы самоорганизации совместной жизнедеятельности людей и согласования целей их деятельности в соответствии со сложившимися исторически образцами поведения. Социальные институты обеспечивают превращение асоциального по природе человека в социальное существо, способное к совместным коллективным действиям [2].

Концепция социальных институтов развивалась также Э. Дюркгеймом и Т. Парсонсом, хотя первые упоминания встречались ещё в работах О. Конта. Дюркгейм, создавая свою теорию социальной солидарности, считал, что из признания социальной реальности как специфического бытия людей вытекает самостоятельность социологии как науки и её несводимость ни к какой другой из наук [3]. Т. Парсонс, разрабатывая теорию социетального сообщества и воспроизводства образца, в частности, на самом деле обращается к концепции социальных институтов общества [4].

С последней четверти прошлого века российское общество переживает сложный период социальных трансформаций, который, с одной стороны, открывает простор для общественной и личной инициативы во всех сферах жизни общества, а с другой – сопровождается обострением ранее существовавших и появлением новых социальных проблем. В этих условиях государственные институты должны гибко реагировать как на вызовы времени, чтобы не утратить потенциал прогрессивных изменений, так и на внутреннюю потребность общества поддерживать сложившийся в повседневной жизни людей социальный порядок. Решение этой противоречивой задачи предъявляет требования, прежде всего, к технологиям разработки и реализации, а также к качеству принимаемых политико-административных решений.

Система государственных институтов в современной России, с одной стороны, испытывает мощное давление новых, достаточно сложных социальных проблем, которые ей приходится решать в связи с переходом к рыночной системе отношений. Например, формирование институтов рыночной экономики, реформа системы высшего и среднего образования, переход от системы социального обеспечения к системе адресной социальной защиты насе-

ления. В то же время она сама является источником социальных проблем, существенно влияющих на прогресс российского общества. К их числу относятся демографическая проблема, расширение масштабов и углубление социального неравенства и бедности, деградация первичного звена системы здравоохранения, проблемы в системе образования, коррупция и ряд других.

Напряженность некоторых из них можно ослабить посредством разработки и реализации экономически обоснованной, адресной социальной политики государства.

Можно утверждать, что в современной России до настоящего времени экономический порядок только формируется, и попытки осуществить синтез многообразных и разнонаправленных социальных тенденций пока безуспешны. В этой ситуации можно полагать, что без достижения известного согласия и единства в обществе невозможно обеспечить отдельные, пусть даже самые прогрессивные, преобразования.

Как представляется, до сих пор остался невостребованным советский опыт достижения в определённой мере социетального единства общества. За ним стояла не просто партийно-государственная дисциплина, но более фундаментальное основание – реальные элементы того, что может быть названо социально-ориентированной экономикой и социальным государством.

Таким образом, происходящая трансформация российского общества напрямую связана с изменением его институтов.

Особенности современной российской институционализации заключаются, прежде всего, в следующем. Как справедливо считают многие исследователи, экономическая эволюция в России часто напоминает эволюцию институтов раздаточной экономики. Институциональные изменения происходят за счет внедрения элементов рыночного происхождения. В то же время эволюция социокультурной системы происходит за счет совмещения, порой необоснованного, элементов двух типов культур: традиционной и либеральной. Первая ориентирована на сохранение достигнутой эффективности общественного производства, вторая же – на повышение эффективности производства. Наконец, эволюция политико-правовых институтов связана со сменой властных отношений, отражающих новую социальную структуру общества.

Особенностью социальных институтов современной России, точки зрения многих исследователей, является их переходный характер. Политико-управленческая сфера современной России включает в себя альтернативные институты управления: демократические и командно-административные. Со-

циокультурная сфера современного российского общества содержит тенденции, связанные с существованием институтов, взаимно исключающих друг друга: традиционного коллективизма прежнего советского общества и институтами, формирующими инновационную, индивидуалистическую личность.

Трансформация политических институтов в реформирующихся обществах подробно проанализирована в известной работе В. Меркель и А. Круасан [5], а также в монографии Ч. Тилли "Демократия" [6]. Последний справедливо полагал, что демократический режим – это, прежде всего, совокупность социальных институтов и соответствующих процедур, имеющих специфический характер в различных обществах, в том числе в России.

Как известно, исторически сложившаяся и устойчивая система базовых институтов образует институциональную матрицу общества. Институциональная матрица определяет социетальный тип сообщества, его сущность, которая сохраняется на протяжении исторической эволюции. В ходе целого ряда исследований в рамках всеобщей истории выявлено, что существует два типа институциональных матриц – "западная" и "восточная".

"Западная" институциональная матрица образована базовыми институтами рыночной экономики и федеративно-субсидиарной политической системы, а также характеризуется индивидуализмом.

"Восточная" институциональная матрица образуется институтами нерыночной экономики и унитарно централизованной политической системы. Такая матрица складывается в государствах, социальная среда которых отличается коллективизмом.

Таким образом, функционирование конкретных обществ обеспечивается при взаимодействии базовых институтов, свойственных его институциональной матрице, и дополнительных институтов из альтернативной матрицы. Дополнительные институты носят компенсирующий характер, их действие опосредуется рамками базовых институтов.

Россию, как правило, относят к обществу с восточной институциональной матрицей. Поэтому, содержанием современного периода трансформации социальных институтов российского общества являются обмен институциональными формами с государствами "западного" типа и внедрение альтернативных институтов. Кроме того, значительной проблемой является модернизация основных институтов российского общества в процессе решения новых задач, стоящих перед экономически развитыми странами и всем социумом в XXI в.

### **Библиографический список**

1. Спенсер Г. Опыты научные, политические и философские. – Минск : Современный литератор, 1999. – 1408 с.
2. История теоретической социологии. – В 4-х т. – Том 1. – М. : Изд-во Канон, 1997. – 492, [3]с.
3. Дюркгейм Э. Социология. Её предмет, метод, предназначение : [сб. : пер. с фр.]– М. : Канон, 1995. – 349 с.
4. Парсонс Т. Система современных обществ / пер. с англ. ; науч. ред. пер. М. С. Ковалева. – М. : Аспект Пресс, 1998. – 269,[1]с.
5. Меркель В., Круассан А. Формальные и неформальные институты в дефектных демократиях // Политические исследования. – 2002. – № 1. – С. 6–17.
6. Тилли Ч. Демократия. – М. : Ин-т общественного проектирования, 2007. – 263 с.

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ**

## **Окислительные изменения липидов языка одомашненного северного оленя в процессе хранения**

**Бензик И. Н., Туршук Е. Г., Бражная И. Э.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: ilya.benzik@gmail.com)

**Аннотация.** Процессы окисления жиров могут оказывать влияние не только на органолептику изделий, но и являются показателями безопасности изделий. В статье приводится характеристика и анализ пероксидного и кислотного показателей для жира из языка одомашненного северного оленя.

**Abstract.** Fat oxidation processes can affect organoleptic properties of products and indicators of product safety. The article describes and analyzes peroxide and acid indicators of fat from the domesticated reindeer tongue.

**Ключевые слова:** язык одомашненного северного оленя, пероксидное число, кислотное число, показатели безопасности

**Key word:** domesticated reindeer tongue, peroxide value, acid value, food safety indicators

**Введение.** Разработка новых видов и технологий производства пищевых продуктов подразумевает применение комплексных мер, направленных на обеспечение востребованности, высокой пищевой и биологической ценности готовой продукции, но прежде всего – безопасности для конечного потребителя. Для продуктов с высоким содержанием жиров характеристика окислительных изменений является необходимой.

Окислительные процессы ответственны не только за изменение органолептических показателей продуктов, но и оказывают влияние на здоровье человека. В процессе переработки мяса и мясопродуктов, а также в процессе хранения, изменения происходят как в ненасыщенных, так и насыщенных жирах. Стоит отметить, что снижение биологической ценности продукта начинается задолго до того, как появляются характерные органолептические признаки. При этом продукты от разных видов животных имеют разную динамику окислительных процессов из-за различий в количестве жиров и жирно-кислотного состава [1; 2; 3].

Известно, что окисление обуславливает изменение химического состава жиров. Прежде всего, разрушительному воздействию подвергаются полиненасыщенные жирные кислоты, а также естественные антиоксиданты – витамины и каротиноиды [4]. Первоначальными продуктами окисления жиров являются свободные радикалы, перекисные соединения и низкомолекулярные продукты распада. В присутствии воды процесс сопровождается гид-

ролизом, в результате которого образуются низкомолекулярные свободные жирные кислоты и другие вещества, придающие продуктам прогорклый вкус. В связи с присутствием в мясопродуктах липазы процесс может иметь ферментативный характер. Дальнейший окислительный процесс приводит к образованию альдегидов и кетонов, которые не только усиливают прогоркание, но и придают продукту характерный неприятный запах и вкус [5]. О степени окислительных изменений жиров принято судить по величине перекисного и кислотного чисел.

Изменения, протекающие в субпродуктах одомашненного северного оленя недостаточно изучены, в связи с чем, определение данных показателей представляют практический и научный интерес.

Целью данной работы являлось изучение динамики окисления липидов в языке одомашненного северного оленя в процессе хранения, определении кислотного и перекисного чисел.

#### **Объекты и методы исследования**

Объектом исследования являлся язык одомашненного северного оленя, малоиспользуемое сырье Кольского полуострова. Отбор образцов производился в 2016–2017 гг. на базе сельскохозяйственного производственного кооператива "Тундра", исследования проводились на базе кафедры технологий пищевых производств Мурманского государственного технического университета.

Образцы субпродуктов одомашненного северного оленя хранились в замороженном виде при температуре минус  $18 \pm 2$  °С в период времени с 2016 по 2019 г. В первый год хранения контроль показателей осуществлялся каждые три месяца, в последующем контроль производился каждый год.

Для определения кислотного и пероксидного чисел использовали стандартные методики [6; 7].

#### **Результаты исследования**

Реакция окисления жиров является автокаталитическим процессом. С начала процесса окисления, продукты окислительной порчи жиров являются катализаторами дальнейших изменений. Процесс образования продуктов реакции – пероксидных соединений, является медленным, но как и любая химическая реакция, его скорость зависит от температурных условий. В случае окисления жиров, процесс идет более интенсивно с ненасыщенными жирными кислотами, в связи с наличием двойных связей, делающих возможным более интенсивное протекание реакции.

Динамика содержания перекисных соединений в графическом виде представлены на рис. 1. Анализ полученных данных показывает, что процесс образования пероксидных соединений протекает наиболее активно в первый год хранения, что связано с низкой температурой хранения и уменьшением доступа кислорода воздуха благодаря вакуумной упаковке продукта.

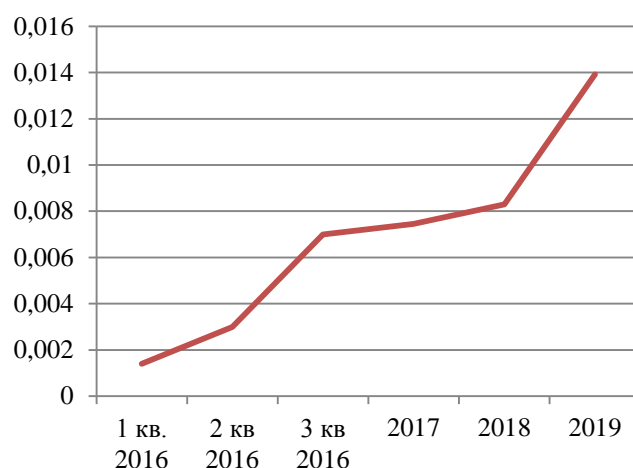


Рисунок 1 – Изменение пероксидного числа в процессе хранения, %

В первый год исследования содержание перекисей выросло почти в 5,2 раза. В последующие два года пероксидное число выросло в 0,87 раз. Что говорит о большей кинетике процесса в первый год хранения, связанной с окислением ненасыщенных жирных кислот.

Глубину протекания гидролитических процессов в жире в процессе хранения языка определяли по динамике содержания свободных жирных кислот, параметр кислотное число, в образцах продукта (рис. 2).

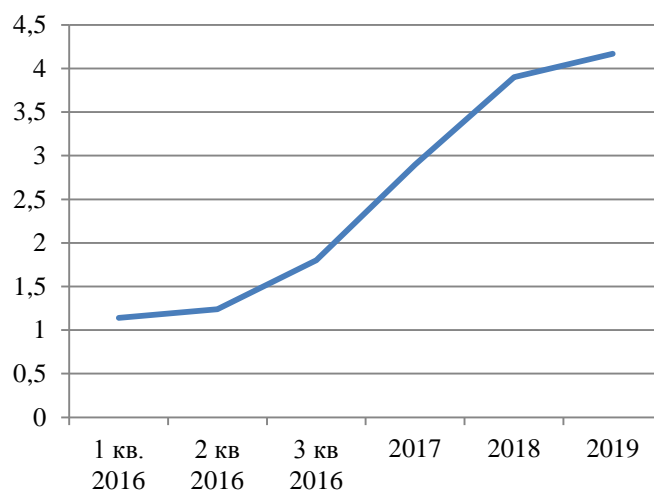


Рисунок 2 – Гидролитические изменения в жире языка одомашненного северного оленя в процессе хранения, мг КОН/г жира



Образование свободных жирных кислот было вызвано как окислительными процессами, так и воздействием липазы. В первые два квартала увеличение кислотного числа было незначительным. В первый год увеличение кислотное число увеличилось в 1,54 раза. В последующие два года хранения кислотное число увеличилось в 0,44 раза.

В соответствии с требованиями изложенными в стандарте “Кодекса для поименованных животных жиров” (CODEX STAN 211-1999) ФАО/ВОЗ жир языка северного оленя соответствует требованиям менее, чем год хранения изделия. В связи с отсутствием указанного типа жира, возможно применение стандарта “Кодекс на пищевые жиры и масла, на которые отсутствуют отдельные стандарты” (CODEX STAN 19-1981) ФАО/ВОЗ в соответствии с требованиями которого, жир оленя соответствует требованиям в первые два года хранения изделия [8]. В обоих случаях ограничивающим является показатель кислотного числа.

**Заключение.** Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что использование низких температур вместе с вакуумированием языка одомашненного северного оленя является эффективным методом замедления протекания окислительных процессов. Динамика изменения содержания перекисных соединений и свободных жирных кислот является косвенным показателем, позволяющим сделать вывод об относительно высоком содержании ненасыщенных жиров в языке и/или витаминов, выступающих в качестве ингибиторов окислительных процессов. Проведение исследования жирно кислотного состава является необходимым для подтверждения выдвинутой гипотезы.

### **Библиографический список**

1. Widayaka K., Setyawardani T., Sumarmono J. The effect of storage and cooking on lipid oxidation of raw and cooked beef and goat meat // *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. – 2010. – 10. – S 48.
2. Ahn D. U., Nam K. C., Du M., Jo C. Effect of irradiation and packaging conditions after cooking on the formation of cholesterol and lipid oxidation products in meats during storage // *Meat Science*. – 2001. – Vol. 57, Iss. 4 – P. 413–418. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00119-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00119-4).
3. Dragoev S. G. Inhibition of Lipid Oxidation of Frozen Chicken Legs by Treatment with Sodium Lactate, Natural Antioxidants and Vacuum-Packaging // *EC Nutrition*. – 2015. – Vol.1, Iss. 4. – P. 203–216.

4. Эммануэль Н. М., Лясковская Ю. Н. Торможение процессов окисления жиров. – М. : Пищепромиздат, 1961. – 355 с.

5. Дубровская В. И. [и др.]. Окислительные изменения липидов рубленых полуфабрикатов из мяса кур-несушек и кур-молодок в процессе // Птица и птицепродукты. – 2014. – № 1. – С. 46–49.

6. ГОСТ 34118-2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения перекисного числа. – Введ. 2018-07-01. – М.: Стандартинформ, 2018.

7. ГОСТ Р 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2018.

8. Жиры, масла и производные продукты / Codex Alimentarius, Всемирная орг. здравоохранения, Продовольственная и с.-х. орг. ООН ; [науч. ред. К. И. Эллер ; пер. с англ. Е. О. Акципетрова]. – М. : Весь мир, 2007. – 65 с.

## Разработка мясного фарша с БАД из семян тыквы

**Васюкова А. Т.<sup>1</sup>, Гроховский В. А.<sup>1</sup>, Эдварс Р. А.<sup>2</sup>, Махмадалиев Э. Ш.<sup>3</sup>**  
(<sup>1</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", <sup>2</sup>г. Москва, ФГБОУ ВО "Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского" (ПКУ), <sup>3</sup>г. Бохтар, Бохтарский государственный университет им. Н. Хусрава, Таджикистан, e-mail: vasyukova-at@yandex.ru)

**Аннотация.** В общественном питании и мясной промышленности пищевые волокна используются при производстве всех групп мясопродуктов: колбасных изделий, консервов, полуфабрикатов и деликатесных изделий. Самым простым способом обогащения мясных продуктов пищевыми волокнами является использование при их производстве натуральных продуктов, богатых этим функциональным ингредиентом. В статье приводятся исследования по использованию муки из семян тыквы в рецептурах мясных фаршей.

**Abstract.** Dietary fibers are used in production of all groups of meat products in catering and meat industry: sausages, canned foods, semi-finished products and gourmet products. The simplest method to enrich meat products by dietary fibers is using in manufacturing of these foods natural products reached in this functional ingredient. In this article describes researches in using pumpkin seed flour in recipes of mince meats.

**Ключевые слова:** семена тыквы, мясные фарши, мука, рецептуры

**Key words:** pumpkin seed, mince meats, flour, recipes

Анализ структуры питания населения различных регионов Российской Федерации в современных условиях свидетельствует о несбалансированности рационов питания. Поэтому актуальной остается задача создания комбинированных продуктов питания с использованием животного и растительного сырья, обогащенных функциональными ингредиентами, что позволит сбалансировать и улучшить рацион питания благодаря введению пищевых волокон. В этой связи современное развитие пищевой промышленности направлено на разработку качественно новых продуктов питания функционального назначения, способствующих сохранению и улучшению здоровья путем регулирующего и нормализующего воздействия на организм человека с учетом его физиологического состояния и возраста [1–3].

В настоящее время наметилась устойчивая тенденция к возврату пищевых волокон в рационы питания. Потребителю предлагаются новые разнообразные продукты: от хлеба с отрубями до обогащенного растворимыми пищевыми волокнами молока и мясопродуктов. Широкое применение пищевых волокон обусловлено также технологическими свойствами волокон положительно влиять на структуру и физико-химические свойства пищевых

продуктов. Поэтому перспективным направлением в питании является разработка и внедрение в производство пищевых продуктов, содержащих биологически активные функциональные ингредиенты. Решить данную задачу можно разработав новые виды пищевых волокон или биологически активных веществ. Одним из недостаточно используемых источников растительного сырья для получения пищевых волокон и одновременно БАД является тыквенные семена [4–6].

Выбор растительной БАД осуществляли на основании сформулированных нами требований:

- полностью отвечать условиям, предъявляемым к показателям качества и безопасности;
- содержать в своем составе белки, т. е. добавка должна обладать способностью частично заменять мясное сырье;
- проявлять физиологически функциональные свойства, благодаря наличию в своем составе ряда физиологически ценных компонентов, а именно, витаминов, макро– и микроэлементов, пищевых волокон и других;
- проявлять высокие технологические свойства, обеспечивающие максимальную эффективность производства и сохраняемость показателей качества мучных кулинарных изделий с мясными начинками;
- быть доступной с экономической точки зрения.

Учитывая указанные требования, из множества имеющихся растительных добавок нами выбрана БАД, полученная из семян тыквы.

С целью обоснования предпочтительного использования порошка из семян тыквы в качестве ингредиента для проектирования рецептур мясных фаршей с растительными наполнителями, была проведена оценка его пищевой ценности в сравнении с другими видами растительного сырья, традиционно применяемыми в рецептурах мясных полуфабрикатов [6; 7]. Данные, характеризующие пищевую ценность сырья растительного происхождения, для проектирования мясных фаршей приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Пищевая ценность пищевых добавок к мясным фаршам

Показатели	Рисовая мука	Мука из семян тыквы	Пшеничная мука в/с
Белки, г	6,0	30,2	10,8
Жиры, г	1,4	49,1	1,3
Углеводы, г	77,7	4,7	69,9
Пищевые волокна,	2,4	6,0	3,5
Вода,	12,0	5,0	14,0
Калорийность, ккал	366	559	334

Окончание табл. 1

Показатели	Рисовая мука	Мука из семян тыквы	Пшеничная мука в/с
Витамин В <sub>1</sub> , тиамин, мг	0,138	0,273	0,17
Витамин В <sub>2</sub> , рибофлавин, мг	0,021	0,153	0,04
Витамин В <sub>4</sub> , холин, мг	5,8	63,0	52,0
Витамин Е, α- токоферол, мг	0,11	2,18	1,5
Витамин РР, мг	2,59	4,98	3,0
Железо, Fe, мг	0,35	8,82	1,2
Марганец, Mn, мг	1,2	4,53	0,57
Медь, Cu, мг	0,13	1,34	0,10
Селен, Se, мг	0,015	9,4	0,06
Цинк, Zn, мг	0,80	7,81	0,7
Моно– и дисахариды, г	0,12	1,4	1,0
Валин, г	3,48	1,57	3,9
Изолейцин, г	2,44	1,28	2,9
Лейцин, г	4,88	2,42	5,6
Лизин, г	2,07	1,23	2,9
Метионин, г	1,44	0,60	2,8
Треонин, г	2,1	0,99	3,3
Триптофан, г	0,72	0,57	1,2
Фенилаланин, г	3,17	1,73	6,7

В результате проведенных исследований выявлено, что из водорастворимых витаминов группы В, в семенах тыквы преобладают витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>4</sub>, РР, а содержание витамина Е (α-токоферол) в 100 г порошка может удовлетворить 42,1 % от суточной потребности в данном витамине.

Мука из семян тыквы, содержащая уникальный по качественному и количественному составу минеральный и витаминный комплексы, в сочетании с белковыми компонентами, может рассматриваться в качестве сырья для получения обогащенных мясных фаршей.

В табл. 2 приведены органолептические и физико-химические показатели БАД из порошка семян тыквы, а также требования технических условий, в соответствии с которыми вырабатывается добавка.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели БАД

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Требования ТУ 9164-282-04801346-08
Внешний вид	Однородный тонкодисперсный порошок	Однородный тонкодисперсный порошок
Цвет	Светло-кремовый	Светло-кремовый. Допускается сероватый оттенок

Окончание табл. 2

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя	Требования ТУ 9164-282-04801346-08
Вкус	Свойственный данному продукту, без посторонних привкусов	Свойственный данному продукту. Посторонние привкусы не допускаются
Запах	Свойственный данному продукту, без посторонних запахов	Свойственный данному продукту. Посторонние запахи не допускаются
Массовая доля влаги, %	5,0	Не более 8,0
Массовая доля минеральных примесей, %	Отсутствуют	Не более 0,01
Массовая доля металлических примесей, %	Отсутствуют	Не более 0,0003
Посторонние примеси и вредители	Отсутствуют	Не допускаются
Степень измельчения, % частиц с размером не более 35 мкм	98,90–99,00	Не нормируется

На основании данных, приведенных в табл. 2, можно отметить, что в БАД *порошка из семян тыквы* содержатся белки, которые в 3–5 раз превышают концентрацию их в рисовой и пшеничной муке, являющейся структурообразователем. Это очень важно с точки зрения достижения требования, предъявляемого к растительным БАД, применяемым в производстве мясорастительных фаршей: содержать в своем составе белки, т. е. добавка должна обладать способностью частично заменять мясное сырье.

Кроме этого, исследуемая БАД содержит в значительном количестве углеводы и минеральные вещества. Отмечено также присутствие в добавке органических кислот. Следует отметить присутствие в составе БАД большого количества липидов, что даже при небольших концентрациях добавки фарш будет обладать пластичными свойствами.

Учитывая, что биологическая ценность добавки определяется составом и содержанием аминокислот белков и, в первую очередь, незаменимых аминокислот, изучали их состав.

Установлено, что сбалансированность состава незаменимых аминокислот белка, содержащегося в БАД, приближается к "идеальному белку", несколько уступая последнему, что позволяет делать вывод о высокой биологической ценности добавки.

Получено, что одним из основных требований, предъявляемых к БАД, используемых в качестве рецептурного компонента для создания сложных

структурированных пищевых систем и формирования необходимых потребительских свойств готового продукта, является проявление добавкой высоких технологически функциональных свойств. В этой связи нами были изучены указанные свойства. В табл. 3 приведены данные, характеризующие технологически функциональные свойства БАД.

Таблица 3 – Технологические и функциональные свойства БАД

Наименование показателя	Значение показателя при температуре		
	25 °С	45 °С	75 °С
Водопоглощающая способность, %, в системе:			
БАД – вода	227,0	252,0	264,0
БАД – 2,5 %-й водный раствор NaCl	213,0	246,0	251,0
Водоудерживающая способность, г водной фазы/1г БАД, в системе:			
БАД – вода	1,64	1,83	2,21
БАД – 2,5 %-й водный раствор NaCl	1,56	1,78	2,17
Жирудерживающая способность, г масла/1г БАД	0,74	0,76	0,79

Для исследования были приготовлены различные растворы с порошком семян тыквы и при изменении температуры в интервале от 25 до 75 °С определяли водопоглощающую, водоудерживающую и жирудерживающую способность суспензии. Устанавливали также воздействие соли на функциональные свойства системы в зависимости от изменения температурного параметра.

Следует отметить высокую водопоглощающую способность БАД, что очень важно с точки зрения ее подготовки перед внесением в пищевую систему, а также высокую водоудерживающую способность.

Установлено, что водопоглощающие и водоудерживающие свойства порошком семян тыквы достаточно высокие, как в системе "БАД – вода", так и в системе "БАД – 2,5 %-й водный раствор NaCl".

Установлено, что с повышением температуры водопоглощающая способность водного и солевого растворов порошка семян тыквы увеличиваются от 1,11 до 1,16 раз и от 1,15 до 1,17 раз соответственно; водоудерживающая способность водного и солевого растворов порошка семян тыквы также увеличивается от 1,115 до 1,347 раз и от 1,14 до 1,39 раз соответственно. Жирудерживающая способность с повышением температуры увеличивается незначительно – от 1,027 до 1,067 раза.

Эмульгирующая способность порошка семян тыквы в системе "БАД – вода" составляет 77,0 % неразрушенной эмульсии, а в системе "БАД – 2,5 %-й

водный раствор NaCl" ниже, чем в системе "БАД-вода" и составляет 61,4 % неразрушенной эмульсии.

Таким образом, исследуемый порошок семян тыквы отвечает всем предъявляемым требованиям для проектирования рецептур мясных фаршей с БАД.

### **Библиографический список**

1. Васюкова А. Т. [и др.]. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 2–3 (320–321). – С. 11–13.

2. Першакова Т. В. [и др.]. Применение нетрадиционного сырья в рецептурах кулинарных изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 1 (319). – С. 36–37.

3. Драчева Л. В. Суммарная антиоксидантная активность растительных экстрактов // Пищевая промышленность. – 2011. – № 9. – С. 44–45.

4. Драчева Л. В. [и др.]. Исследование антиоксидантных свойств экстрактов растительного происхождения // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 3. – С. 23–25.

5. Васюкова А. Т. Организация производства и управление качеством продукции в общественном питании : учеб. пособие. – М. : Дашков и Ко, 2010. – 224 с.

6. Васюкова А. Т. Научная школа: "Научные основы производства биологически полноценных продуктов питания" // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2008. – № 2. – С. 15–20.

7. Пивоваров В. И., Васюкова А. Т., Пивоваров К. В. Организация производства и управление качеством продукции в общественном питании : учеб. пособие – М. : Дашков и К, 2006. – 253с.

8. Рыбчинская В. С., Якунина Е. С., Колобов С. В. Аспекты создания функциональных продуктов на основе злаковой культуры – полбы // Товаровед продовольственных товаров. – 2017. – № 10. – С. 22–24.



## **Использование белковых и жировых добавок водного происхождения в технологии колбас и кулинарных изделий**

**Волченко В. И., Глухарев А. Ю., Ковалева О. С., Дворянкина К. В.**  
(г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств,  
*e-mail: daesher@mail.ru*)

**Аннотация.** Предложено использование добавок на основе СВЧ-обработанной печени трески, не прошедшей стерилизацию, в качестве основы для ряда продуктов, в том числе для кулинарной продукции. Представлен результат экспериментального исследования разработки и выбора оптимальных рецептур различных видов продуктов: мясорыбных колбасных изделий с добавлением рыбного белкового изолята, печени трески или её жира; салата и зраз с бланшированной печенью трески. На основе результатов экспериментов выбраны наиболее приемлемые рецептуры.

**Abstract.** The use of additives based on microwave-treated cod liver that has not undergone sterilization is proposed as the basis for a series of products, including the culinary products. The result of an experimental study of the development and selection of optimal recipes for various types of products is presented: meat-and-fish sausages with the addition of fish protein isolate, cod liver or fish fat; salad and zrazy with blanched cod liver. Based on the experimental results, the most acceptable formulations were selected.

**Ключевые слова:** рыбный белковый изолят, печень трески, полиненасыщенные жирные кислоты, мясорыбные колбасные изделия

**Key words:** fish protein isolate, cod live, polyunsaturated fatty acids, meat-and-fish sausages

**Введение.** Важной проблемой производства функциональных продуктов питания является совершенствование жировой составляющей, в частности, введение в состав продукта полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), особенно – группы  $\omega$ -3 [1]. Жирные кислоты группы  $\omega$ -3 обладают очень высокой биологической ценностью и лечебно-профилактическим действием в отношении ряда заболеваний, в первую очередь – сердечно-сосудистой системы [2]. Рыба является традиционным и очень известным источником  $\omega$ -3 ПНЖК [3].

Среди указанных видов сырья особо следует выделить печень тресковых видов рыб. Между тем, традиционные подходы к переработке печени трески не лишены недостатков: во-первых, печень крайне затруднительно использовать в мороженом виде; во-вторых, при использовании особо жирной печени, а также мороженого сырья, в консервах образуется большое количество свободного жира [4]. Авторами предлагается использовать полу-

фабрикат печени, подвергнутый кратковременной СВЧ-обработке, а также выделяющийся при этом жир. Такой вид обработки тресковой печени позволяет осуществлять более длительное хранение полученного СВЧ-полуфабриката в мороженом виде и исключает выделение из него жира при последующей переработке[4].

Одним из направлений переработки печени трески является производство стерилизованных консервов, однако такой метод не всегда является единственно возможным. Определённый интерес могло бы представлять непосредственное внесение СВЧ-полуфабриката и выделенного жира в целый ряд комбинированных пищевых продуктов (в том числе кулинарных), аналогичных традиционным, в частности, в колбасных изделиях. Использование рыбного сырья в колбасных изделиях – не новое, но, на наш взгляд, весьма перспективное направление. В отличие от традиционных мясных, мясорыбные изделия позволяют использовать высокоценное рыбное сырьё, а в отличие от чисто рыбных – имеют более традиционные органолептические характеристики [5].

В исследованиях также уделено достаточное внимание использованию СВЧ-обработанных полуфабрикатов печени для приготовления разнообразных салатов и других кулинарных изделий (зраз).

**Материалы и методы исследования.** В качестве жирового сырья использовали охлаждённую печень атлантической трески (*Gadus morhua*). Печень трески подвергали предварительной термической обработке с использованием СВЧ-нагрева с последующим замораживанием и хранением при температуре не выше минус 18 °С. Выделяемый при СВЧ-нагреве жир очищали методами отстаивания и декантации. Полученные полуфабрикаты использовали для изготовления образцов новых видов пищевой продукции. Другие виды сырья (мясо, соль, специи и др.) закупали на местном рынке.

Рыбный белковый изолят (ИРБ) получали методом растворения мышечной ткани рыбного белкового сырья (путассу) в щелочной среде с последующим осаждением белка в изоэлектрической точке в слабокислой среде [6].

Для определения белковых веществ использовали метод Къельдаля по ГОСТ 7636. Полученное содержание азота пересчитывали на белок.

Определение содержания липидов в образцах сырья, изолята и продукции на их основе (сосисок) проводили с помощью экстрактора SelectaDET/GRAS (Испания) по методу Сокслета.

Жирнокислотный состав липидов определяли методом жидкостной хроматографии на колонке HypersilODS на хроматографе Agilent 1100 после омыления липидов 2 н. спиртовым раствором КОН и предколоночной дериватизации с помощью бромфенацилбромида в присутствии триэтиламина [7].

Из структурно-механических показателей использовалось усилие (число) пенетрации, определяемое с помощью прибора Food Checker при использовании шарообразного индентора (диаметр индентора 8 мм), погружаемого на глубину 10 мм при постоянной скорости и температуре 20 °С.

Кислотное и пероксидное (перекисное) числа жира определяли по ГОСТ 7636.

Органолептические методы проводили с помощью балльных шкал. По данному методу рассчитывали уровень качества (%).

Определение влаго- и жирудерживающей способностей и устойчивости фаршевой эмульсии проводили по методу Р. М. Салаватулиной [8].

В данной работе использовали методы планирования эксперимента, в частности, центральный композиционный ротатабельный план. Выбор уравнения регрессии и регрессионный анализ проводили с использованием программы OakdaleDatafit 9.1.

### **Результаты испытаний.**

*Применение ИРБ и СВЧ-полуфабриката печени трески в технологии мясорыбных колбасных изделий*

Одним из направлений использования полуфабриката печени трески может быть производство мясорыбных колбасных изделий.

Предлагаемая в качестве базовой рецептура мясорыбных сосисок представлена в табл. 1. В качестве параметров оптимизации были выбраны: уровень качества готового изделия, %; число пенетрации, кПа; себестоимость сырьевого набора, руб/кг. В качестве влияющих факторов были выбраны: соотношение фарша нежирной свинины и СВЧ-бланшированной печени трески  $X_1$ , ед.; количество изолята рыбного белка  $X_2$ , кг.

Таблица 1 – Базовая рецептура мясорыбных сосисок с использованием СВЧ-бланшированной печени трески и ИРБ

<b>Основное сырье, кг</b>	
Свинина жилованная нежирная	57,90
Печень трески СВЧ-бланшированная	38,60
ИРБ северной путассу	1,5
Яйца куриные	2
Картофельный крахмал	3

Окончание табл. 1

Пряности и материалы, кг	
Соль поваренная пищевая	2,5
Сахар-песок	0,1
Белый перец молотый	0,25
Черный перец молотый	0,25
Ферментированный рис	0,3
Гуаровая камедь	0,3
Водолеяная смесь	15

Функцией отклика являлась обобщенная численная характеристика качества мясорыбных сосисок  $Y_0$ , включающая в себя значения уровня качества  $Y_1$ , значения относительной реологической характеристики  $Y_{R2}$  и значение себестоимости сырьевого набора  $Y_{C3}$ . Функция отклика рассчитывается по следующей формуле:

$$Y_0 = Y_1 \cdot K_1 + Y_{R2} \cdot K_2 + Y_{C3} \cdot K_3, \quad (1)$$

где  $Y_1$  – уровень качества, %;  $Y_{R2}$  – значение относительной реологической характеристики, %;  $Y_{C3}$  – значение себестоимости сырьевого набора, %;  $K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты значимости, определённые методом экспертных оценок.

Наиболее весомым параметром решено считать уровень качества  $K_1 = 0,45$ ; показатели "относительная реологическая характеристика" и "себестоимость сырьевого набора" менее значимы ( $K_2 = 0,37$ ;  $K_3 = 0,18$ ).

Относительная реологическая характеристика  $Y_{R2}$ , %, в данной серии экспериментов рассчитывалась с помощью выражения

$$Y_{R2} = 100 - \frac{|y_2 - y_{2\text{опт}}|}{y_{2\text{опт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $y_2$  – число пенетрации готового продукта, кПа;  $y_{2\text{опт}}$  – оптимальное значение числа пенетрации, кПа.

Было определено оптимальное значение относительной реологической характеристики. Обработка полученных данных позволила получить следующее уравнение регрессии, которое адекватно описывает взаимосвязь консистенции на число пенетрации:

$$Y = -1,88 \cdot 10^{-3} \cdot x^3 + 0,278 \cdot x^2 - 13,4 \cdot x + 216,27 \quad (3)$$

Критерий Фишера для данной модели составил 5,46. Анализ уравнения регрессии позволил определить оптимальное значение показателя пенетрации – 56,62 кПа.

Значение себестоимости сырьевого набора  $Y_3$  (%), рассчитывается по следующей формуле:

$$Y_{C3} = \frac{300}{y_3} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $y_3$  – себестоимость 1 кг готового продукта, руб; 300 – минимально возможная цена за 1 кг готового продукта, руб.

С использованием теории планирования эксперимента был разработан центральный композиционный план по оптимизации рецептуры мясорыбных вареных колбасных изделий. План и результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2 – План и результаты эксперимента по изготовлению сосисок с печенью трески и ИРБ

№	$X_1$	$X_2$	$Y_1, \%$	$y_2, \text{кПа}$	$y_3, \text{руб/кг}$	$Y_{R2}, \%$	$Y_{C3}, \%$	$Y_0, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,00	2,00	79,38	29274,53	339,28	51,70	88,42	70,70
2	2,00	4,00	80,52	57085,34	352,48	99,18	85,11	88,31
3	3,00	2,00	82,50	48790,89	350,70	86,17	85,54	84,42
4	3,00	4,00	87,50	49766,70	363,61	87,90	82,50	86,74
5	2,51	3,00	85,00	33665,71	352,37	59,46	85,14	75,50
6	1,80	3,00	85,63	29762,44	342,66	52,57	87,55	73,65
7	3,20	3,00	90,73	32689,89	358,80	57,74	83,61	77,14
8	2,51	1,60	88,54	32201,99	343,63	56,88	87,30	76,51
9	2,51	4,40	84,58	39032,71	361,49	68,94	82,99	78,46
10	3,20	4,40	83,65	77,09	367,81	63,84	81,56	75,89
11	2,75	3,00	79,90	53,67	354,90	94,79	84,53	86,29
12	2,25	1,60	83,23	45,86	345,82	81,00	86,75	83,04

При компьютерной обработке результатов эксперимента было получено следующее уравнение регрессии для определения оптимумов:

$$Y = 4103,5 - 3546,7 \cdot X_1 - \frac{9811,6}{X_2} + 1128,6 \cdot X_1^2 + \frac{11211,2}{X_2^2} + 4425,1 \cdot \frac{X_1}{X_2} - 236,7 \cdot X_1^3 - \frac{4708,1}{X_2^3} - 183,7 \cdot \frac{X_1}{X_2^2} - 545 \cdot \frac{X_1^2}{X_2}. \quad (5)$$

Критерий Фишера для полученной математической модели равен 9,77, вероятность неадекватности модели – 0,096. Все коэффициенты уравнения регрессии значимы с вероятностью не менее 0,95.

Значения оптимальных факторов находятся при  $X_1$  (соотношение фарша свинины и СВЧ-бланшированной трески) = 2,73;  $X_2$  (количество ИРБ) = 2,09.

Помимо балансировки основных компонентов, важной задачей является оптимизация вспомогательных компонентов, влияющих на цвет и структурно-механические характеристики продукта. Для придания изделию заданных структурно-механических характеристик использовали гуаровую камедь в качестве загустителя, а для придания изделию розоватого оттенка использовали ферментированный рис. Аналогичным методом была проведена оптимизация и установлено оптимальное значение факторов: дозировка гуаровой камеди составила 0,33 кг (на 100 кг основного несоленого сырья), а ферментированного риса – 0,25 кг.

Был определён жирнокислотный состав продукта, изготовленного по оптимальной рецептуре и установлено, что за счет внесения жировых добавок в сосисках преобладают мононенасыщенные жирные кислоты (38,0 % от суммы жирных кислот), кроме того, присутствует большое количество (18,5 %) ПНЖК группы омега-3.

Определённый интерес также представляет использование регионального сырья в технологии мясных колбасных изделий. В частности, были разработаны колбаски на основе сердца свиного, свинины, оленины с добавлением жира печени трески; проведены органолептические испытания и установлено высокое качество продукта.

*Производство кулинарных изделий с использованием полуфабриката печени трески*

Для выявления наиболее актуальных кулинарных изделий с бланшированной печенью трески была применена отдельная методика проведения маркетинговых исследований, собранных в ходе опроса методом письменного анкетирования. По результатам опроса, было замечено, что потребителя при покупке кулинарного изделия с бланшированной печенью трески в большей степени может заинтересовать: салат (34 % от общего числа респондентов) и зразы (23 % от общего числа респондентов).

В рамках исследовательской работы было предложено разработать рецептуру одного из кулинарных изделий: зразы с бланшированной печенью трески. Для выбора рецептуры, приближенной к оптимальной, был использован центральный композиционный ротатабельный план полного факторного эксперимента. Для зраз варьируемыми факторами были выбраны дозировки печени и яйца. План и результаты экспериментов по оптимизации салатов и зраз приведены соответственно в табл. 3.

Таблица 3 – План и результаты эксперимента по оптимизации рецептур зраз с бланшированной печенью трески

№	Печень:картофель (X <sub>1</sub> )	Яйцо:картофель (X <sub>2</sub> )	Уровень качества, Y
1	0,3	0,05	77,51
2	0,3	0,15	79,17
3	0,5	0,05	73,91
4	0,5	0,15	71,97
5	0,4	0,1	91,94
6	0,2586	0,1	65,84
7	0,5414	0,1	76,66
8	0,4	0,0293	88,87
9	0,4	0,1707	94,12

Результаты анализа табл. 3 позволили получить следующее уравнение регрессии:

$$Y = 4640 + \frac{120,5}{X_1} - \frac{21,92}{X_1^2} + 7673 \cdot \ln X_2 + 4584 \cdot \ln X_2^2 + 1191 \cdot \ln X_2^3 + 113,7 \cdot \ln X_2^4 \quad (7)$$

Критерий Фишера составил 53,9, что свидетельствует об адекватности уравнения регрессии с доверительной вероятностью не менее 0,95. Анализ уравнения 7 позволил выявить оптимум при  $X_1 = 0,364$ ;  $X_2 = 0,0757$ . Эти значения соответствуют следующей дозировке ингредиентов зраз на 1 кг: печень – 253 г; яйцо – 53 г; картофель – 695 г. Кроме того, следует отметить, что неплохие органолептические характеристики наблюдались в образце № 9.

Таким образом, была разработана рецептура зраз с бланшированной печенью трески, в которой по исследованию жирнокислотного состава преобладают омега-3 жирные кислоты, такие как линоленовая, ЭПК, ДГК, докозапентаеновая, октадекатетраеновая и меньше омега-6 жирных кислот, такой как линолевая.

### **Заключение**

Разработана технология мясорыбных сосисок с использованием изолята рыбного белка, печени трески, определена и обоснована оптимальная рецептура. Исследованы образцы сосисок, изготовленных по оптимальным рецептурам. Было определено, что сосиски с печенью трески и ИРБ путассу богаты ПНЖК группы  $\omega$ -3.

Разработаны технологии кулинарных изделий с использованием СВЧ-обработанного полуфабриката из печени трески. Определена наиболее при-

емлемая рецептура и установлено оптимальное соотношение ингредиентов в зразах с бланшированной печени трески.

### **Библиографический список**

1. Petracci M., Bianchi M., Cavani C. Development of Rabbit Meat Products Fortified With n-3 Polyunsaturated Fatty Acids // *Nutrients*. – 2009. – Vol. 1, Iss. 2. – P. 111–118. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu1020111>.

2. Marventano S. [et al.] A review of recent evidence in human studies of n-3 and n-6 PUFA intake on cardiovascular disease, cancer, and depressive disorders: does the ratio really matter? // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. – Vol. 66, Iss. 6. – P. 611–622. DOI: <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1077790>.

3. Food Enrichment with Omega-3 Fatty Acids / eds.: C. Jacobsen, N. S. Nielsen, A. Frisenfeldt Horn, A.-D. Moltke Sørensen. – 1st Edition. – Woodhead Publishing, 2013. – 464 p.

4. Волченко В. И., Куранова Л. К., Швейкина К. С. Исследование влияния сроков хранения бланшированного полуфабриката на качество консервов из печени трески [Электронный ресурс] // *Наука и образование – 2013 : материалы междунар. науч.-техн. конф., 4–11 марта 2013 г.* – Мурманск : МГТУ, 2013. – С. 1118–1119.

5. Amiza, M. A., and Ng, S. C. Effects of Surimi-to-Silver Catfish Ratio and Potato Starch Concentration on the Properties of Fish Sausage // *Journal of Aquatic Food Product Technology*. – 2015. – Vol. 24, Iss. 3. – P. 213–226. DOI: <https://doi.org/10.1080/10498850.2013.766293>.

6. Shaviklo G. R. Evaluation and utilisation of fish protein isolate products. Master thesis in food science. – Reykjavik : University of Iceland, 2008. – Available at <https://www.yumpu.com/en/document/read/50360955/evaluation-and-utilisation-of-fish-protein-isolate-products> (last access 23.02.2019).

7. Gratzfeld-Huesgen A. Analysis of hydrolyzed fatty acids in dietary fat using HPLC // *Agilent technologies*. – 1997. – Publication number 5966-0635E.

8. Салаватулина Р. М., Алиев С. А., Любченко В. И. Новый метод определения основных функциональных свойств фарша // *Мясная индустрия СССР*. – 1983. – № 9. – С. 26–27.



## Пищевая и биологическая ценность макруруса пепельного *Coryphaenoides cinereus* как объекта глубоководного промысла

Давлетшина Т. А., Шульгина Л. В., Караулова Е. П. (г. Владивосток, Тихоокеанский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Всероссийский институт рыбного хозяйства и океанографии", e-mail: ta.davletshina@yandex.ru)

**Аннотация.** Глубоководный вид рыбы макрурус пепельный по содержанию белков ( $17,0 \pm 1,5$  %) и жира ( $0,5 \pm 0,04$  %) соответствует тресковым рыбам. В составе его липидов доля ПНЖК составляет 30,2 % от общей суммы ЖК, в том числе семейства омега-3 – 24,31 %. По химическому составу макрурус пепельный относится к диетическому сырью и рекомендован для получения продуктов массового и специализированного назначения.

**Abstract.** The deep-sea fish species are *Coryphaenoides cinereus* in terms of protein content ( $17.0 \pm 1.5$  %) and fat ( $0.5 \pm 0.04$  %) correspond to cod fish. In its lipids, the proportion of PUFA is 30.2 % of the total FA, including the omega-3 family – 24.31 %. According to the chemical composition, ash macrourus is a dietary raw material and is recommended for mass and specialized products.

**Ключевые слова:** макрурус пепельный, вода, белки, липиды, жирные кислоты

**Key words:** ash macrourus, water, proteins, lipids, fatty acids

Макрурус пепельный (или пепельный долгохвост) *Coryphaenoides cinereus* является глубоководным видом, обитает в дальневосточных морях и водах Тихого океана. Он является постоянным приловом при глубоководном траловом, ярусном и ловушечном лове. В некоторых районах экономической зоны России запасы макруруса пепельного позволяют осуществлять значительные промысловые выловы [1], однако эксплуатируется он еще крайне слабо.

Макрурус пепельный относится к рыбам семейства долгохвостовых отряда трескообразных, но в отличие от шельфовых видов (минтая, трески) он обитает на глубинах до 3500 м. Длина рыбы не превышает 70 см, средний размер особей составляет 30–60 см, масса тела которых составляет 200,0–550,0 г. Сведения о пищевой и биологической ценности мяса макруруса пепельного носят единичный характер. С учетом больших запасов необходимы исследования его для определения путей рационального использования.

Целью работы явилось изучение пищевой и биологической ценности мышечной ткани макруруса пепельного как объекта глубоководного промысла.

Основным объектом для проведения исследований являлся мороженный макрурус пепельный, образцы которого были заготовлены в условиях про-

мысла глубоководных объектов Приморской рыбодобывающей компанией "Рыболовецкий колхоз "Восток-1". Срок хранения мороженых образцов составлял не более 1,5 мес. при температуре минус 18 °С. Все показатели безопасности мороженого макруруса пепельного соответствовали требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции".

Отбор проб проводили согласно ГОСТ 31339–2006 "Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб".

Органолептическую оценку качества образцов рыбы проводили в соответствии с ГОСТ 7631–2008 "Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей".

Подготовку проб к анализу и определение массовой доли жира, белка, воды и минеральных веществ в составе мышечной ткани рыбы проводили по ГОСТ 7636-85 "Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа".

Аминокислотный состав белков определяли по методу Кьельдаля с использованием автоматического аминокислотного анализатора L-8800 (Hitachi, Япония). Подготовку проб для анализа аминокислотного состава белков осуществляли методом кислотного гидролиза мышечной ткани. Использование данного метода не позволяет определить содержание триптофана.

Для исследования фракционного состава липидов использовали метод тонкослойной хроматографии на аналитических пластинках "Sorbfil" ("Сорб-полимер", Россия) в системе растворителей гексан:диэтиловый эфир:уксусная кислота – 70:30:2 (по объему) в качестве элюента. Для проявления хроматограмм применяли 10 %-й спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты с последующим нагреванием пластинок при 110 °С. Идентификацию отдельных классов липидов проводили методом сравнения с нанесенными на пластинку стандартными соединениями. Для количественного определения применяли программное обеспечение ImageJ (National Institute of Health, США, v.1.47) [2, 3].

Для определения состава жирных кислот общие липиды переводили в метиловые эфиры жирных кислот [4], которые, после очистки препаративной тонкослойной хроматографией, анализировали на хроматографе Shimadzu GC-16A (Япония) с использованием капиллярной колонки Supelcowax<sup>TM</sup> 10 (30,0 м x 0,32 мм, толщина пленки 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190 °С и температуре инжектора и детектора 240 °С. В качестве газа-носителя использовали гелий, со скоростью потока 1 мл/мин и делителем потока 1/60. Идентификацию

жирных кислот проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи. Содержание отдельных жирных кислот определяли по площадям пиков с помощью базы обработки данных Shimadzu Chromatopac C-R4A (Япония).

Элементный состав мышечной ткани определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Nippon Jarell Ash, модель AA-855 (Япония).

Исследования массового состава макруруса пепельного показали, что выход его тушки от общей массы в среднем составил  $53,0 \pm 4,8$  %, филе –  $30,5 \pm$  %, головы –  $21,0 \pm 3,9$  %, печени –  $4,8 \pm 0,4$  %, икры –  $1,7 \pm 0,3$  % к общей массе рыбы.

После размораживания макрурус не изменял внешнего вида, консистенция мышечной ткани оставалась упругой.

Влагоудерживающая способность мышечной ткани мороженого макруруса пепельного составляла в среднем  $43,0$  %.

Проба на варку рыбы показала, что бульон был светлый, кусочки мяса сохраняли свою форму. Отварное мясо макруруса было белого цвета, со вкусом свойственным вареной рыбе, уплотненной консистенции, без посторонних привкуса и запаха.

Результаты исследований общего химического состава мышечной ткани макруруса пепельного приведены в табл. 1. По содержанию основных пищевых веществ (белка и жира) мясо макруруса соизмеримо с таковым трески и минтая. Содержание воды в мышечной ткани этой рыбы составляет  $81,5 \pm 2,7$  %, что значительно ниже, чем в других глубоководных видах рыб, например, лемонемы, макрурусов малоглазого и тупорылого, массовая доля воды в которых не менее  $90$  % [5].

Таблица 1 – Химический состав и энергетическая ценность пищевых тканей макруруса пепельного

Показатели	Содержание
Вода, %	$81,5 \pm 2,7$
Белки, %	$17,0 \pm 1,5$
Жир, %	$0,5 \pm 0,04$
Минеральные вещества, %	$1,0 \pm 0,02$
Энергетическая ценность, ккал	$77,7 \pm 2,5$

По содержанию белков макрурус пепельный относится к среднебелковому рыбному сырью. Белки мышечной ткани макруруса полноценные, по количеству и соотношению незаменимых аминокислот они близки аминокислотному образцу ФАО/ВОЗ [6]. Лимитирующей аминокислотой в белках

мяса макруруса является метионин, что свойственно для белков многих водных объектов.

Таблица 2 – Аминокислотный состав белков мышечной ткани макруруса пепельного

Аминокислоты незаменимые			Аминокислоты заменимые		
Наименование	Содержание		Скор, %	Наименование	А
	А	Б			
Валин	5,0	4,9	98,0	Аспарагин	10,8
Лейцин	7,0	8,7	124,0	Серин	5,3
Изолейцин	4,0	4,8	120,0	Глутаминовая	8,8
Треонин	4,0	5,0	125,0	Глицин	4,5
Метионин + цистеин	3,5	2,8	80,0	Аланин	6,3
				Аргинин	3,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	7,4	123,0	Гистидин	2,6
				Пролин	5,1
Лизин	5,5	8,4	152,0	Сумма	46,4
Сумма	35,0	42,3			

Обозначение: А – содержание аминокислоты, г/ 100 г стандартного белка (образец ФАО/Воз), Б – содержание аминокислоты, г/100 г белка мяса макруруса; Б – аминокислотный скор, %

При изучении состава липидов мышечной ткани макруруса пепельного установлено, что одним из основных их классов являются фосфолипиды, содержание которых составило не менее 30,0 %, что, в свою очередь, обуславливает высокую ценность рыбного жира. Биологическую эффективность липидов мышечной ткани макруруса пепельного определяли при исследовании состава жирных кислот в них. Установлено (табл. 3), что наиболее массовую группу их составляют мононенасыщенные ЖК. Среди них преобладали олеиновая кислота (18:1 n-9), а также изомеры эруковой (22:1 n-11) и гадолеиновой (20:1 n-11) кислот. Особый интерес представляет изомер эруковой кислоты, содержание которого составило 24,3 % от суммы мононенасыщенных ЖК. По данным иностранных авторов, сама эруковая кислота (22:1 n-9) снижает ценность рыбного жира, так как негативно влияет на организм человека, вызывая нарушения липидного обмена [7, 8]. Но в липидах макруруса пепельного ее количество составляет менее 0,1 % от общей суммы ЖК. Изомер эруковой кислоты (22:1 n-11), наоборот, способствует нормализации обменных процессов в организме человека, что также повышает ценность липидов этой рыбы.

Таблица 3 – Состав жирных кислот липидов мышечной ткани макруруса пепельного

Жирные кислоты	Содержание, в % от суммы ЖК
Насыщенные	27,5
Мононенасыщенные	41,4
Полиненасыщенные, в том числе:	30,2
$\sum$ n-6	2,93
$\sum$ n-3	24,31
$\sum$ ЭПК и ДГК	19,39

Доля ПНЖК в составе липидов мышечной ткани макруруса пепельного составила 30,2 % от общей суммы жирных кислот. В этой группе доминировали ЖК семейства омега-3, в том числе эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК).

При изучении элементного состава мяса макруруса пепельного установлено, что в нем содержится значительный набор макро- и микроэлементов, однако, значения их ниже, чем в мышечной ткани традиционных видов рыб морского промысла.

Таким образом, результаты проведенных исследований мышечной ткани макруруса пепельного показали, что он относится к среднебелковым низкокалорийным видам рыб.

Белки мяса макруруса пепельного полноценные, по количеству и соотношению незаменимых аминокислот они близки аминокислотному образцу ФАО/ВОЗ.

Особенности химического состава макруруса пепельного позволяют отнести этот вид рыбы к диетическому сырью, что обуславливает возможность использования его в технологии продукции как массового, так и специализированного назначения.

### Библиографический список

1. Шунтов В. П., Темных О. С. Среднемноголетняя биомасса и диминирующие виды рыб в донных и придонных биотопах Охотского моря. Сообщение 2. Состав и количественное соотношение видов на свале глубин в разных районах промысла //Известия ТИНРО. – 2018. Т. 193. – С. 20–32. DOI:<https://doi.org/10.26428/1606-9919-2018-193-20-32>.

2. Laggai S., Simon Y., Ransweiler T. et al. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH //World

Journal of Hepatology.– 2013. – Vol. 5, Iss. 10. – P. 558–567. DOI: <https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i10.558>.

3. Schneider C. A., Rasband W. S., Eliceiri K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nature Methods. – 2012. – Vol. 9, Iss. 7. – P. 671–675. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>.

4. Christie W. W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography A reappraisal // Journal of Chromatography A. – 1988. – Vol. 447. – P. 305–314. DOI: [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(88\)90040-4](https://doi.org/10.1016/0021-9673(88)90040-4).

5. Караулова Е. П., Леваньков С. В., Якуш Е. В. Сравнительная технико-химическая характеристика некоторых видов глубоководных рыб // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 12. – С. 50–53.

6. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a jointFAO/WHO/UNU expert consultation. – Geneva, Switzerland, 2002. – WHO technical report series ; no. 935.

7. Aherne F.X. [et al.]. Performance of Myocardial and Blood Serum changes in Pigs Fed Diets Containing High or Low Erucic Acid Rapeseed Oils // Canadian Journal of Animal Science. – 1976. – Vol. 56, Iss. 2 – P. 275–284. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjas76-032>.

8. Sauer F. D., Kramer J. K. G. The Problems Associated with the Feeding of High Erucic Acid Rapeseed Oils and Some Fish Oils to Experimental Animals // High and Low Erucic Acid Rapeseed Oils. Production, Usage, Chemistry, and Toxicological Evaluation / Eds.: John K. G. Kramer, Frank D. Sauer, Wallace J. Pigden// Toronto : Academic Press, 1983. – P. 253–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-425080-2.50016-5>.

## Методы бланширования продуктов и тенденции их развития

**Жихорук А. А., Голубева О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологического и холодильного оборудования, e-mail: fabinam@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлен обзор существующих способов бланширования продуктов и их преимущества и недостатки. В конце статьи представлены выводы и направление будущих исследований.

**Abstract.** The article provides an overview of existing methods of blanching products and their advantages and disadvantages. At the end of the article, conclusions and direction of future research are presented.

**Ключевые слова:** бланширование, бланширование паром, бланширование водой, бланширование микроволнами, бланширование ИК излучением, бланширование омическим нагревом

**Key words:** blanching, steam blanching, water blanching, microwave blanching, infrared radiation blanching, ohmic heating blanching

Бланширование является важной операцией обработки многих видов продуктов. Она необходима для инактивации нежелательных ферментов, изменения текстуры, вкуса, пищевой ценности и качества продукта.

Один из традиционных вариантов бланширования – бланширование продукта водой (с температурой от 70 до 100 °С) в течении несколько минут. Такая операция характеризуется равномерной термообработкой образца, позволяя применять его при более низких температурах. Существуют водяные бланширователи, которые используют винтовой или цепной конвейер для перемещения продукта внутри резервуара, куда поступает горячая вода. Другие используют вращающийся барабан для погружения и транспортировки продукта внутри корпуса установки. Вода обычно нагревается косвенно паром в теплообменнике: поэтому качество пара не обязательно должно быть "пищевым". Чрезмерно длительное время обработки, приводит к увеличению выщелачивания минералов и питательных веществ. Кроме того, бланширование горячей водой также может привести к разложению некоторых термочувствительных веществ, таких как аскорбиновая кислота, ароматические и вкусовые соединения[1].

В паровых бланширователях продукт транспортируется цепным или ленточным конвейером через камеру, в которую непосредственно впрыскивается пар "пищевого качества" при температуре около 100 °С. Обычно

измеряется температура в свободном пространстве и контролируется расход пара.

Считается, что бланширование паром является относительно недорогим и сохраняет большинство минеральных и водорастворимых компонентов по сравнению с бланшированием водой из-за незначительного выщелачивающего эффекта [2]. С другой стороны, низкая теплопередача приводит к увеличению времени обработки, чем при бланшировании горячей водой, особенно когда расход пара очень низкий, что приводит к размягчению тканей продукта. Из-за высокотемпературных градиентов между поверхностью и центром продукта более крупные продукты или части продукта могут быть "перебланшированы" вблизи поверхности и "недобланшированы" в центре. Для повышения эффективности теплопередачи были разработаны бланширующие устройства с принудительной конвекцией. Эти бланширователисостоят из вложенных в друг друга камер, которые позволяют рециркулировать пар с помощью вентилятора, который соединяет обе камеры.

Микроволновый нагрев происходит не только на поверхности влажных биологических материалов, но и внутри них. Микроволны – это электромагнитные волны с длинами волн от 1 мм до 1 м, которые имеют соответствующие частоты в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц [3]. При микроволновом нагреве нагретые материалы поглощают микроволновую энергию и преобразуют ее в тепло за счет эффекта диэлектрического нагрева, вызванного вращением молекулярного диполя и перемешиванием заряженных ионов в высокочастотном переменном электрическом поле [4].

При классической термической обработке энергия передается за счет проводимости от поверхности продукта к внутренней части. Это зависит главным образом от температурного градиента и теплопроводности продукта. По сравнению с классическими методами нагрева, применяемыми в пищевой промышленности, микроволновый нагрев имеет ряд преимуществ, таких как: объемный нагрев, высокие скорости нагрева и короткое время обработки. Одной из наиболее важных особенностей бланширования в микроволновой печи является то, что оно включает прямое взаимодействие между электромагнитным полем и пищевыми материалами для выработки тепла. Таким образом, по сравнению с бланшированием горячей водой потери питательных веществ при их выщелачивании значительно снижаются [5]. Недостатком этого метода бланширования является то, что во время бланширования в микроволновой печи влага может испаряться. СВЧ – излучение высокой



интенсивности может вызвать разрушение микроструктуры продукта [6]. Ещё одним недостатком является ограничение глубины проникновения микроволн в образец. Это параметр зависит от диэлектрической проницаемости и коэффициента диэлектрических потерь продукта [7]. Обработка продукта СВЧ – излучением может привести к неравномерному нагреву продукта из-за неравномерного распределения влаги и ионов в разных частях образца.

Инфракрасный нагрев генерируется электромагнитным излучением, которое попадает между областями видимых световых волн (0,38–0,78 мкм). Они поглощаются молекулами компонентов пищи по механизму вращательно-колебательных движений, который выделяет тепло [8]. Интенсивность инфракрасного нагрева зависит от длины волны излучения. Глубина проникновения инфракрасного излучения сильно зависит от состава и структуры пищи, а также от длины волны излучения. Чем больше длина волны излучения, тем выше глубина его проникновения. Эффективность теплопередачи для инфракрасного излучения выше, чем при более традиционных методах обработки в аналогичных условиях. Это означает, что бланширование ИК-излучением может сократить время обработки и сэкономить энергию. Инфракрасное излучение преимущественно нагревает непрозрачные объекты, а не воздух вокруг них. Поэтому при инфракрасном нагреве температуру окружающей среды можно поддерживать на нормальном уровне, что также снижает потребление энергии.

Несмотря на вышеупомянутые преимущества инфракрасного бланширования у него есть ряд недостатков: обугливание из-за быстрого повышения температуры поверхности продукта и перегрева со временем связанного с недостаточным проникновением тепла внутрь продукта, неравномерный нагрев из-за широкого разброса энергии, поглощаемой в разных частях образца. Также метод характеризуется высокими потерями влаги и ухудшением цвета поверхности продукта.

Во время омического нагрева продукт помещается между двумя электродами. Образец выступает в роли резистора в электрической цепи на котором выделяется тепло, и температура продукта быстро повышается [9]. Тепло, генерируемое внутри пищи, зависит главным образом от индуцированного тока и электрической проводимости продукта [10]. Преимуществом омического нагрева является быстрый и равномерный нагрев. Следовательно, системы омического нагрева могут обеспечить мягкую термическую обработку, мгновенное отключение и отсутствие передачи остаточного тепла по-

сле отключения тока, низкие эксплуатационные расходы, высокую эффективность преобразования энергии и меньше проблем загрязнения поверхности продукта [11].

По сравнению с бланшированием горячей водой омическое бланширование требует более короткого времени из-за его характеристик объемного нагрева. Кроме того, он обеспечивает лучшее качество продукта, поскольку уменьшает выщелачивание твердых веществ и питательных веществ и сохраняет цвет и текстуру [12]. Кроме того, этот метод можно использовать для бланширования продуктов с большим объемом, которые трудно обрабатывать более традиционными методами бланширования. Недостатками же бланширования омическим нагревом является трудности контроля температуры бланширования, генерация кислорода и водорода при обработке, коррозия электродов.

**Выводы.** У каждого метода бланширования есть свои достоинства и недостатки, и применение только одного метода может быть недостаточно эффективно. Разработка новых гибридных технологий бланширования может устранить недостатки одного из методов: например технология комбинированного бланширования водой и паром позволяет уменьшить выщелачивания минералов и питательных веществ, сохраняя при этом более высокую скорость обработки образца и обеспечивая более равномерный прогрев продукта, чем при бланшированием только паром.

### **Библиографический список**

1. Arroqui C. [et al.]. Mathematical model of an integrated blancher/cooler // Journal of Food Engineering. – 2003. – Vol. 59, Iss. 2–3. P. 297–307. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00471-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00471-5).
2. Roy M. K. [et al.]. Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 114, Iss. 1. – P. 263–269. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.050>.
3. Thostenson E. T., Chou. T.-W. Microwave processing: fundamentals and applications // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – 1999. Vol. 30, Iss. 9. – P. 1055–1071. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S1359-835X\(99\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S1359-835X(99)00020-2).
4. Chandrasekaran S, Ramanatham S, Basak T. Microwave food processing—A review // Food Research International. – 2013. – Vol. 52, Iss. 1. – P. 243–261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.033>.

5. Brewer M. S., Begum S. Effect of Microwave Power Level and Time on Ascorbic Acid Content, Peroxidase Activity and Color of Selected Vegetables // Journal of Food Processing and Preservation. – 2003. – Vol. 27, Iss.6. – P. 411–426. – DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2003.tb00527.x>.

6. Kidmose U, Martens H. J.Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1999. – Vol. 79, Iss. 12. – P. 1747–1753. DOI:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79:12<1747::AID-JSFA429>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1747::AID-JSFA429>3.0.CO;2-B).

7. Muley P. D., Boldor D.Investigation of microwave dielectric properties of biodiesel components // Bioresource Technology. – 2013. – Vol. 127. – P. 165–174. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.008>.

8. Rastogi N. K.Recent Trends and Developments in Infrared Heating in Food Processing // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2012. – Vol. 52, Iss. 9. – P. 737–760.– DOI:  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2010.508138>.

9. Assiry A, Sastry SK, Samaranayake C.Degradation kinetics of ascorbic acid during ohmic heating with stainless steel electrodes //Journal of Applied Electrochemistry. – 2003. – Vol. 33. – P. 187–196. – DOI:<https://doi.org/10.1023/A:1024076721332>.

10. Reznick D.Ohmic heating of fluid foods : Ohmic heating for thermal processing of foods : Government, industry, and academic perspectives : conference proceedings, 1996.

11. Ruan R. [et al.].13 - Ohmic heating //Thermal Technologies in Food Processing/ ed.:P. Richardson. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. – P. 241–265. – DOI: <https://doi.org/10.1533/9781855736610.3.241>.

12. Leizeron S, Shimoni E.Effect of Ultrahigh-Temperature Continuous Ohmic Heating Treatment on Fresh Orange Juice //Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53, Iss. 9 – P. 3519–3524. – DOI:  
<https://doi.org/10.1021/jf0481204>.

## Сухие функциональные смеси для хлебопечения

**Мошкин А. С.<sup>1</sup>, Васюкова А. Т.<sup>2</sup>** (<sup>1</sup>г. Москва, ФГБОУВО "Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского" (ПКУ), <sup>2</sup>г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", e-mail: vasyukova-at@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье изложены основные сведения о функциональных смесях, предложены варианты композиций и рекомендации по использованию в хлебопечении. Дана характеристика микробиологических, физико-химических показателей и приведены результаты токсикологических исследований сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками.

**Abstract.** The article describes basic information about functional mixtures, proposed options and recommendations for use in bakery. The characteristic of microbiological, physico-chemical and toxicological studies are dry functional mixtures with fruit-berry powders.

**Ключевые слова:** сухие функциональные смеси, нормативные документы, рецептуры, технология, физико-химические и органолептические исследования, показатели качества  
**Keywords:** dry functional mixtures, normative documents, recipes, technology, physico-chemical and organoleptic researches, quality indicators

Одним из путей решения проблем, связанных с сокращением и унификацией производства, расширением ассортимента, снижением себестоимости и стабилизацией качества хлебобулочных изделий, является использование концентратов в виде сухих функциональных смесей.

Целью работы была разработка композитных смесей для централизованного производства дрожжевого теста повышенной пищевой ценности.

В этой связи нами разработаны сухие функциональные смеси и нормативные документы для их производства: технические условия ТУ 9161-004-51926638-11 [5] и технологические инструкции ТИ к ТУ 9161-004-51926638-11, а также сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками [6], на которые получен патент РФ №2602629 [1]. Рецептуры сухих функциональных смесей представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Рецептуры сухих функциональных смесей

Наименование компонентов для смесей	Расход сырья для производства 100 кг смеси, кг		
	Для высококалорийных смесей	Для среднекалорийных смесей	Для низкокалорийных смесей
МОЛОЧНОЙ			
Молоко сухое	56,80	61,00	53,30
Ксантан	1,40	2,43	1,33
Гуар	–	–	5,30
Сахар – песок	24,00	20,70	22,80

Окончание табл. 1

Наименование компонентов для смесей	Расход сырья для производства 100 кг смеси, кг		
	Для высококалорийных смесей	Для среднекалорийных смесей	Для низкокалорийных смесей
Соль поваренная	17,00	14,60	16,20
Натрий двууглекислый	1,70	1,50	1,60
<b>ЯИЧНОЙ</b>			
Яичный порошок	57,30	65,90	63,90
Ксантан	1,45	2,25	1,06
Гуар	–	–	4,25
Сахар – песок	24,30	19,10	19,70
Соль поваренная	17,20	13,90	12,80
<b>ЯИЧНО-МОЛОЧНОЙ</b>			
Молоко сухое	28,10	30,80	29,40
Яичный порошок	28,10	30,80	29,40
Ксантан	1,40	1,23	1,17
Гуар	–	–	4,70
Сахар – песок	23,90	21,00	20,00
Соль поваренная	16,90	14,80	14,10
Натрий двууглекислый	1,70	1,50	1,41

На основе проведенных физико-химических и органолептических исследований более целесообразной является технологическая схема получения смеси сухой функциональной, состоящей из следующих операций: просеивание, дозирование рецептурных компонентов в заданных соотношениях, перемешивание, подготовка к реализации (рис. 1).

Сухие смеси, представляющие собой полуфабрикаты хлебопекарного производства, приготовленные на основе пшеничной муки или мучных композитных смесях и дополнительного сырья.

Нами предложена технология производства сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками для дрожжевого теста (рис. 2), состоящая из просеивания, дозирования сухой яично-молочной смеси в количестве 56,2–61,6 %, сахара (20,0–24,3 %) и соли (14,1–17,2 %). В качестве дополнительного сырья вводится ксантан (1,06–2,43 %) или гуар (4,25–5,30 %) и плодово-ягодные порошки (1,0–1,5 %). Полученная смесь порционируется и фасуется в бумажные пакеты. Хранение производится при температуре 20–23 °С в течение одного года [1]. Использование плодово-ягодных порошков в рецептурах сухих функциональных смесей для дрожжевого теста и показатели качества этих смесей приведены в табл. 2–6.

Образцы продукта, приготовленные по предложенной технологии и рецептуре (рис. 2), хранили при температуре +20 °С от 0 до 12 месяцев. Для контроля был исследован образец непосредственно после приготовления.

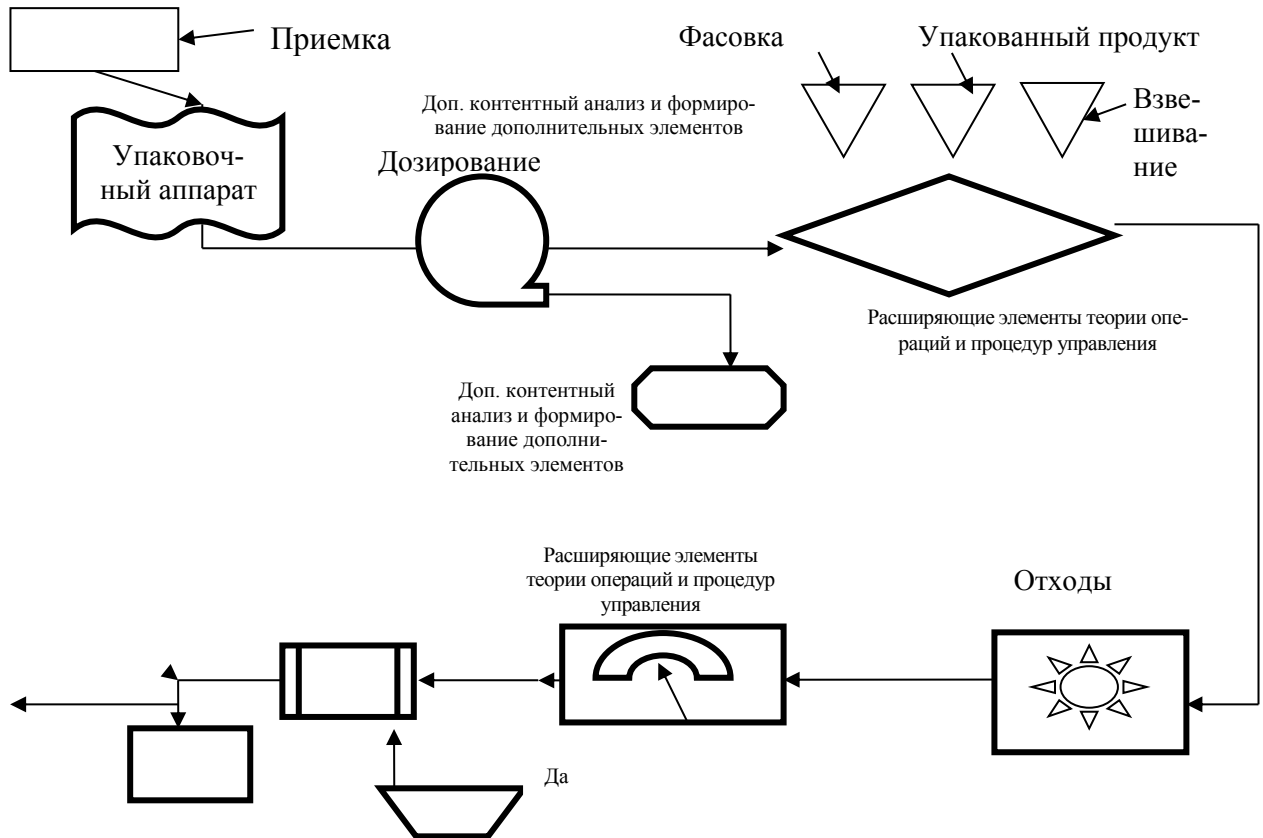


Рисунок 1 – Технологическая схема производства сухих функциональных смесей

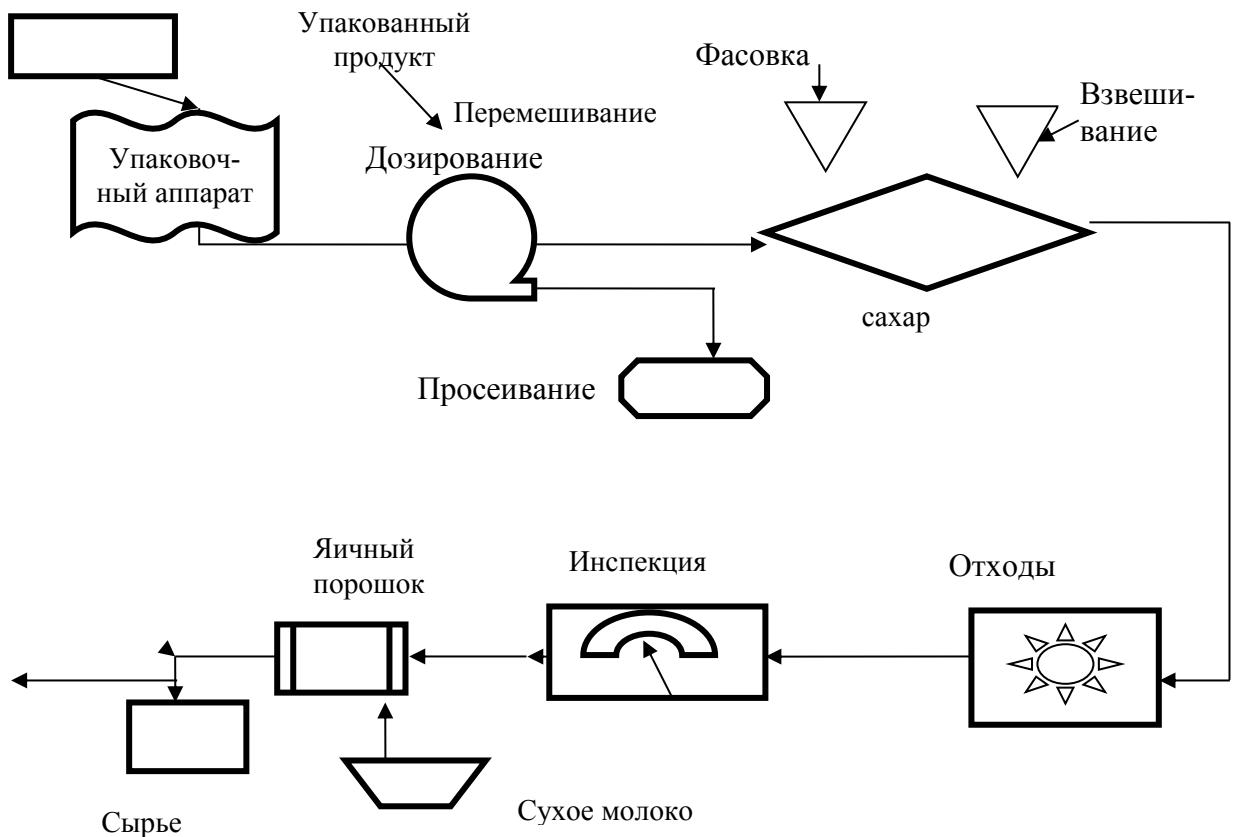


Рисунок 2 – Технологическая схема производства сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Установлено, что в процессе хранения в течение 12 месяцев в герметически упакованные в бумажные пакеты функциональные смеси изменений качества не наблюдалось.

Качество хлебобулочных изделий определялось по пробной лабораторной выпечке.

Таблица 2 – Использование плодово-ягодных порошков в рецептурах сухих функциональных смесей для дрожжевого теста

Наименование плодово-ягодных порошков	Концентрации сухих функциональных смесей		
	Молочной	Яичной	Яично-молочной
Порошок шиповника	Рецептура № 2 – 1,5 %	Используется как дополнительное сырье	Используется как дополнительное сырье
Порошок черно-плодной рябины	Используется как дополнительное сырье	Используется как дополнительное сырье	Рецептура № 6 – 1,0 %
Порошок крапивы	Используется как дополнительное сырье	Рецептура № 3 – 1,0 %	Используется как дополнительное сырье
Порошок бананов	Рецептура № 1 – 1,2 %	Используется как дополнительное сырье	Используется как дополнительное сырье
Порошок яблок	Используется как дополнительное сырье	Используется как дополнительное сырье	Рецептура № 4 – 1,5 %
Порошок моркови	Используется как дополнительное сырье	Рецептура № 5 – 1,2 %	Используется как дополнительное сырье

Результаты исследования микробиологических показателей качества приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Характеристика микробиологических показателей сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Наименование показателя	Наименование сухих функциональных смесей	Норма	Фактическое содержание в смесях сухих функциональных с плодово-ягодными порошками, мес.		
			0	3	12
Количество МАФАМ, КОЕ, в г	Молочные:				
	– для высококалорийных смесей	$6,0 \times 10^4$	$3,1 \times 10^2$	$5,4 \times 10^2$	$8,9 \times 10^2$
	– для средне калорийных смесей	$6,0 \times 10^4$	$3,2 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$	$9,2 \times 10^2$
	– для низкокалорийных смесей	$5,5 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$7,1 \times 10^2$

Окончание табл. 3

Наименование показателя	Наименование сухих функциональных смесей	Норма	Фактическое содержание в смесях сухих функциональных с плодово-ягодными порошками, мес.		
			0	3	12
	Яично-молочные: – для высококалорийных смесей	$3,3 \times 10^4$	$2,3 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$
	– для средне калорийных смесей	$3,0 \times 10^4$	$2,5 \times 10^2$	$4,4 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$
	– для низкокалорийных смесей	$3,0 \times 10^4$	$3,1 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$
БГКП (количества), в 1г	Смеси сухие функциональные	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода Сальмонелла, в 25 г	Смеси сухие функциональные	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Proteus, в 0,1 г	Яичная Яично-молочная	Не допускается	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Плесневые грибы, КОЕ	Смеси сухие функциональные	Не более 10	Отсутствуют	Менее 5	5

Результаты микробиологических исследований (табл. 3) свидетельствуют о том, что степень обсемененности при хранении в течение года соответствует СанПиН 2.3.2.1078-01, что позволяет производить сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками для длительного хранения [2, 3]. Результаты токсикологических исследований сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Токсикологические исследования сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Наименование сухих функциональных смесей	Массовая доля тяжелых металлов, мг/кг <sup>1</sup>					
	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Медь	Ртуть	Цинк
Норма для молочных, мг / кг	0,06	0,06	0,03	0,6	0,003	3,0
Молочные:						
– высококалорийные	0,02	Не обнаружены		0,32	Не обнаружены	1,38
– средне калорийные	0,02			0,31		1,22
– низкокалорийные	0,03			0,26		1,31



Окончание табл. 4

Наименование сухих функциональных смесей	Массовая доля тяжелых металлов, мг/кг <sup>1</sup>					
	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Медь	Ртуть	Цинк
Норма для яичных, мг / кг	1,8	0,06	0,32	9,6	0,06	128,0
<u>Яичные:</u>						
– высококалорийные	1,21	Не обнаружены		4,0	Не обнаружены	37,9
– среднекалорийные	0,99			3,5		41,3
– низкокалорийные	0,95			3,1		36,5
Норма для яично-молочных, мг / кг	0,12	0,012	0,16	4,4	0,05	60,0
<u>Яично-молочные:</u>						
– высококалорийные	0,06	Не обнаружены		2,1	Не обнаружены	32,5
– среднекалорийные	0,05			2,3		35,1
– низкокалорийные	0,06			2,6		36,2

Примечание<sup>1</sup> – фактическое содержание в смесях сухих функциональных, мг/кг

Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками хранили в сухом хорошо вентилируемом помещении с соблюдением санитарных правил, при относительной влажности воздуха 65–70 % и температуре 18–20 °С от 0 до 12 месяцев. Установлено, что в процессе хранения в течение 12 месяцев в герметически упакованные в бумажные пакеты функциональные смеси с плодово-ягодными порошками изменений качества не наблюдалось.

Таблица 5 – Физико-химические показатели сухих функциональных смесей с плодово-ягодными порошками

Наименование показателей	Наименование сухих функциональных смесей		
	Высококалорийных	Среднекалорийных	Низкокалорийных
Массовая доля влаги, %			
– молочных	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1
– яичных	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2
– яично-молочных	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Массовая доля белка, %			
– молочных	21,5 ± 1,0	23,1 ± 1,5	20,2 ± 1,0
– яичных	26,1 ± 1,2	29,6 ± 1,3	28,7 ± 1,4
– яично-молочных	23,7 ± 1,1	24,8 ± 1,2	24,2 ± 1,2
Массовая доля жира, %			
– молочных	0,66 ± 0,03	0,61 ± 0,03	0,53 ± 0,02
– яичных	23,83 ± 1,00	23,52 ± 1,15	21,31 ± 1,17
– яично-молочных	11,81 ± 0,51	11,3 ± 0,56	10,78 ± 0,56
Массовая доля сахара, %	24,0 ± 1,2	20,0 ± 1,0	20,6 ± 1,0

Окончание табл. 5

Наименование показателей	Наименование сухих функциональных смесей		
	Высоко-калорийных	Средне-калорийных	Низко-калорийных
Массовая доля золы, %:			
– молочных	20,10 ± 1,01	19,11 ± 0,89	18,17 ± 0,94
– яичных	20,30 ± 1,01	16,43 ± 0,82	15,82 ± 0,79
– яично-молочных	20,05 ± 1,00	17,30 ± 0,86	16,85 ± 0,84
Эмульгирующая емкость, % масла	78 ± 2	80 ± 3	82 ± 3
Стабильность эмульсии, %	99 ± 1	99 ± 1	99 ± 1
Вязкость суспензии, 10 <sup>-3</sup> Па*с	80...90	160...180	210...230

Таким образом, производство сухих функциональных смесей может быть реализовано именно предложенным способом с сохранением всех питательных и целебно-профилактических свойств и обладать при этом приятными вкусовыми качествами. Готовые хлебобулочные изделия, изготовленные с использованием данных смесей, могут быть рекомендованы для лечебного, профилактического и геронтологического питания [4, с. 163–188].

### Библиографический список

1. Патент РФ №2602629 Способ получения сухих функциональных смесей. Васюкова А. Т., Мошкин А. В., Пучкова В. Ф., Кирьянова Г. П. Охотников С. И., Кабанова Т. В. Заявка №2015127326, приоритет 07.07. 2015, зарегистрировано 26.10.2016.
2. Патент РФ №2683473Способ приготовления пищевых концентратов – полуфабрикатов мучных изделий повышенной пищевой и биологической ценности. Скрипко О.В., Стаценко Е.С. Заявка №2017138358, приоритет 02.11.2017, зарегистрировано 28.03.2019. (исправлю потом)
3. СП2.3.61079-01 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. – введ. 08.11.2001.
4. Теплов В. И. Функциональные продукты : учеб. пособие. – М.: А-Приор, 2008. – 240 с.
5. ТУ 9161-004-51926638-11 Смеси сухие функциональные. – Московская обл., г. Химки, 2011. – 10 с.
6. ТУ 9161-006-51926638-11 Порошки плодово-ягодные. – Московская обл., г. Химки, 2011. – 8 с.

## **Консервы из скумбрии японской как источники фосфолипидов и полиненасыщенных жирных кислот**

**Павловский А. М., Шульгина Л. В., Давлетшина Т. А., Павелъ К. Г.**  
(г. Владивосток, Тихоокеанский ФГБНУ "Всероссийский институт рыбного хозяйства и океанографии" (ТИНРО), e-mail: pavlovskas23@rambler.ru)

**Аннотация.** Результаты исследования липидов натуральных консервов из скумбрии японской показали, что одним из основных классов их являются полярные липиды – фосфолипиды. В составе жирных кислот липидов в консервах доля ПНЖК составляет 34,4 %, в том числе семейства омега-3 – 17,2 %. Высокое содержание фосфолипидов и ПНЖК в консервах обуславливает их использование в качестве диетического питания.

**Abstract.** The results of the study of lipids of natural canned food from *Scomber japonicus* showed that one of their main classes is polar lipids – phospholipids. In the composition of lipid fatty acids in canned food, the proportion of PUFA is 34.4 %, including the omega-3 family – 17.2 %. The high content of phospholipids and PUFAs in canned food determines their use as a diet.

**Ключевые слова:** скумбрия японская, консервы, состав липидов, жирные кислоты, фосфолипиды

**Key words:** *Scomber japonicus*, canned food, lipid composition, fatty acids, phospholipids

Запасы скумбрии японской *Scomberjaponicas*, обитающей в дальневосточных морях, позволяют ежегодно вылавливать ее в объемах не менее 130,0 тыс. т [1]. Скумбрия японская относится к группе жирных рыб, содержание жира в мышечной ткани в зависимости от биологического состояния может достигать 33,0 % [2]. Известно, что жирные рыбы являются ценным сырьем для получения продуктов с повышенным содержанием липидов, богатых полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), в том числе семейства омега-3 [3; 4]. Основные уловы скумбрии японской направляются на производство консервов, в том числе натуральных. Консервирование (стерилизация) является рациональным способом сохранения ценных рыбных липидов, так как в герметично укупоренных банках или пакетах под вакуумом в отсутствии кислорода исключается окисление и гидролиз липидов, исключается микробная порча и обеспечивается высокое качество продукта при хранении.

Известно, что пищевая и биологическая ценность любого жира определяется составом жирных кислот [5], среди которых наиболее значимыми для организма человека являются ПНЖК семейств омега-3 и омега-6. ПНЖК

для человека являются незаменимыми, так как их организм получает только с пищей [6]. Физиологическая потребность в них для взрослых людей составляет 1-2 % от калорийности суточного рациона [7]. Пониженное потребление их постепенно приводит к различным нарушениям гомеостаза и возникновению различных заболеваний и расстройств [8]. В этой связи актуальным является изучение состава липидов в продуктах из рыбы с высоким содержанием жира.

Целью настоящей работы явилось изучение липидного состава консервов натуральных из скумбрии японской.

Для получения консервов использовали мороженую скумбрию японскую из промышленных партий. Консервы изготавливали в соответствии с технологической инструкцией по производству натуральных рыбных консервов. Подготовленную рыбу и специи фасовали в предварительно промытые металлические банки № 6, масса нетто составляла 245 г. Банки герметично закатывали на вакуум-закаточной машине. Стерилизацию консервов проводили в автоклаве типа АВ при температуре 120 °С, продолжительность собственно стерилизации составляла 55 мин, при которой фактическая летальность достигала 8,4 усл. мин. После охлаждения водой банки консервов высушивали и проверяли на герметичность, помещали на хранение при комнатной температуре для дальнейших исследований.

Подготовку проб к анализу и определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 7636-85 "Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа". Для исследования фракционного состава липидов использовали метод тонкослойной хроматографии на аналитических пластинках "Sorbfil" ("Сорбполимер", Россия) в системе растворителей гексан:диэтиловый эфир:уксусная кислота – 70:30:2 (по объему) в качестве элюента. Для проявления хроматограмм применяли 10 %-й спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты с последующим нагреванием пластинок при 110 °С. Идентификацию отдельных классов липидов проводили методом сравнения с нанесенными на пластинку стандартными соединениями. Для количественного определения применяли программное обеспечение ImageJ (National Institute of Health, США, v.1.47) [9; 10].

Для определения состава ЖК общие липиды переводили в метиловые эфиры (МЭ) ЖК [11], которые, после очистки препаративной тонкослойной хроматографией, анализировали на хроматографе Shimadzu GC-16A (Япония)

с использованием капиллярной колонки Supelcowax™ 10 (30,0 м x 0,32 мм, толщина пленки 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190 °С и температуре инжектора и детектора 240 °С. В качестве газа-носителя использовали гелий, со скоростью потока 1 мл/мин и делителем потока 1/60. Идентификацию ЖК проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи. Содержание отдельных ЖК определяли по площадям пиков с помощью базы обработки данных Shimadzu Chromatorac C-R4A (Япония).

Исследования мышечной ткани скумбрии японской и изготовленных из нее консервов показали, содержание жира в них было сопоставимо и составляло  $16,2 \pm 0,8$  %.

Результаты исследования состава липидов в сырье и в натуральных консервах из скумбрии японской приведены в табл. 1. Показано, что фракционный состав липидов в мороженой и консервированной продукции из скумбрии японской практически идентичен. Основная доля липидов приходится на триацилглицериды. Установлено, что в сырье и в консервах содержание фосфолипидов составляет 8,4 % и 8,0 % от общей суммы липидов, соответственно. Рекомендуемая суточная норма потребления фосфолипидов для взрослого составляет 5,0 г [7]. При пересчете на 100 г консервов содержание фосфолипидов составило 1,3 г, что на 26 % обеспечивает суточную потребность организма человека в них. Следовательно, консервы из скумбрии японской представляют собой дополнительный источник эссенциальных фосфолипидов.

Таблица 1 – Сравнительный состав липидов мышечной ткани скумбрии японской и изготовленных из нее натуральных консервах

Классы липидов	Содержание, % от суммы липидов	
	В сырье	В консервах
Эфиры стеринов	1,20	0,2
Триацилглицериды	74,5	73,3
Свободные жирные кислоты	8,6	9,9
Стерины	5,2	5,7
Диацилглицериды	2,1	2,9
Фосфолипиды	8,4	8,0

При исследовании жирных кислот было установлено (табл. 2), что их состав в липидах мышечной ткани скумбрии японской и консервов из нее имел большое сходство. Преобладающими группами ЖК, как и в сырье, так и в консервах являлись моно- и полиненасыщенные.

Таблица 2 – Состав жирных кислот в мороженой скумбрии японской и в натуральных консервах

Наименование жирных кислот	Содержание жирных кислот			
	в сырой рыбе		в консервах	
	% от суммы ЖК	г/100 г мяса	% от суммы ЖК	г/100 г продукта
Насыщенные	26,15	4,23	28,52	4,62
Мононенасыщенные	37,37	6,05	36,11	5,08
Полиненасыщенные	36,48	5,90	34,41	5,50
∑ n-3	18,35	2,97	17,22	2,78
∑ n-6	3,03	0,49	2,83	0,45
∑ ЭПК+ДГК	18,30	2,96	17,1	2,77

При сравнении количества ЖК в сырой рыбе и натуральных консервах из нее установлено, что стерилизация при температуре 120 °С в течение 55 мин не вызвала значительных изменений в их составе ЖК. Содержание мононенасыщенных ЖК после тепловой обработки снизилось на 4,3 %, полиненасыщенных – на 6,3 %, при этом число насыщенных увеличилось на 9,0 %. Изменения состава ЖК связано с термогидролизом, при котором происходит разрушение двойных связей в их молекулах. Вместе с тем, в консервах из скумбрии японской сумма значимых ЖК для организма человека остается достаточно высокой.

Суточная норма потребления ПНЖК для человека составляет не менее 5,0 г, омега-3 ЖК – не менее 1,5 г [7]. При пересчете на порцию продукта количества ПНЖК, в том числе семейства омега-3 (сумма ЭПК и ДГК), установлено, что 100 г консервов из скумбрии японской позволяет удовлетворить суточную потребность организма взрослого человека в этих ценных липидах.

Таким образом, натуральные консервы из скумбрии японской являются богатым источником фосфолипидов и ПНЖК, в том числе семейства омега-3.

Особенности состава липидов и жирных кислот натуральных консервов из скумбрии японской обуславливают возможность их использования в качестве специализированных продуктов для диетического лечебного и профилактического питания.

### Библиографический список

1. Шунтов В. П., Темных О. С. Среднемноголетняя биомасса и диминирующие виды рыб в донных и придонных биотопах Охотского моря. Сообщение 2. Состав и количественное соотношение видов на свале глубин в раз-

ных районах промысла // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 193. – С. 20–32. DOI: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2018-193-20-32>.

2. Леванидов И. П. Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белка // Рыбное хозяйство. – 1968. – № 10. – С. 50–51.

3. Шульгина Л. В., Давлетшина Т. А., Павловский А. М. [и др.]. Консервы из сайры тихоокеанской – источник полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 // Известия ТИНРО. – 2017. – Т. 191. – С. 235–242. DOI: <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-235-242>.

4. Шульгина Л. В., Якуш Е. В., Давлетшина Т. А. [и др.]. Полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3 в продукции из дальневосточных рыб // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2017. – № 5(72). – С. 42–45. DOI: [10.5281/zenodo.1115456](https://doi.org/10.5281/zenodo.1115456).

5. Левачев М. М. Жиры, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды: биологическая роль и применение в профилактической и клинической медицине. Введение в частную микронутриентологию. – Новосибирск : Академиздат, 1999. – 284 с.

6. Bell M. V., Tocher D. R. Biosynthesis of polyunsaturated fatty acids in aquatic ecosystems: general pathways and new directions // Lipids in aquatic ecosystems / eds.: Kainz M., Brett M., Arts M. – Springer : New York, 2009. – P. 211–236.

7. МР 2.3.1.1915-04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 44 с.

8. Wall R., Ross R.P., Fitzgerald G.F., Stanton C. Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids // Nutrition Reviews. – 2010. – Vol. 68, Iss. 5. – P. 280–289.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00287.x>.

9. Laggai S., Simon Y., Ransweiler T. [et al.]. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // World Journal of Hepatology. – 2013. – Vol. 5, Iss. 10. – P. 558–567. DOI: <https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i10.558>.

10. Schneider C. A., Rasband W. S., Eliceiri K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nature Methods. – 2012. – Vol. 9, Iss. 7. – P. 671–675. DOI: [10.1038/nmeth.2089](https://doi.org/10.1038/nmeth.2089).

11. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography – a reappraisal // J. Chromatogr. – 1988. – Vol. 447 (2). – P. 305–314.

## **К вопросу разработки деликатесных рыбных консервов с использованием щадящего режима стерилизации**

**Сухова Т. А., Куранова Л. К., Гроховский В. А., Демид А. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологий пищевых производств, e-mail: kuranovalk@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** Создан новый вид "трёхчетвертных" консервов в масле с использованием подсушенного филе трески и мяса королевской креветки, особенностью которых являются щадящий режим стерилизации, аппетитный вид и оригинальный вкус продукта. Установлен рациональный 20-минутный режим ИК-подсушивания филе трески перед стерилизацией, определен фактический стерилизующий эффект нового продукта, равный 1,4 усл. мин.

**Abstract.** A new kind of "three-quarter" canned food in oil has been created using soot cod fillet and shrimp meat, a feature of which are the sparing sterilization regime, the delicious look and original taste of the product. The 20-minute mode of IR-drying of cod fillet before sterilization is set, the actual sterilizing effect of the new product is determined to be 1,4 m. min.

**Ключевые слова:** трёхчетвертные консервы, филе трески, королевская креветка, ИК-подсушивание, щадящий режим стерилизации

**Key words:** three-quarter canned food, cod fillet, royal shrimp, IR drying, sparing sterilization mode

В Мурманском государственном техническом университете разработан новый вид, так называемых, "трехчетвертных" консервов [1], особенностью которых является применение щадящего режима стерилизации при температуре 103 °С, оригинальная композиция белого мяса филе трески и розоватого в виде вкраплений мяса королевской креветки, что в комплексе с добавленным подсолнечным маслом придаёт продукту аппетитный вид и своеобразный изысканный вкус. Состав продукта гармонично сочетается по белковому и липидному составу, что, безусловно, должно способствовать улучшению усвояемости продукции.

Поисковыми экспериментами был установлен наиболее приемлемый ингредиентный композиционный состав нового вида консервов "Морское созвездие", который из расчёта на 1 физическую банку № 2 (масса нетто 160 г) включал подсушенное филе трески (100 г), мясо варёно-мороженой креветки (30 г), масло подсолнечное (27 г), поваренную соль (2,4 г).

В следующей серии экспериментов оптимизировался режим подсушивания размороженного зачищенного порционированного филе трески с ис-



пользованием лампы ИК-нагрева. Варьировали длительность нагрева от 10 до 20 минут с шагом 5 минут при постоянном расстоянии источника излучения до поверхности филе, которое составляло 10 см. Выбор режима проводили с учётом потерь сырья и органолептической оценки качества подсушенного полуфабриката. Потери рыбы на стадии ИК-подсушивания составили: при продолжительности ИК-нагрева 10 мин – 9,88 %; при продолжительности 15 мин – 17,35 %, при продолжительности 20 мин – 23, 54 %.

В процессе визуальной оценки полуфабриката – подсушенных образцов филе трески было установлено, что наилучшие органолептические признаки, характеризующие его качество, выявлены у полуфабриката после 20-минутного ИК-нагрева. Куски филе имели ярко-белый цвет, приятный запах варёной рыбы, мясо рыбы проварено, консистенция – плотная. Образцы полуфабриката после 10-ти и 15-минутного ИК-подсушивания имели несколько худшие органолептические показатели (мясо рыбы не совсем проварено, ощущается запах сырости). Кроме того, более низкий процент потерь рыбы после ИК-подсушивания даёт основание полагать, что при последующей стерилизации в консервах вероятен повышенный водный отстой. Однако окончательный вывод о приемлемости режима ИК-нагрева филе трески можно сделать только после изготовления и оценки качества готовой продукции (консервов).

Следующим этапом исследования явилось изготовление нового вида трёхчетвертных консервов на основе полученных данных по их композиционному составу, с использованием полученных результатов предварительных исследований по продолжительности ИК-нагрева, а также установление фактического стерилизующего эффекта. Консервы "Морское созвездие" изготавливали следующим образом. Филе трески подвергали размораживанию, мойке, зачистке, мойке, стеканию влаги, порционированию, ИК-подсушиванию в течение 10, 15 и 20 мин, фасованию в жестяные банки № 2. Креветки королевские подвергали размораживанию, отделяли панцирь от мяса, промывали, подвергали стеканию и размещали в банке между кусочками филе трески. Затем вводили растительное масло, сухую поваренную соль, герметизировали, закатанные банки подвергали мойке, стерилизации паром по формуле 5-15-90-20/103 °С, охлаждению и выстойке в течение 11–15 суток.

Изготовленные образцы консервов "Морское созвездие" подвергали органолептической оценке качества дегустационной комиссией в составе 9 чел.

по 20-бальной шкале, данные сенсорных исследований составили: при продолжительности ИК-подсушивания 10 мин – 17,1 баллов; при продолжительности ИК-подсушивания 15 мин – 17,3 баллов; при продолжительности ИК-подсушивания 20 мин – 18,6 баллов.

Анализ данных свидетельствует о том, что наиболее высокую органолептическую оценку консервов "Морское созвездие" получил продукт, в процессе изготовления которого применяли двадцатиминутный режим подсушивания (18,6 балла, хорошее качество, близкое к отличному).

Предварительно определяли величину водного отстоя в масле в консервах разной продолжительности подсушивания в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 20221-90 [2]. Результаты исследования следующие: величина водного отстоя в масле в образцах консервов при продолжительности ИК-нагрева 10 мин составила 22,61 %, при 15-минутном нагреве – 20,6 %, при 20-минутном – 14,5 %. Эти данные свидетельствуют о том, что величина водного отстоя в изготовленных консервах "Морское созвездие" только при продолжительности ИК-подсушивания 20 мин ниже предельного значения по этому показателю (15 %), которое регламентируется требованиями ГОСТ для традиционных консервов в масле.

Таким образом, для последующих экспериментов был выбран режим ИК-подсушивания продолжительностью 20 мин, расстояние от лампы до филе рыбы – 10 см, и именно его решено использовать в дальнейшем, как базовый при изготовлении образцов консервов "Морское созвездие".

Консервы стерилизовали в щадящих условиях при температуре 103 °С в течение 90 минут. Экспериментальным путём с помощью прибора "Эллаб" определён стерилизующий эффект стерилизации консервов по режиму 5-15-90-20/103 °С 0,14 МПа, который составил  $F = 1,4$  усл. мин.

Это несколько выше рекомендуемых значений стерилизующего эффекта для трёхчетвертных консервов, но значительно ниже полных консервов.

В связи с тем, что данные консервы не относятся ни к одной группе консервов, представленных в нормативной документации ТР ЕАЭС 040/2016, было решено исследовать, изготовленные образцы по показателям микробиологической безопасности по нормативам относящимся к консервам групп А. Изготовленные образцы консервов после выстойки были подвергнуты микробиологическим исследованиям на наличие в продукции бактерий группы кишечных палочек (БГКП); *Staphylococcus aureus*; сульфитредуцирующих

кlostридий; сальмонелл; спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов групп *B.subtilis*, *B.cereus* и *B.polymyxa*; мезофильных кlostридий; *C. botulinun* и *C. perfringeens*; мезофильные кlostридии, спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний по микробиологическим показателям 3/4 консервов

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	НД на метод определения	Результат испытаний
1	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), в 1,0 г	ГОСТ 31747-2012	не обнаружены
2	<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1,0г	ГОСТ 31746-2012	не обнаружены
3	Сульфитредуцирующие кlostридии, в 1,0 г	ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003)	не обнаружены
4	Сальмонеллы, в 25 г	ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)	не обнаружены
5	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы <i>B.subtilis</i> в 1,0 г	ГОСТ 30425-97	не обнаружены
6	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы группы <i>B.cereus</i> и (или) <i>B.polymyxa</i> в 1,0 г	ГОСТ 30425-97	не обнаружены
7	Мезофильные кlostридии <i>C.botulinun</i> и (или) <i>C.perfringeens</i>	ГОСТ 30425-97	не обнаружены
8	Спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	ГОСТ 30425-97	не обнаружены

Результаты исследований свидетельствуют о том, что по показателям микробиологической безопасности консервы "Морское созвездие", соответствую требованиям, предъявляемым к полным консервам, а по органолептическим свойствам, практически, безупречны. Таким образом, подтверждена целесообразность продолжения данной научной работы с целью внедрения её результатов в промышленное производство.

#### **Выводы.**

1. Разработан новый вид "трёхчетвертных" консервов в масле с использованием подсушенного филе трески и мяса креветки – "Морское созвездие" Особенностью созданных консервов являются щадящий режим стерилизации и сочетание белого мяса филе трески, розового мяса королевской креветки и растительного масла, что придаёт аппетитный вид и оригинальный вкус продукту.

2. Научно обоснован и экспериментально установлен наиболее рациональный режим ИК-подсушивания филе трески при изготовлении консервов "Морское созвездие" продолжительностью 20 мин.

3. Определен фактический стерилизующий эффект нового вида трёхчетвертных консервов, равный 1,4 усл. мин.

4. Установлена безопасность стерилизованного продукта "Морское созвездие" по микробиологическим показателям.

5. Обоснована целесообразность продолжения данной научной работы с целью внедрения её результатов в промышленное производство.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и образования Российской Федерации, проект 15.11168.2017/8.9*

### **Библиографический список**

1. Сухова Т. А., Гроховский В. А. Куранова Л. К. Трёхчетвертные консервы из филе трески подсушенного и мяса креветки с добавлением растительного масла // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 25 апреля 2018 г. : в 2 ч. Ч. 2. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. – С. 224–231.

2. ГОСТ 20221-90 Консервы рыбные. Метод определения отстоя в масле. М.: Стандартинформ, 2010, С. 140–142.

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ГЕОЛОГИИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА  
И ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

## Совершенствование установки первичной подготовки нефти

**Буханцова С. А., Хабибрахманова О. В., Попов С. В.** (г. Новокуйбышевск, филиал ФГБОУ ВО "Самарский государственный технический университет" в г. Новокуйбышевске, кафедра химии и химической технологии, e-mail: *cathedra@mail.ru*)

**Аннотация.** На примере двух месторождений Оренбургской области был проведен анализ характеристик нефти. В результате проведенных исследований было установлено, что аппаратное оформление установок первичной подготовки нефти функционально связано с физико-химическими характеристиками исходной нефти.

**Abstract.** The analysis of oil characteristics was carried out on the example of two fields of the Orenburg region. Because of the conducted researches, it was established that hardware registration of installations of primary preparation of oil is functionally connected with physical and chemical characteristics of initial oil.

**Ключевые слова:** электрообессоливающая установка, ЭЛОУ, водонефтяная эмульсия, обезвоживание и обессоливание нефти, физико-химические характеристики нефти

**Key words:** Electric desalting plant, ELOU, water-oil emulsion, dehydration and desalting of oil, physical and chemical characteristics of oil

Лидирующая позиция процессов добычи, подготовки и переработки нефти в мировой экономике обусловлена тем, что нефть является основным источником энергоносителей. В настоящее время нефть служит сырьем для выработки моторных топлив, масел и смазок, а также котельных топлив и битумов.

Производство энергоносителей из углеводородного сырья основано на подготовке и переработке нефти.

Нефти Оренбургской области легкие, с незначительной вязкостью, малосернистые, малосмолистые, парафинистые. Они состоят из керосиновых и дизельных фракций. Углеводороды нефтяного ряда с такими свойствами наблюдаются в южных районах Оренбургской области. Образование подобной нефти связано с миграцией углеводородов с седиментационными водами из Прикаспийской впадины и Предуральского краевого прогиба в сторону Соль-Илецкого свода. Можно отметить, что на территории Оренбургской нефтегазоносной области в подсолевом нефтегазоносном комплексе нефти имеют незначительное отличие в физико-химическом составе.

Тем не менее, даже незначительные различия физико-химических свойств нефти играют важную роль в принятии проектных и технологических решений процессов добычи и транспортировки нефтяных углеводородов и продуктов их переработки.

Для анализа физико-химических свойств нефтей выбраны несколько месторождений, приуроченных к различным геоструктурным элементам Оренбургской нефтегазоносной области, в частности к таким месторождениям отнесены Покровская и Сорочинско-Никольская группы [1].

Подготовка нефтей к переработке, осуществляющаяся на блоке ЭЛОУ, является важнейшим условием обеспечения работы установки первичной переработки нефти и получения качественных фракций для дальнейшей их переработки или смешения.

К нефтям после ЭЛОУ в настоящее время предъявляют жесткие требования по содержанию воды (от 0,1 % мас. до отсутствия) и хлористых солей (не более 100 мг/дм<sup>3</sup>). Кроме того, эффективность работы ЭЛОУ оценивается по степени удаления механических примесей состоящих из коллоидных загрязнений и металлов.

Обычно подготовку нефтей в две ступени применяют при переработке достаточно легких нефтей типа 0, 1 и 2 по плотности по ГОСТ Р 51858-2002 [2] и в три – четыре ступени при переработке тяжелых нефтей типа 3 и 4 по плотности.

**Покровская нефть.** Число электродегидраторов на каждой ступени определяют исходя из производительностей одного электродегидратора и блока ЭЛОУ по сырью.

Объемная производительность блока ЭЛОУ по нефти рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{G_2}{\rho^{20} \cdot \tau}, \quad (1);$$

где  $G_2$  – мощность проектируемой установки, кг/г;

$\rho^{20}$  – плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau$  – время работы установки, ч (продолжительность работы установки принимается равной 335 суток).

Численное значение  $W$ :

$$W = \frac{10 \cdot 10^9}{877,7 \cdot 335 \cdot 24} = 1417,1 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (2)$$

Примем к установке электродегидраторы 2ЭГ-200-10 производительность которого 480 м<sup>3</sup>/ч. В таком случае число электродегидраторов, которые следует установить на одной ступени обессоливания, составит

$$N = \frac{1143,1}{480} = 2,95.$$

Для подготовки Покровской нефти принимаем количество электродегидраторов на одной ступени – три.

Данная нефть является тяжелой по плотности – тип 3, по концентрации хлористых солей – группа 3 в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 [2].

Такую нефть на ЭЛОУ перерабатывают в три ступени.

**Сорочинск-Никольская нефть.** Объемная производительность установки по нефти составляет:

$$W = \frac{10 \cdot 10^9}{846,6 \cdot 335 \cdot 24} = 1469,1 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Примем к установке электродегидраторы 2ЭГ-200-10, производительность которого 500 м<sup>3</sup>/ч. В таком случае число электродегидраторов, которые следует установить на одной ступени обессоливания, составит

$$N = \frac{1469,1}{500} = 2,94.$$

Для Сорочинск-Никольской нефти принимаем количество электродегидраторов на одной ступени – три.

Данная нефть является легкой по плотности – тип 1, по концентрации хлористых солей – группа 2 в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 [2].

Такую нефть на ЭЛОУ перерабатывают в две ступени.

На основании полученных результатов был осуществлен подбор аппаратного оформления ЭЛОУ в зависимости от физико-химических свойств нефти.

### **Библиографический список**

1. Мязина Н. Г., Кузьмина В. В. Сравнительная характеристика свойств нефти месторождений Оренбургской области // Вестник Пермского университета. Геология. – 2015. – №3(28). С. 57–64.

2. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2).



# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

## Особенности мониторинга промышленного освоения арктических ресурсов

**Агарков С. А., Козьменко С. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра экономики и управления морехозяйственной деятельностью, e-mail: agarkovsa@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** Актуальность проблемы подтверждается интенсивным поиском отечественными и зарубежными исследователями таких способов организации хозяйственной деятельности, которые позволили бы достичь приемлемых экологических стандартов освоения регионального пространства Арктики при достижении условий долговременного устойчивого развития. В работе определены основные методологические особенности, которые необходимо учитывать при организации экологического мониторинга процесса промышленного освоения энергетических ресурсов в Арктике.

**Abstract.** The relevance of the problem is confirmed by an intensive search by domestic and foreign researchers for such ways of organizing economic activity that would allow achieving acceptable environmental standards for the development of the regional space of the Arctic while achieving long-term sustainable development conditions. The paper identifies the main methodological features that must be considered when organizing environmental monitoring of the industrial development of energy resources in the Arctic.

**Ключевые слова:** промышленное освоение, экологическая безопасность, экологический мониторинг, окружающая среда, энергетические ресурсы

**Key words:** industrial development, environmental safety, environmental monitoring, environment, energy resources

Повышение активности промышленного освоения углеводородов Арктического шельфа актуализируют проблему организации современной системы экологического мониторинга. Обеспечение экологической безопасности становится крайне актуальным для арктических морей из-за их высокой уязвимости.

Изменение климата в Арктике, наряду с развитием новых технологий, формируют благоприятные тенденции для социально-экономического развития территорий, но именно они со временем окажут негативное воздействие. А реализуемые приарктическими странами программы освоения морских пространств будут иметь как экономические, так и экологические последствия для всего мирового сообщества.

Проведенные исследования современного состояния окружающей среды и биоразнообразия в районах промышленного освоения на примере Баренцево-морского шельфа с использованием утвержденных методов экологи-

ческого мониторинга уже на данном этапе показали, что используемые методы мониторинга недостаточны для полной оценки современного состояния окружающей среды и биоразнообразия в районах промышленного освоения арктического шельфа [1].

Формирование системы экологического мониторинга территорий арктической зоны требует разработки единой информационной системы экологического мониторинга территорий Арктической зоны, что во многом становится возможным благодаря развитию новейших компьютерных технологий, цифровизации различных процессов хозяйственной деятельности, развитию облачных технологий для хранения значительных объемов информации.

Важнейшим инструментом, и необходимым условием возможности согласования противоречивых интересов освоения Арктического региона является использование инновационных технологий, которые за счет модернизации и повышения эффективности производства делают возможным развитие территорий Арктической Зоны при сохранении экологии [2]. Экологическая безопасность объектов нефтегазового комплекса на шельфе, к которым относятся инженерные сооружения для добычи углеводородов и сопутствующая им транспортная инфраструктура, в значительной мере обеспечивается формированием эффективной системы контроля за состоянием природной среды, ее изменениями под влиянием природных и техногенных факторов. Рост антропогенной нагрузки на шельфы, требует установления жесткого и надежного контроля за состоянием природной среды не только в районах техногенной деятельности, но и на более широких площадях, так как нарушения состояния природной среды имеет более широкие границы, нежели границы лицензионных участков.

Системный подход к решению проблемы экологического мониторинга должен базироваться на комплексном подходе, включая юридическую, информационную основы и компьютерные технологии, предусматривающие сбор, систематизацию информации и ее анализ. Однако этому препятствует ряд барьеров, которые необходимо устранить для организации эффективной системы мониторинга.

1. Неполнота корпоративных нормативных документов. Поскольку действующее законодательство не обеспечивает полноту правового регулирования, компании, ведут работы, ориентируясь на документы корпоративного уровня. (Например, ОАО "Газпром" разработаны: СТО Газпром 2-1.19-275-2008

"Охрана окружающей среды на предприятиях ОАО "Газпром". Производственный экологический контроль. Общие требования", СТО Газпром 2-1.19-415-2010 "Охрана окружающей среды на предприятиях ОАО "Газпром". Экологический мониторинг. Общие требования".) Такие документы разработаны в основном для объектов на суше, без учета специфики нефтегазодобычи на Арктическом шельфе (удаленность, уязвимость, отсутствие инфраструктуры, наличие ледового покрытия и короткого светового дня). Корпоративные документы преимущественно ориентированы на достижение целей и задач компании, не ставят своей задачей учет и компенсацию всех отрицательных внешних эффектов и не могут быть в полной мере применимы в данных условиях.

2. Отраслевой подход к освоению природных ресурсов. Исторически сложившийся отраслевой подход к освоению природных ресурсов в настоящее время изжил себя и не подходит для освоения природных ресурсов Арктики. При современном уровне разделения труда невозможно в рамках одной отрасли, или одной корпорации, решить все проблемы обеспечения экологической безопасности производства.

3. Отсутствие комплексного подхода к проблеме осуществления мониторинга Арктической зоны. Необходимость комплексного рассмотрения проблема освоения Арктической зоны РФ неоднократно обосновывалась [3]. В настоящее время Арктическая зона РФ не рассматривается ни как единый субъект единой информационной системы экологического мониторинга, ни как единый субъект хозяйствования. Мониторинг осуществляет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Деятельность Росгидромета организована по субъектам РФ, в настоящий момент действуют соглашения о межведомственном сотрудничестве Росгидромета с правительствами 77 субъектов Российской Федерации. В настоящее время Единая система мониторинга обстановки (частично включая экологию) строится в рамках Объединенного стратегического командования (ОСК) "Северный флот". Зона ответственности ОСК включает акватории арктических морей и побережье.

Темпы роста освоения Российской Арктики во многом опережает рост активности в сфере организации экологического мониторинга как текущего положения дел в целом, так и среды обитания регионального морского пространства. Выделим основные методологические особенности, которые необ-

ходимо учесть при организации экологического мониторинга при освоении пространств Российской Арктики.

### **Столкновение экономических интересов**

Кроме вызванных экономическим ростом негативных последствий на окружающую среду, интенсификация освоения пространств Арктики провоцирует рост числа возможных конфликтных экологических ситуаций вследствие столкновения разнонаправленных экономических интересов отдельных хозяйствующих субъектов при обеспечении доступа к ограниченным ресурсам. Таким образом, формирование системы мониторинга, выявление и научное обоснование взаимосвязей при формировании институциональной системы доступа к ресурсам и состоянием среды обитания Арктики становится не только экологической, но и серьезной экономической проблемой. Согласование противодействующих интересов возможно путем привлечения инструментов государственного регулирования, обеспечивающего комплексный подход к освоению природных (энергетических) ресурсов Российской Арктики [4].

### **Рост технологических рисков**

Рост геополитической и экономической активности в Арктике в эпоху глобального потепления привел к возрастанию экологических и технологических рисков. Добыча и транспортировка углеводородного сырья так же сопряжена с высокой вероятностью аварий и катастроф. Согласно [5] около 36 % общего числа аварий происходит из-за потери устойчивости, поврежденных и разрушений конструкций, около 7 % в результате тяжелых погодных условий, причины более чем 20 % аварий остаются неизвестными. Комплекс мер, направленный на противодействие росту рисков, требует длительных экологических наблюдений, сбора больших массивов данных и новых информационных продуктов, которые смогут помочь операторам не только следить за текущей обстановкой, но и оперативно оценивать риски возникновения чрезвычайных ситуаций. Не менее важной задачей является оперативное информирование ответственных организаций и населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации или бедствия.

### **Учет требований международных стандартов и норм**

Обязательные соглашения Арктического Совета по поиску и ликвидации разливов нефти указывают на необходимость создания эффективной международной системы реагирования в чрезвычайных ситуациях. Арктиче-

ский Совет состоит из ряда рабочих групп, среди которых следует отметить рабочую группу по предупреждению, готовности и ликвидации чрезвычайных ситуаций (EPPR), а так же рабочую группу по защите арктической морской среды (РАМЕ). Задача EPPR включает защиту экологической среды Арктики от рисков аварийных выбросов различных загрязняющих веществ и ликвидацию катастроф, возникающих в результате этих выбросов. Группа РАМЕ представляет собой координационный центр Арктического Совета, деятельность которого связана с защитой и рациональным использованием морского пространства Арктики. Деятельность этих групп могла бы послужить основой для координации действий соответствующих национальных организаций в пределах всего пространства Арктики.

### **Необходимость формирования системы оперативного реагирования**

Отдельной проблемой является протяженность Арктической зоны РФ и морского побережья, при недостаточном уровне развития или полном отсутствии транспортной инфраструктуры. Следовательно, территории Арктики, которые могут подвергнуться катастрофическому воздействию, не имеют систем защиты и инфраструктуры реагирования.

### **Высокий уровень нагрузки на экологию при освоении углеводородов**

Негативное воздействие на морские организмы и экосистемы Арктики начинается уже на этапе геолого-геофизических исследований. В 2017 г. по данным федерального агентства по недропользованию "Роснедра" объявлено 130 аукционов и конкурсов на разработку углеводородов, состоявшимися признаны 45 %, в результате выдано 816 лицензий на пользование недрами. По данным Сводного государственного реестра участков недр и лицензий на шельфе арктических морей выдано около 130 лицензий на геологическое изучение, разведку и добычу углеводородного сырья в районе континентального шельфа. Последующие этапы и операции разведки, а в дальнейшем добычи и транспортировки углеводородов, которые сопровождаются сбросом жидких и твердых отходов, негативно воздействуя на среду обитания биоресурсов, только усилят негативные воздействия на среду обитания [6].

### **Проблема утилизации отходов при освоении Арктики**

Поскольку Арктика, как единое целое не выделяется, собрать и оценить объемы использования, обезвреживания, транспортировки и размещения отходов непосредственно по Арктической зоне РФ представляется достаточно сложным. Наибольший объем отходов за 2017 был образован на террито-

рии Мурманской области, республики Якутия (Саха) и Красноярского края. Максимальное размещение отходов на собственных объектах за рассматриваемый период наблюдались так же в Мурманской области и республике Якутия (Саха). Отходы возросли (конец 2017 г.), главным образом, в Чукотском автономном округе (1,7 раза), в Архангельской области и республике Карелия (1,2 раза).

Таким образом, проблема организации экологического мониторинга процесса промышленного освоения энергетических ресурсов в Арктике – это комплексная проблема, решение которой невозможно без применения современных инновационных и компьютерных технологий.

На основании вышеизложенного, выделим приоритетные задачи, которые необходимо решить для организации экологического мониторинга освоения энергетических ресурсов Российской Арктики:

– законодательное выделение Арктической зоны РФ, побережья, морского и океанического пространства, включая острова, как единых целостных объектов экологического мониторинга. То есть при проведении экологического мониторинга следует разделять континентальное и морское (океаническое) пространство;

– приведение в соответствие и доработка единой нормативно-правовой базы, регулирующей проблемы освоения Арктики, в том числе регионального морского пространства;

– формирование единого центра сбора и поступления информации из различных источников об экологическом состоянии арктического пространства;

– формирование прозрачной открытой системы информации о данных экологического мониторинга пространства Арктики с использованием новых возможностей цифровой экономики.

### **Библиографический список**

1. Агарков С. А., Матвишин Д. А. Влияние экономической деятельности Арктического региона на безопасность среды обитания водных биологических ресурсов // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. № 3 (105). С. 55–62.

2. Череповицын А. Е., Липина С. А., Евсева О. О. Инновационный подход к освоению минерально-сырьевого потенциала Арктической зоны РФ // Записки Горного института. – 2018. – Т. 232. – С. 438–444. DOI: <https://doi.org/10.31897/pmi.2018.4.438>.

3. Матвишин Д. А. Особенности морской транспортировки арктического антрацита // Материалы IX Международной научно-практической конференции "Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения". – Апатиты, 24–28 сентября 2018 г. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2018. – С. 21–22.

4. Калашник Н. А. О социально-экономических последствиях аварий при шельфовой нефтегазодобыче // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2013. – № 2 (13). – С. 22–25.

5. Мурманская область в XXI в.: тенденции факторы и проблемы социально-экономического развития = The Murmansk region: in the XXI century: tendencies, factors and challenges of socio-economic development : [коллективная монография] / Барашева Т. И. [и др.] ; науч. ред. В. Т. Калининков. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2009. – 192 с.



## Оценка улучшения роста растений

### при внесении в почву вермикомпостов на основе осадков сточных вод

**Александрова А. А., Яшкина А. А., Михник Е. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail:anna\_yashkina@mail.ru)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены компосты и вермикомпосты, полученные на основе осадков сточных вод (ОСВ). В рецептуры компостируемых смесей входят различные компоненты, являющиеся органическими наполнителями. Проведено фитотестирование почвенных смесей, полученных при добавлении вермикомпостов, в котором были рассмотрены основные морфофизиологические параметры тест-культур (длина и масса надземной части).

**Abstract.** Composts and vermicomposts which production is based on wastewater sludge are discussed in this paper. The compounding of composting mixes include different components such as organic fillers. A phytotesting of soil mixtures obtained by adding vermicomposts was carried out, the main morphophysiological parameters of the test cultures (length and weight of the aerial part) were considered.

**Ключевые слова:** вермикомпостирование, вермикомпосты, фитотестирование, тест-культуры

**Key words:** composting, worm composting, compost, vermicompost, phytotesting, test cultures

В соответствии с ГОСТ Р 54534-2011 "Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель" [1] дается определение следующим терминам:

Осадки сточных вод – группа отходов, образующихся на сооружениях механической, биологической и физико-химической очистки поверхностных и подземных вод, сточных вод поселений и близких к ним по составу производственных сточных вод.

На практике часто применяется компостирование ОСВ и других коммунальных отходов или заменяющими их веществами (навоз, торф, опилки, древесная кора, биомасса растений, глины). Готовый компост представляет собой сыпучий продукт с высоким содержанием питательных веществ в усвояемой для растений форме.

В условиях ограничения сырья для производства минеральных удобрений, в первую очередь фосфорных, ОСВ являются потенциальным резервом элементов питания и решением проблем накопления ОСВ и дефицита удобрений.

Компостирование – биотермический процесс разложения органических веществ ОСВ, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов

с целью обеззараживания, снижения влажности, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрения. Аэробный процесс сопровождается выделением теплоты с саморазогреванием компостируемой массы и испарением влаги.

В последние годы мировая наука земледелия все чаще обращается к использованию биологических технологий для повышения плодородия почв и получения экологически чистой продукции. В основе метода лежит переработка отходов с помощью дождевых червей – вермикультуры. Данная технология рассматривает любые органические отходы как питательный субстрат, который с помощью вермикультуры можно быстро трансформировать с одной стороны – в полноценный белок животного происхождения (биомасса вермикультуры), пригодный для корма животным, птицам, рыбе; а с другой стороны – в экологически чистое органико-минеральное удобрение – биогумус, равных которому сегодня не существует, и который востребован в мире. Биогумус содержит до 12 % гумуса, на 70–75 % он состоит из продуктов жизнедеятельности вермикультуры. Биогумус (вермикомпост) – уникальное микробиологическое удобрение, в котором обитает полезное сообщество почвенных микроорганизмов, создающих плодородие земель [2].

Вермикомпост – это продукт, получаемый из органических отходов, подвергнутых физико-химической, биохимической и микробиологической трансформации в кишечнике дождевых червей [3].

Вермикультура поглощает пищу, переваривает ее, выделяя вместе с капролитами большое количество собственной кишечной микрофлоры, ферментов, витаминов, которые обладают антибиотическими свойствами и препятствуют развитию патогенной микрофлоры, выделению зловонных запахов, обеззараживают питательный субстрат [4]

#### **Объект исследования**

Объектом исследования являлись вермикомпостные смеси. В качестве испытуемого материала использовали первичный осадок сточных вод из канализационно-очистных сооружений (КОС) – нп. Мурмаши-3, ул. Причальная. Состав вермикомпостных смесей представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Состав первичных компостных смесей

<b>Компост</b>	<b>Объемное соотношение компонентов смеси</b>
Л	ОСВ: листья = 1 : 1
О	ОСВ: опилки древесные = 1 : 1
Б	ОСВ: бумага канцелярская = 1 : 1
С	ОСВ: сено луговое разнотравье = 1 : 1

### **Схема эксперимента**

Предварительное компостирование способствует улучшению физических свойств субстрата, снижает неприятный запах и способствует гомогенизации смеси. Поскольку, согласно имеющимся научным данным, внесение червей непосредственно в ОСВ, является нецелесообразным и пагубным для данных биологических объектов, для исследования были заготовлены предварительные компостные смеси. Состав первичных компостных смесей представлен в табл. 1. Данные компосты "созревали" в течение 62 дней. В период созревания компоста производилось его механическое перемешивание с помощью пластиковых лопаток. На данном этапе субстрат имел резкий запах и достаточно высокую влажность (85–90 %), данные параметры снижались с течением времени.

По истечению двух месяцев можно отметить улучшение физических свойств субстрата, структура приобрела более гомогенный характер, запах и влажность значительно снизились, цвет от насыщенно черного перешел в темно-серый. Каждый имеющийся из четырех образцов компостных смесей с различными наполнителями было разделено в равных количествах на 2 части. Дождевые черви занесены в каждый образец компостов в количестве 10 особей в каждую смесь.

Процесс компостирования продолжался в течение еще 60 дней, общий период компостирования составил – 122 дня. После разделения компостных смесей и внесения дождевых червей, каждые две недели черви извлекались из компоста, во избежание получения травм при перемешивании компоста и его орошении.

Через 60 дней процесса вермикомпостирования отмечено, что улучшилась структура исходного субстрата, неприятный запах полностью отсутствует, смеси приобрели более рыхлую структуру.

### **Результаты и выводы**

В ходе исследовательской работы были заготовлены вермикомпостные смеси, после чего проведено фитотестирование полученных смесей. Фитотестирование считается эффективным методом определения потенциальной опасности химического, физического или биологического воздействия на природные среды. Принцип фитотестирования в широком смысле основан на чувствительности живых организмов к экзогенному воздействию. Суть метода заключается в определении действия испытуемых веществ на специально выбранные организмы в стандартных условиях с регистрацией различных поведенческих, физиологических или биохимических тест-реакций.

Фитотестирование как метод оценки плодородия почв используется давно для определения качества семян, плодородия почв сельхоз угодий, но в целях оценки экологического качества почв используется относительно недавно. Однако на данный момент в реестре природоохранных нормативных документах (ПНД Ф) нет метрологически аттестированных (стандартизированных) методик фитотестирования.

В ходе выполнения фитотестирования были получены данные о массах и длинах надземной часть растений тест-культур "овес" и "редис". Стебель тест-культур извлекался, взвешивался и сканировался, полученные изображения заносились в компьютер. Далее они обрабатывались с помощью системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD – производится замер длины побегов, масса надземной части взвешивается на аналитических весах.

За контроль в каждом анализе были приняты результаты исследования почвогрунта торфяного.

По результатам фитотестирования "экспресс-тест", можно сделать вывод, о том, что длины стеблей тест-культуры "овес" и "редис" больше в почвенных смесях с вермикомпостами. Для овса наиболее благоприятным для произрастания оказалась смесь почвы и вермикомпоста с добавлением бумаги, для редиса – почвы и вермикомпоста с добавлением сена. Длина побегов овса и редиса в смесь почвы и вермикомпоста с добавлением листьев и опилок примерно одинакова. Наименее благоприятным для произрастания овса оказалась смесь почвы и компоста с добавлением листьев, для редиса – почвы и компоста с добавлением сена (рис. 1).

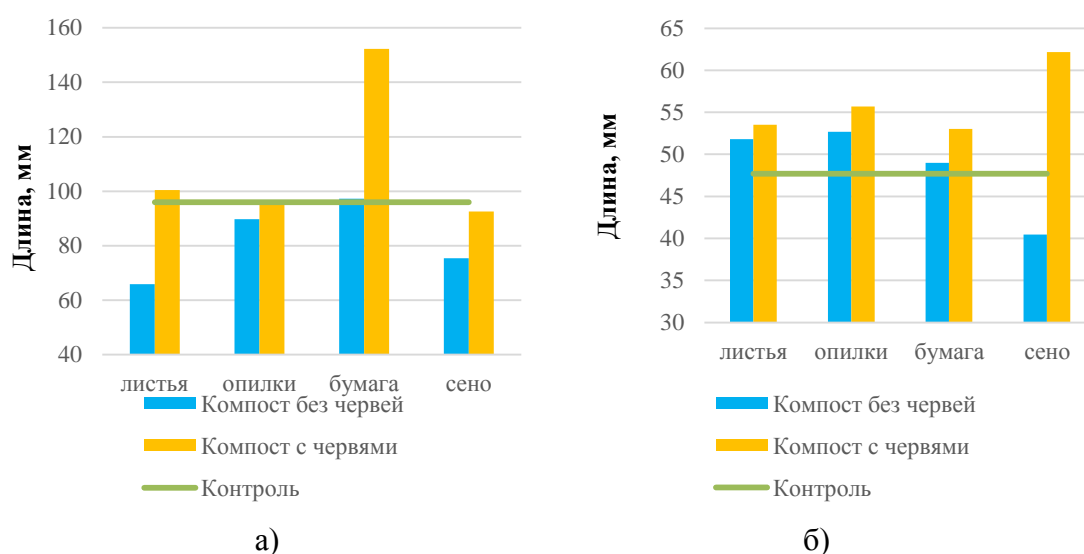


Рисунок 1 – Усредненные данные длины стеблей фитотестирования "экспресс-тест": а) тест-культура "овес", б) тест-культура "редис"

По результатам фитотестирования "экспресс-тест", можно сделать вывод, о том, что массы стеблей тест-культуры "овес" и "редис" больше в почвенных смесях с вермикомпостами. Для овса наиболее благоприятным для произрастания оказалась смесь почвы и вермикомпоста с добавлением листьев, для редиса – почвы и вермикомпоста с добавлением сена. Наименее благоприятным для произрастания овса оказалась смесь почвы и компоста с добавлением листьев, для редиса – почвы и компоста с добавлением сена (рис. 2).

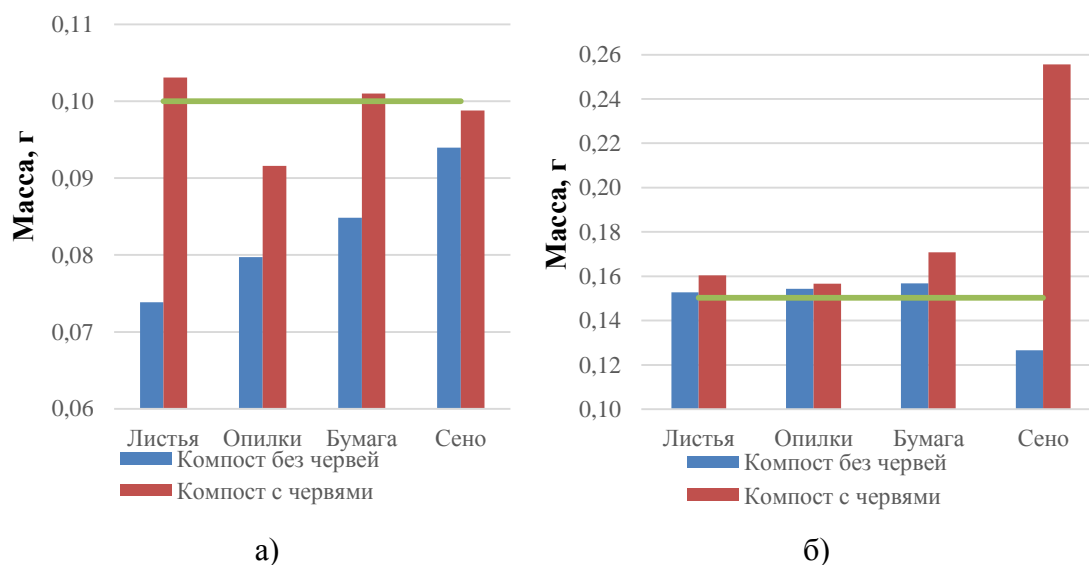


Рисунок 2 – Усредненные данные масс стеблей фитотестирования "экспресс-тест"  
 а) тест-культура "овес", б) тест-культура "редис"

По результатам фитотестирования в течение 14 дней, можно сделать вывод, о том, что длины стеблей тест-культуры "овес" и "редис" больше в почвенных смесях с вермикомпостами. Для овса наиболее благоприятным для произрастания оказалась смесь почвы и вермикомпоста с добавлением бумаги, для редиса – почвы и вермикомпоста с добавлением листьев. Наименее благоприятным для произрастания овса оказалась смесь почвы и компоста с добавлением бумага, для редиса – почвы и компоста с добавлением опилки (рис. 3).

По результатам фитотестирования в течение 14 дней, можно сделать вывод, о том, что массы стеблей тест-культуры "овес" и "редис" больше в почвенных смесях с вермикомпостами. Для овса наиболее благоприятным для произрастания оказалась смесь почвы и вермикомпоста с добавлением бумага, для редиса – почвы и вермикомпоста с добавлением листьев. Наименее благоприятным для произрастания овса оказалась смесь почвы и ком-

поста с добавлением бумага, для редиса – почвы и компоста с добавлением опилки (рис. 4).

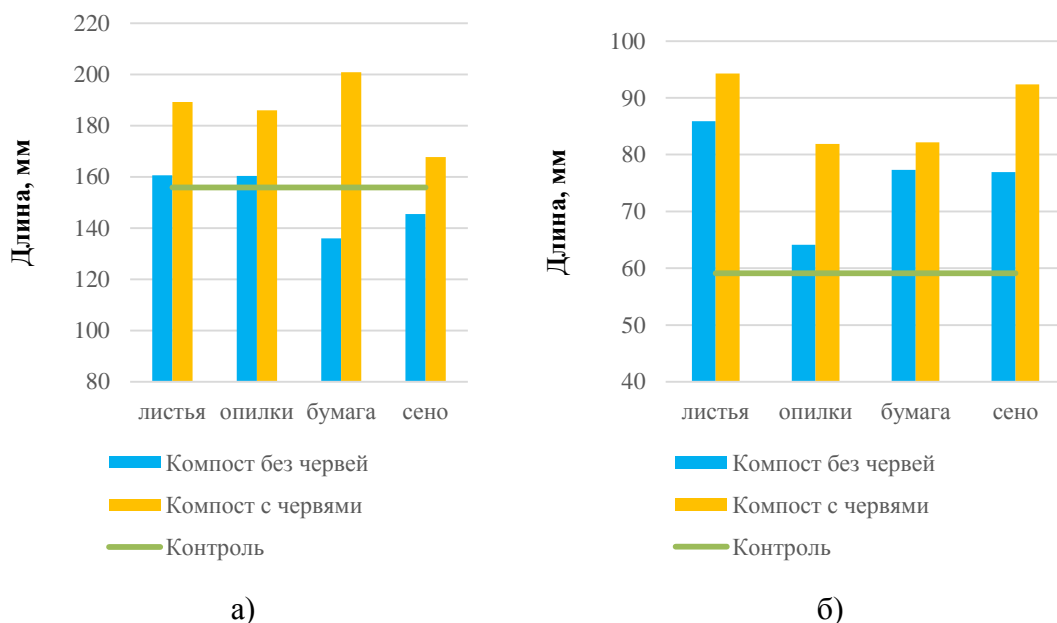


Рисунок 3 – Усредненные данные длины стеблей фитотестирования в течение 14 дней  
а) тест-культура "овес", б) тест-культура "редис"

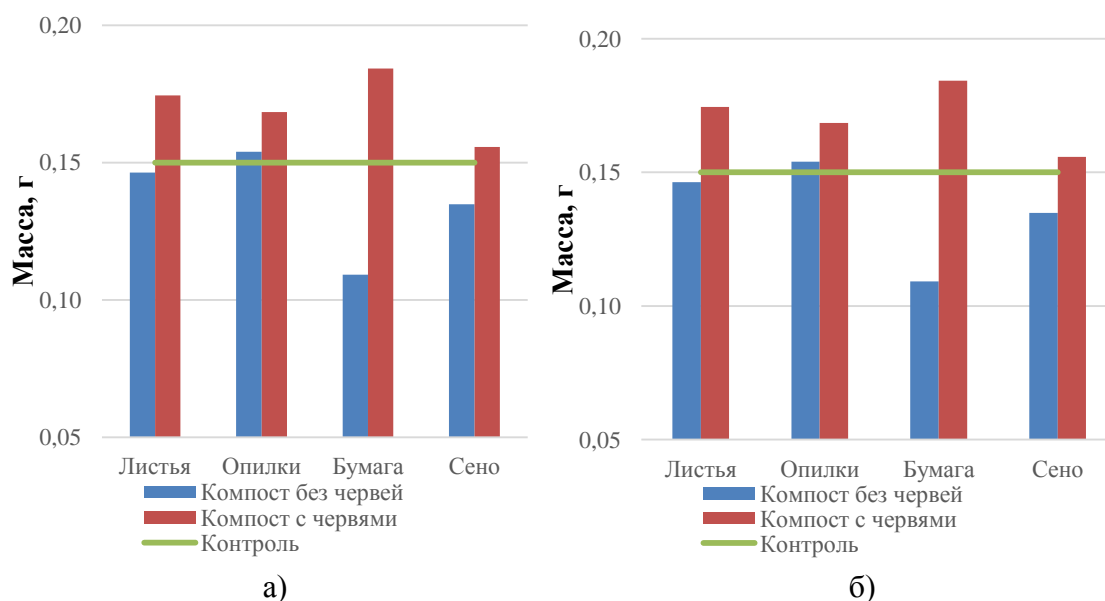


Рисунок 4 – Усредненные данные масс стеблей фитотестирования в течение 14 дней а) тест-культура "овес", б) тест-культура "редис"

По результатам проведенных параллельных экспериментов по фитотестированию наилучшим по улучшению агрохимических свойств почвы оказалось внесение вермикомпостов с добавлением бумаги и листьев для тест-культуры "овес", а для тест-культуры "редис" – листьев и сена. Также можно

сделать общий вывод по внесению компостов и вермикомпостов в почву – вермикомпосты производят наиболее благоприятное воздействие, чем компосты, поскольку внесение компостов с некоторыми наполнителями не улучшало рост растений по сравнению с контрольным опытом.

### **Библиографический список**

1. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель : ГОСТ Р 54534–2011. – Изд. с 27 сент. 2012 г. – Введ. 01.01.13.
2. Богуспаев К. К., Титов И. Н., Жексембекова М. А. Получение биогумуса с применением червей. – Алматы: Проект ОФ, 2013. – 31 с.
3. Безуглова О. С. Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов на Дону : Подворье, 2000. – 234 с.
4. Ферруцци К. Руководство по разведению и выращиванию дождевых червей. – Эдагриколе, 1984. – 250 с.

## **Очистка шахтных вод горнодобывающего предприятия от взвешенных веществ**

**Вергелес Ю. В., Широнова А. Ю.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: Apatity403@icloud.com)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены основные проблемы загрязнения природных вод сточными водами горнодобывающего предприятия Мурманской области. Проанализирован объем взвешенных веществ, образующихся в шахтных водах при осуществлении горных работ. Рассмотрены методы и технологии очистки сточных вод, выполняемые на предприятии. Разработаны мероприятия по реконструкции очистных сооружений.

**Abstract.** In this article the main problems of pollution of natural waters by sewage of the mining enterprise of the Murmansk region are considered. The volume of suspended solids formed in mine waters during mining operations is analyzed. The methods and technologies of wastewater treatment performed at the enterprise are considered. The actions for the reconstruction of treatment facilities have been developed.

**Ключевые слова:** горнодобывающее предприятие, шахтные воды, взвешенные вещества, рудник, очистные сооружения, загрязнение природных вод

**Key words:** mining enterprise, mine water, suspended solids, mine, treatment plant, water pollution

На сегодняшний день внимание специалистов во всем мире привлекает проблема количественного и качественного истощения водных ресурсов, определяемая непрерывным ростом водопотребления в промышленности, сельском хозяйстве и быту (количественное истощение) и загрязнением вод (качественное истощение).

В современном мире человечество потребляет более 14 % общего объема речного стока. К наиболее водопотребляющим отраслям промышленности относится энергетика, а также горноперерабатывающая, горнодобывающая, металлургическая и химическая отрасли [1].

Горнодобывающие предприятия России формируют основу всей экономики страны. Россия обладает большими запасами полезных ископаемых. На сегодняшний день в России работает 24 крупных горнодобывающих предприятия, которые ведут разработку как открытым, так и подземным способом. Ведущая роль в отрасли принадлежит Сибири и Дальнему Востоку. Кольский полуостров, на котором расположено 5 постоянно действующих горнодобывающих предприятий, также имеет важное значение для развития отрасли [2].

В связи с постоянным повышением объемов добычи полезных ископаемых на Кольском полуострове, увеличением площадей освоения Арктиче-



ских земель, в ближайшие годы ожидается усиление воздействия горнодобывающих предприятий Кольского полуострова на экологическую обстановку Арктической зоны РФ, в том числе на природные водные объекты.

В связи с большим объемом подземной разработки земель в Арктической зоне страны большой интерес для исследования представляют шахтные воды, образующиеся в результате фильтрации подземных и поверхностных вод в подземные горные выработки. Проходя горные выработки, вода подвергается различного рода загрязнениям и, как правило, не может быть сброшена в водоемы без очистки и использована для технического водоснабжения без соответствующей обработки.

Объем шахтных вод зависит от многих факторов и может составлять как менее  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$  так и более  $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Анализ шахтных вод, образующихся в результате проведения горных работ на Кольском полуострове, показал что в 87 % таких вод обнаружено присутствие большого количества загрязняющих веществ, в том числе и взвешенные вещества [2]. Средние значения концентрации взвешенных веществ находятся в пределах 50–600 мг/л, при этом пороговые значения могут составлять от 30 до 2500 мг/л. ВВ в шахтных водах представлены рудными и породными частицами, вещественный состав которых соответствует составу руд и вмещающих пород [2].

Немалый вклад в загрязнение поверхностных вод Кольского полуострова взвешенными веществами вносит горно-химическое предприятие Кировский филиал АО "Апатит" (далее – КФ АО "Апатит").

При мониторинге и изучении состава сточных вод предприятия было установлено, был выявлен широкий спектр присутствующих в них загрязняющих веществ, в том числе – взвешенных [2].

По данным лабораторных исследований предприятия в шахтных водах Кировского рудника КФ АО "Апатит" фактический объем взвешенных веществ составляет  $49,6 \text{ мг}/\text{дм}^3$ .

Отвод сточных вод на КФ АО "Апатит" осуществляется водные объекты преимущественно 2-й категории рыбохозяйственного назначения через 8 водовыпусков. Самым крупным и значимым является выпуск № 4 – в озеро Большой Вудъявр. Он принимает шахтные и карьерные воды с 3-х рудников: Кировского, Расвумчоррского и Восточного посредством рек Саамская и Юкспорйок. Согласно информации, предоставленной отделом экологического контроля КФ АО "Апатит", количество сбрасываемых сточных вод трех рудников предприятия составляет  $60,6 \text{ млн м}^3$  в год.

Схема очистки шахтных вод трех рудников выглядит следующим образом:

- сбор в общий коллектор и подача в резервуар, который выполняет функцию первичного отстойника для выделения крупных фракций грубых дисперсных примесей – ГДП;

- обработка сточных вод реагентами (флокулянт ВПК 402) с введением раствора реагента в коллектор. В зимний период для предотвращения замерзания реагента в раствор добавляется хлористый кальций;

- отстаивание и выделение в отстойнике скоагулированных взвешенных веществ и эмульгированных нефтепродуктов;

- обработка сточных вод гипохлоритом натрия, который вводится в поток после отстойника с целью снижения содержания нитритов вследствие их окисления до нитратов активным хлором;

- повторное отстаивание сточных вод во вторичном отстойнике, представляющем собой часть акватории озера Большой Вудъявр, отделенной от остальной части озера фильтрующей дамбой;

- доочистка очищенных шахтных вод путем сорбционного фильтрования через слой природного сорбента (мелко дробленной апатит-нефелиновой руды), размещаемого по всему откосу дамбы, расположенной в зоне фильтрации рудничных вод;

- Очищенные шахтные воды отводятся в акваторию, образованную на водосборной площади озера Большой Вудъявр.

Очистные сооружения, эксплуатируемые в настоящее время на предприятиях КФ АО "Апатит", представлены грунтовыми горизонтальными оснащенными фильтрующими дамбами отстойниками, устроенными в естественных и искусственных выемках.

Показатели состава и свойств шахтных вод с их сложным минеральным составом невозможно довести до нормативных значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов, к категории которых относится озеро Большой Вудъявр, простыми механическими методами очистки отстаивания и фильтрации без применения технологий глубокой физико-химической очистки [3].

Кроме того, на очистных сооружениях для отстаивания, эксплуатируемых длительный период, не соблюдаются гидравлические режимы: скорость движения стоков в отстойной зоне, глубина и длина зоны отстаивания, высота слоя накапливаемого осадка, длина пути фильтрации осветленной шахт-

ной воды (толщина фильтрующей дамбы), грязеемкость фильтрующего материала дамбы и его фракционный состав.

Несоблюдение технологических регламентов процессов очистки значительно снижает эффективность удаления загрязняющих веществ [4].

Важными направлениями решения проблемы очистки шахтных вод и предотвращения сброса загрязняющих веществ в водные объекты можно назвать создание и соблюдение требуемых режимов очистки на действующих сооружениях и максимальную интенсификацию их работы. Это позволит значительно сократить сброс взвешенных веществ в водоемы при минимальных затратах на модернизацию действующих сооружений.

Достаточно часто отстойники в результате длительной эксплуатации заполняются выделенным при очистке стоков шламом выше расчетных отметок. В результате этого уменьшается глубина зоны отстаивания и, соответственно, увеличивается скорость движения стоков в отстойной зоне, что в свою очередь снижает эффективность их осветления. В месте ввода сточных вод в отстойник образуется "пляж" из шлама, что сокращает длину зоны отстаивания и время пребывания стока в ней. Как следствие, снижается эффективность очистки [4].

Кроме того, сосредоточенный ввод стока не обеспечивает равномерного распределения его по всей ширине и глубине зоны отстаивания, что значительно уменьшает ее активную зону; происходит увеличение скорости потока в начале отстойной зоны и взмучивание выделенного ранее осадка, что также значительно снижает эффективность работы всего очистного сооружения. Существующие сооружения отстаивания не оборудованы устройствами для удаления выделенных нефтепродуктов, которые в виде пленки накапливаются в конце отстойной зоны и захватываются выводимыми из сооружения очищенными стоками, в результате чего происходит их вторичное загрязнение нефтепродуктами.

Фильтрующие дамбы, устраиваемые в составе очистных сооружений, должны задерживать мелкодисперсные примеси, не уловленные в отстойной зоне. Однако не всегда выдерживается расчетная ширина (длина фильтрации) и не всегда используется материал, обладающий нужной грязеемкостью и определенным фракционным составом. Поэтому дамбы не обеспечивают необходимой степени удержания мелкодисперсных частиц и нефтепродуктов, которые не могут быть выделены обычным отстаиванием [4].

Для решения обозначенных проблем на существующих сооружениях очистки шахтных вод с целью интенсификации их работы и повышения эффективности очистки с минимальными затратами необходимо:

- создать нормативную (1,5–3,0 м) глубину зоны отстаивания, для чего нужно освободить секции отстойников от уловленного ранее шлама;

- оборудовать отстойники рассредоточенными подводными распределительными устройствами, позволяющими подавать стоки в зону отстаивания по всей ее ширине и глубине с одинаковыми скоростями в безнапорном режиме;

- для удаления выделенных в отстойниках нефтепродуктов предусмотреть установку в них нефтесборных устройств;

- для сохранения в зоне отстаивания устоявшегося ламинарного режима работы дооборудовать сооружения рассредоточенными водосборными устройствами, обеспечивающими равномерный отвод средних, наиболее чистых слоев очищенных стоков;

- постоянно поддерживать нормативную глубину и длину отстойной зоны;

- фильтрующие дамбы отсыпать нужной ширины и из материала соответствующего фракционного состава и грязеемкости для достижения наибольшей эффективности удержания мелкодисперсных взвешенных веществ из очищаемых шахтных вод [4].

Необходимо также рассмотреть возможность использования фильтров с зернистой загрузкой с использованием фильтрующих материалов из горелых пород, эффективность которых доказана на водопроводных сооружениях Кемеровской области [3].

Горелые породы представляют собой природный минерал с хорошо развитой поверхностью, высокой пористостью и стабильно высокой механической прочностью (рис. 1).



Рисунок 1 – Структура горелых пород

Высокоэффективный фильтрующий материал, произведенный из этого минерала характеризуется суммарным износом менее 0,25 % в год, при пористости 58 %. Другие фильтрующие материалы менее устойчивы к воздействию воды, их износ значительно выше, в пределах от 3,5 % до 5 %, при пористости менее 52 %.

Горелые породы могут быть использованы как в качестве фильтрующего слоя, так и в качестве поддерживающих слоев, в скорых однослойных, двухслойных фильтрах, контактных осветителях, напорных фильтрах и пре-фильтрах. Данный фильтрующий материал применяют при доочистке сточных вод.

В результате загрузки фильтров дроблеными горелыми породами, предприятие получает следующие экономические выгоды:

- снижение объема ежегодной досыпки фильтрующего материала с 10 % до 1-2 % от объема загрузки;
- снижение расхода промывных вод;
- экономия электроэнергии.

Повышение эффективности очистки стоков на существующих очистных сооружениях также достигается за счет:

- увеличения коэффициента использования объема зоны отстаивания;
- создания и сохранения устоявшегося ламинарного режима очистки;
- своевременного и регулярного удаления выделенных нефтепродуктов;
- одно- и двухступенчатой доочистки стоков фильтрацией через зернистую загрузку из местных фильтрующих материалов [3].

Реконструкция очистных сооружений заключается в дооборудовании их:

- рассредоточенной глубинной водораспределительной системой;
- рассредоточенной водосборной системой;
- нефтесборными устройствами;
- фильтрующими сооружениями из соответствующего материала и требуемой длины.

Реализация предлагаемых мероприятий даст возможность повысить качество очистки сточных вод, и использовать их в системах производственного водоснабжения. Это в свою очередь позволит предотвратить сброс в водные объекты загрязненных сточных вод, и тем самым снизить негативное воздействие на природные воды, и в целом улучшить состояние с водных ресурсов в Арктическом регионе.

### **Библиографический список**

1. Монгайт И. Л., Текиниди К. Д., Николадзе Г. И. Очистка шахтных вод. – М. : Недра, 1978. – 173 с.
2. Пааль Л. Л. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М. : Высшая школа, 1994. – 336 с.
3. Пашкевич М. А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. – СПб. : СППГИ (ТУ), 2000. – 230 с.
4. Певзнер М. Е. Горное дело и охрана окружающей среды. – М. : МГТУ, 2001. – 300 с.

## Динамика химического состава воды и донных отложений арктического озера Куэтсъярви за последние 30 лет

Даувальтер В. А.,<sup>1,2</sup> Кашулин Н. А.,<sup>2</sup> Денисов Д. Б.,<sup>2</sup> Зубова Е. М.,<sup>2</sup> Слукровский З. И.,<sup>2,3</sup> Мицуков А. С.<sup>2</sup> (<sup>1</sup>г. Апатиты, Апатитский филиал ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", <sup>2</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера ФГБУН ФИЦ "Кольский НЦ РАН", <sup>3</sup>Институт геологии ФГБУН ФИЦ "Карельский НЦ РАН", e-mail: vladimir@inep.ksc.ru)

**Аннотация.** В течение последних 30 лет в условиях продолжающегося загрязнения горно-металлургическим предприятием отмечается уменьшение минерализации воды озера Куэтсъярви, но в то же время увеличение содержания токсичных тяжелых металлов в воде и поверхностных слоях донных отложений, в десятки и сотни раз превышающие фоновые значения.

**Abstract.** Over the past 30 years, under the conditions of continued pollution by the mining and metallurgical enterprise, a decrease in the mineralization of the water of Lake Kuetsjärvi has been noted, but at the same time, an increase in the content of toxic heavy metals in water and surface sediment layers, tens and hundreds of times higher than the background values.

**Ключевые слова:** гидрохимия, донные отложения, тяжелые металлы, загрязнение

**Key words:** hydrochemistry, sediments, heavy metals, pollution

Озеро Куэтсъярви является одним из самых загрязненных в Мурманской области [1]. Главным источником поступления тяжелых металлов (ТМ) и кислотных соединений в озеро является промышленный комплекс (комбинат "Печенганикель"), расположенный на берегу озера. Промышленные отходы, образующиеся в процессе производства медно-никелевого концентрата (файнштейна) на плавильном заводе, отвозятся в отвал на берегу р. Колосйоки, впадающей в озеро. Токсичные и кислотные соединения выщелачиваются из отвалов дождями, талыми водами и поверхностными водами. Большое влияние на химический состав воды и донных отложений (ДО) озера оказывает пыль с отвалов и промышленной площадки комбината. В статье представлены результаты 30-летнего гидрохимического мониторинга оз. Куэтсъярви на станции, находящейся на протоке, соединяющей озеро с озерно-речной системой р. Пасвик, а также результаты исследования химического состава колонки ДО, отобранной с самой глубокой акватории озера – станции Белый Камень (глубина 32 м).

Сточные воды комбината "Печенганикель" поступают в озеро по р. Колосйоки. На комбинате "Печенганикель" перерабатываются медно-никелевые сульфидные руды, представленные такими минералами, как пентландит  $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$ , халькопирит  $\text{CuFeS}_2$ , кобальтин  $(\text{Co, Ni})\text{AsS}$ , никелин  $\text{NiAs}$ , галенит  $\text{PbS}$ , сфалерит  $\text{ZnS}$ , хромит  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , минералами платиновой группы (арсениды, теллуриды, селениды) и другими [2]. Поэтому в выбросах комбината, помимо соединений S, Ni и Cu, присутствуют и сопутствующие им ТМ (Co, Zn, Pb, As, Cr, Cd, Hg), Fe, Se, Te, а также петрогенные щелочные и щелочноземельные металлы и другие элементы в составе производственной пыли комбината. Общие закономерности формирования ионного состава воды озера сходны с таковыми в губе Монче самого большого в Мурманской области озера – Имандра, загрязняемого стоками другого крупнейшего источника – комбината "Североникель"[3]. Среди ионов в воде озера преобладают  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , хотя поверхностные воды Мурманской области в незагрязненных районах в большинстве случаев относятся к гидрокарбонатному классу и кальциевой или натриевой группе [4]. Минерализация воды оз. Куэтсъярви за 30-летний период проведения гидрохимического мониторинга достигала 100 мг/л, что примерно в 5 раз больше медианного значения, характерного для природно олиготрофных поверхностных вод Мурманской области [5]. Выявлена общая тенденция снижения минерализации воды озера, что связано со снижением производства после экономического кризиса в связи с распадом СССР и проведением природоохранных мероприятий на комбинате. На снижение минерализации воды в первую очередь сыграло достоверное снижение содержания ионов щелочных металлов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , а также анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , что связано с модернизацией производства на комбинате (рис. 1). Тем не менее,  $\text{SO}_4^{2-}$  в воде озера более чем в 2 раза превышает содержание второго преобладающего аниона  $\text{HCO}_3^-$  в пересчете на эквивалентную концентрацию.

По результатам исследования Гидрохимического института в 1969–1971 гг. для оз. Куэтсъярви характерно равномерное распределение большинства элементов по различным зонам и по водным горизонтам [6]. Подобная тенденция сохраняется и в настоящее время, что связано с относительно небольшими размерами озера, довольно правильной его формой, вытянутой в меридиональном направлении, по направлению преобладающих ветров, что сказалось в интенсивном перемешивании водной толщи в течение безледного периода. Содержание основного для озера загрязняющего ТМ (Ni) в юж-



ной части озера (в непосредственной близости от стоков комбината) всего на 15 % выше, чем в северной.

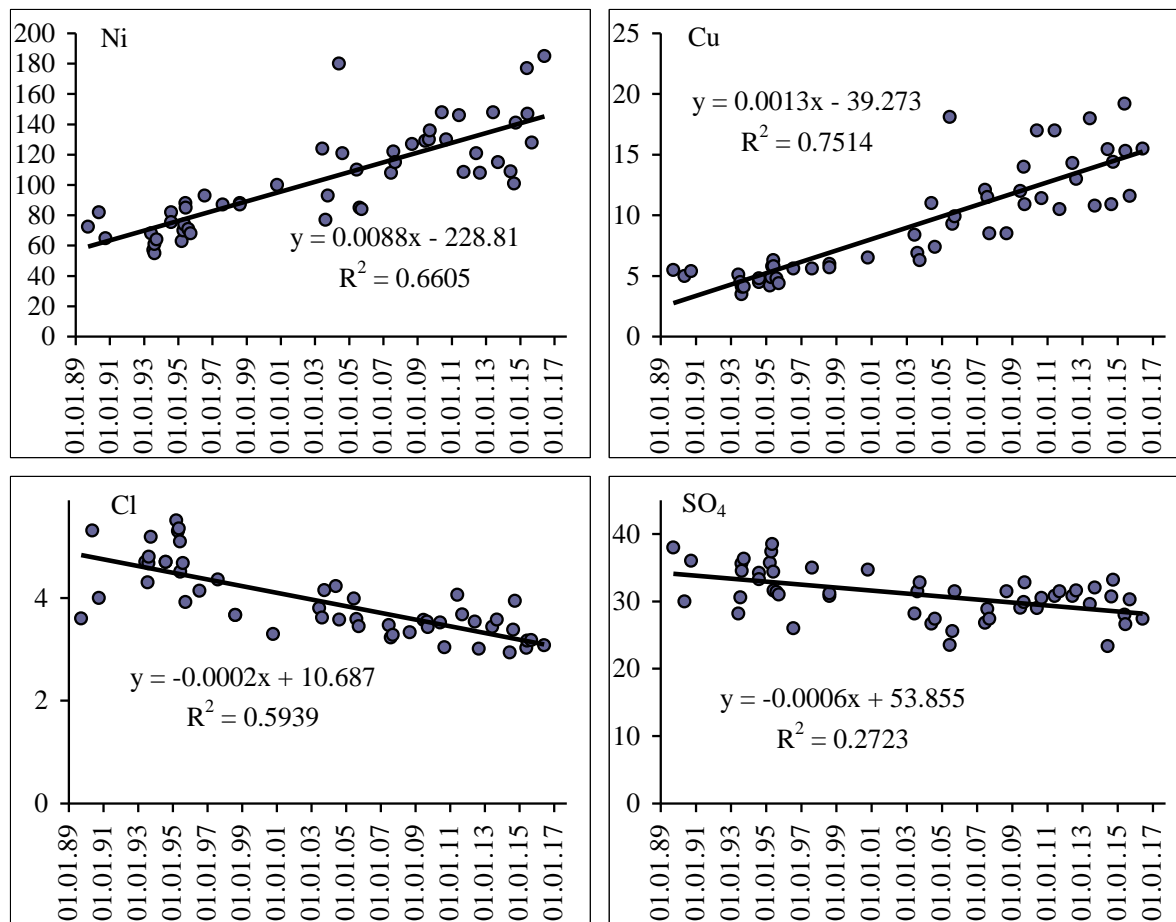


Рисунок 1 – Динамика гидрохимических показателей оз. Куэтсьярви за последние 30 лет (Ni и Cu в мкг/л, Cl и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в мг/л).

В целом концентрации металлов в оз. Куэтсьярви несколько ниже, чем в губе Монче оз. Имандра [3], что связано с тем, что более 95 % металлов, поступающих в оз. Куэтсьярви в составе сточных вод, содержится во взвешенной форме [7]. Это объясняет слабую миграционную способность металлов. Сравнение данных по общим концентрациям Ni и Cu, полученных сотрудниками Гидрохимического института в 1969–1971 гг. в результате обследования оз. Куэтсьярви [6], с таковыми за 1989–2016 гг., проведенными ИППЭС КНЦ РАН, показало, что за полвека произошло значительное увеличение их содержания (рис. 1). По сравнению с фоновыми содержаниями ТМ в поверхностных водах Мурманской области [5] в озере наблюдаются повышенные содержания Ni (более чем в 200 раз) и Cu (в 20 раз). Содержание Cd, Pb и Co в воде озера близки к пределу обнаружения и составляют в среднем 0.1–0.9 мкг/л. В воде озера увеличивается содержание не только

приоритетных загрязняющих металлов, но также и Fe и Mn, что связано с тем, что в состав перерабатываемой на комбинате руды в большом количестве входят эти металлы.

За последние 30 лет отмечается увеличение показателей содержания органического материала в воде озера – химического потребления кислорода и содержания общего углерода, что говорит о восстановлении биологической активности в озере.

Донные отложения оз. Куэтсъярви характеризуются не очень значительным содержанием органического материала – значение ППП (потерь веса при прокаливании) в поверхностном слое достигает 20 %. Озеро Куэтсъярви через р. Колосйоки получает основную часть сточных вод комбината "Печенганикель", поэтому основными загрязняющими элементами являются Ni, Cu, Zn и Co, а также сопутствующие халькофильные элементы – Pb, As, Cd и Hg (рис. 2). Наиболее загрязненными являются верхние 5–10 см ДО озера. Такие элементы, как Cu, Co, Pb, Cd имеют поверхностные максимумы в ДО оз. Куэтсъярви. Остальные исследуемые ТМ (Ni, Zn, As и Hg) характеризуется максимальными концентрациями на глубине 2–5 см ДО озера (рис. 2). Пик поступления и аккумуляции ТМ в ДО приходится на 1980-е гг., когда увеличилось поступление норильской руды на комбинат "Печенганикель". Уменьшение концентраций этих элементов в верхних 1–4 см ДО оз. Куэтсъярви может быть объяснено изменениями физико-химических условий в самом озере и на территории его водосбора, а также уменьшениями стоков и выбросов ТМ комбинатом "Печенганикель". Например, сброс Ni с 1990 по 2007 гг. сократился с 12.9 до 4.4 т/год, а выбросы этого ТМ в атмосферу в этот период остаются примерно одинаковыми и находятся в пределах 300–350 т/год (официальные данные Кольской горно-металлургической компании – <http://www.kolagmk.ru/>).

Величины коэффициента загрязнения  $C_f$  (отношение концентрации ТМ в поверхностном 1-см слое ДО на фоновое значение для данного ТМ в самом нижнем слое ДО) Ni, Cu, Cd, As и Hg находятся в пределах от 8.5 до 125.7 (табл. 1), т. е. относятся к высокому загрязнению по классификации Л. Хокансона [8]. Наибольшие значения  $C_f$  имеют Ni, Cu и Cd. По классификации Л. Хокансона значение степени загрязнения  $C_d$  (сумма всех значений  $C_f$  для восьми ТМ), рассчитанное для этого озера (236.2), относится к высокому. По этому показателю оз. Куэтсъярви является одним из самых загрязненных водоемов бассейна р. Пасвик уже в течение 30 лет [9–15]. Большие зна-

чения  $C_d$  отмечены в малых озерах, непосредственно принимающих стоки плавильных цехов, шламоотвалов, хвостохранилищ и рудников комбината "Печенганикель", рекой Колосйоки соединенных с оз. Куэтсьярви [11–13].

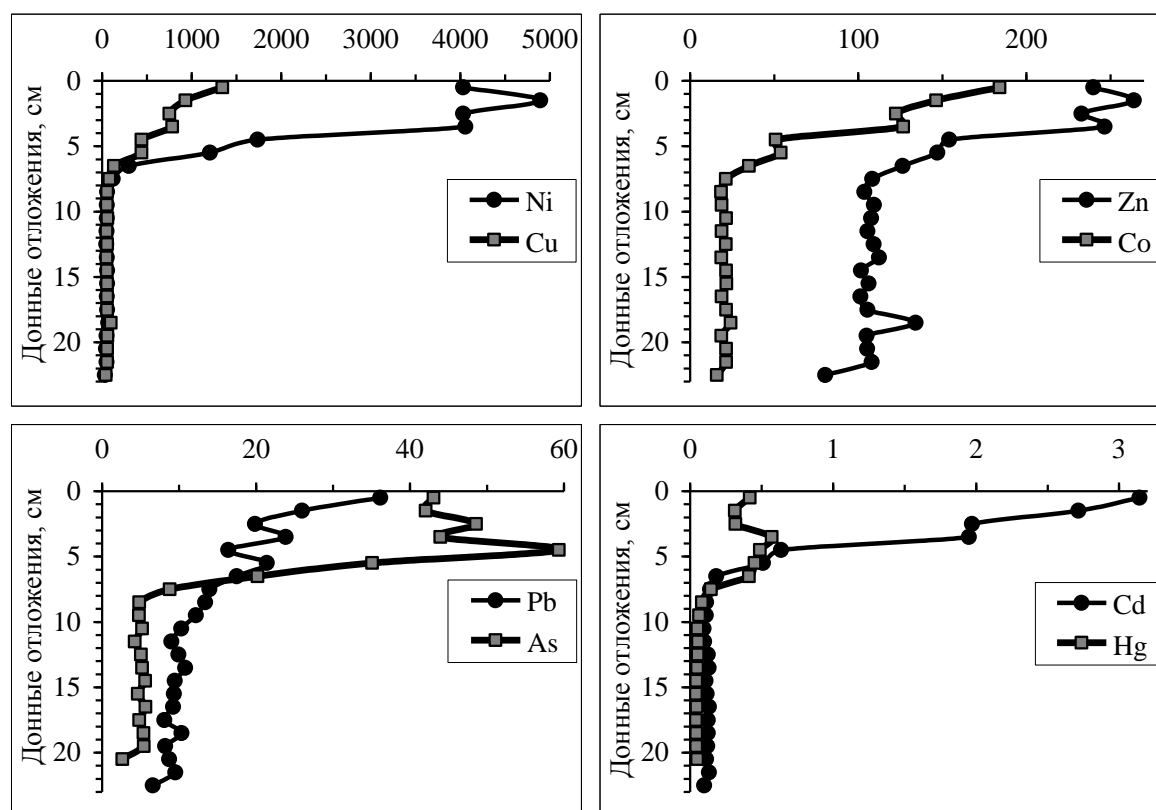


Рисунок 2 – Вертикальное распределение содержания ТМ (мкг/г) в ДО оз. Куэтсьярви

Таблица 1 – Концентрации ТМ (мкг/г) в ДО станции Белый Камень (глубина 32 м) оз. Куэтсьярви, величины коэффициента загрязнения ( $C_f$ ) и степени загрязнения ( $C_d$ )

Слой ДО, см	Ni	Cu	Zn	Co	Cd	Pb	As	Hg	$C_d$
0–1	4032	1343	240	184,1	3,14	36,1	43,1	0,417	
22–23	32	40	80	15,9	0,10	6,6	2,62	0,049	
$C_f$	125,7	33,5	3,0	11,6	32,1	5,5	16,4	8,5	236,2

Следовательно, в течение последних 30 лет в условиях продолжающегося загрязнения горно-металлургическим предприятием происходит уменьшение минерализации воды оз. Куэтсьярви за счет снижения содержания главных ионов  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$  и  $K^+$ , увеличение концентраций токсичных ТМ (Ni и Cu), которые превышают фоновые содержания в поверхностных водах Мурманской области в десятки и сотни раз.

В поверхностных слоях ДО озера отмечается увеличение содержания всех исследуемых ТМ по сравнению с фоновыми доиндустриальными зна-

чениями. Наибольшими значениями коэффициента загрязнения характеризуются Ni, Cu и Cd, концентрации которых в поверхностных слоях ДО более чем в 30 раз больше фоновых содержаний. Несмотря на снижение антропогенной нагрузки в последние годы оз. Куэтсъярви в течение 30 лет является одним из самых загрязненных водоемов бассейна реки Пасвик.

Работа выполнена в рамках темы НИР №0226-2019-0045 и частично поддержана из средств грантов РФФИ №№ 18-05-60125 и РНФ № 19-77-10007.

### **Библиографический список**

1. Кашулин Н. А., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А., Терентьев П. М., Денисов Д. Б. Экологический каталог озер Мурманской области. Северо-западная часть Мурманской области и приграничной территории сопредельных стран. – Апатиты : Изд-воКНЦРАН, 2009. – Ч. II. – 262 с.

2. Gregurek D. [et al.]. Mineralogy and mineralchemistry of snowfilterresiduesinthevicinityofthenickel-copperprocessingindustry, Kola Peninsula, NWRussia // *Mineralogy and Petrology* . – 1999. – V. 65. – P. 87–111. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01161578>.

3. Моисеенко Т. И., Даувальтер В. А., Лукин А. А., Кудрявцева Л. П. [и др.]. Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра. – М. : Наука, 2002. – 403 с.

4. Моисеенко Т. И., Родюшкин И. В., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты : Изд-воКНЦРАН, 1996. – 263 с.

5. Kashulin N.A., Dauvalter V. A., Denisov D. B., Valkova S. A. [et al.]. SelectedaspectsofthecurrentstateoffreshwaterresourcesintheMurmanskRegion, Russia // *Journal of Environmental Science and Health. Part A*. – 2017. – V. 52, Iss. 9. P. 921–929. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1318633>.

6. Гончарова Т. О., Иванова А. Л., Каплин В. Т, Борисова А. Ш. [и др.]. Характеристика загрязнения некоторых водных объектов Мурманской области стоками рудообогатительных комбинатов // *Гидрохимические материалы*. – 1973. – Т. 2. – С. 120–138.

7. Родюшкин И. В. Основные закономерности распределения металлов в поверхностных водах Кольского Севера : дис. ...канд. географ. наук. СПб, 1995. 161 с.

8. Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control – a sedimentological approach // *Water Research*. – 1980. – V. 14, Iss. 8. P. 975–1001. DOI: [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8).

9. Даувальтер В. А., Кашулин Н. А. Оценка экологического состояния Арктической пресноводной системы по результатам исследований содержания тяжелых металлов в донных отложениях // *Геохимия*. – 2018. – № 8. – С. 805–819.

10. Dauvalter V. Concentrations of heavy metals in superficial lake sediments of Pechenga district, Murmansk region, Russia // *Vatten*. – 1992. – V. 48, No. 2. – P. 141–145.

11. Dauvalter V. Heavy metals in lake sediments of the Kola peninsula, Russia // *The Science of the Total Environment*. – 1994. – V. 158. – P. 51–61. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(94\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0048-9697(94)90044-2).

12. Dauvalter V. Heavy metal concentrations in lake sediments as an index of freshwater ecosystem pollution // *Disturbance and recovery in Arctic lands; an ecological perspective* /ed.: R.M.M. Crawford. – Kluwer Academic Publishers : Dordrecht, the Netherlands, 1997. P. 333–351.

13. Dauvalter V., Rognerud S. Heavy metals pollution in sediment of the Pasvik River drainage // *Chemosphere*. – 2001. – V. 42, Iss. 1. – P. 9–18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00094-1](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00094-1).

14. Dauvalter V. Impact of mining and refining on the distribution and accumulation of nickel and other heavy metals in sediments of subarctic lake Kuetsjärvi, Murmansk region, Russia // *Journal of Environmental Monitoring*. – 2003. – V. 5, Iss. 2. P. 210–215. DOI: <https://doi.org/10.1039/b301144p>.

15. Dauvalter V., Kashulin N., Sandimirov S., Terentjev P. [et al.]. Chemical composition of lake sediments along a pollution gradient in a Subarctic watercourse // *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. – 2011. – V. 46, Iss. 9. P. 1020–1033. DOI: <https://doi.org/10.1080/10934529.2011.584503>.

## Гидрохимия урбанизированных озер города Мурманска

Даувальтер В. А.<sup>1</sup>, Слуковский З. И.,<sup>1,2</sup> Денисов Д. Б.<sup>1</sup>, Черепанов А. А.<sup>1</sup>, Мицуков А. С.<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера ФГБУН ФИЦ "Кольский НЦ РАН", <sup>2</sup>Институт геологии ФГБУН ФИЦ "Карельский НЦ РАН", e-mail: vladimir@inper.ksc.ru)

**Аннотация.** В результате исследований гидрохимического состава городских озер Мурманска установлено, что за более чем столетнюю историю существования города химический состав воды городских озер претерпел значительные изменения. Значительно увеличились значения рН воды по сравнению с фоновыми, а также минерализация, содержание главных ионов, биогенных элементов и тяжелых металлов.

**Abstract.** As a result of studies of the hydrochemical composition of the urban lakes of Murmansk, it has been found that the chemical composition of the water of the urban lakes has undergone significant changes in more than a century of the city's history. Water pH values have increased significantly compared to background water, as well as mineralization, content of basic ions, nutrients and heavy metals.

**Ключевые слова:** гидрохимия, урбанизированные озера, тяжелые металлы, загрязнение  
**Key words:** hydrochemistry, urban lakes, heavy metals, pollution

Глобальные социальные, политические, экономические и экологические проблемы становятся все более острыми с конца XIX в. Нагрузка на окружающую среду неизбежно возрастает, а ее основные составляющие, такие как водные ресурсы, качественно ухудшаются. Водные системы, расположенные в техногенных районах, обычно подвергаются воздействию различных крупномасштабных видов деятельности человека, начиная от нарушения гидрологического и теплового режимов и заканчивая загрязнением воды. Особенно это касается водных объектов городских и промышленных территорий. Одной из таких территорий является город Мурманск, который расположен на северо-западе России на холмистом побережье Баренцева моря (рис. 1). Мурманск – самый большой город за Полярным кругом с населением более 300 000 человек и столица Мурманской области.

Мурманск расположен на восточном скалистом берегу Кольского залива Баренцева моря и является одним из крупнейших портов за Полярным кругом и вторым портом (после Санкт-Петербурга) на северо-западе России. В Мурманске около 20 озер, в различной степени подверженные влиянию антропогенной деятельности. Для оценки воздействия городской среды на экосистемы озер для исследования было выбрано 5 озер (Семеновское, Среднее, Окунево, Ледовое и Южное), расположенных в разных частях

г. Мурманска и имеющих большую рекреационную значимость для жителей и гостей города. Основные морфометрические характеристики озер приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Основные морфометрические характеристики озер Мурманска

Озеро	Отметка уреза воды, м	Площадь озера, км <sup>2</sup>	Длина береговой линии, м	Длина озера, м	Глубина, м	
					Максимальная	Средняя
Семеновское	98	0,213	3200	730	11,3	2,4
Среднее	111	0,248	1990	700	23,5	7,7
Окуновое	119	0,048	1270	550	5,6	2,3
Ледовое	80	0,040	780	270	15,7	7,8
Южное	90	0,053	1130	430	11,3	3,1

Пробы воды с поверхностного слоя (1 м от поверхности) и придонного слоя (1 м от дна) озер отбирались 2-х литровым пластиковым батометром в весенне-летний период 2018–2019 гг. Химический состав воды определяли в центре коллективного пользования ИППЭС Кольского НЦ РАН и в ИГ Карельского НЦ РАН по единым методикам [1]. Результаты химического анализа воды с каждой станции усреднялись, и в дальнейшем интерпретация результатов проводилась с учетом усредненных данных.

Для природных вод Кольского Севера характерна низкая минерализация 20–30 мг/л и следующий порядок распределения главных ионов:  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ ;  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$  [2]. В озерах, расположенных вблизи Баренцева моря, вследствие влияния морских аэрозолей Баренцева моря, основные ионы по величинам распределяются следующим образом:  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$  [3]. Медианное значение pH воды находится на границе между слабокислым и нейтральным – 6.5.

За более чем столетнюю историю существования Мурманска химический состав воды городских озер претерпел значительные изменения. Значение pH воды озер в 2018–2019 гг. находится в пределах от 6.6 до 9.34. Максимальные значения (практически на границе между щелочными и сильнощелочными) отмечены в оз. Ледовое, в которые поступают воды из руч. Варничного, проходящего по густонаселенной части города. Рядом с озером проходит центральная городская автомобильная магистраль – Кольский проспект. Высокие величины pH воды отмечены в оз. Южное – среднее значение 8.42, диапазон 8.02–9.11, что относится к щелочным и слабощелочным условиям. Воды остальных озер характеризуются нейтральными значениями величины pH (табл. 2).

Таблица 2 – Средние гидрохимические параметры Мурманских озер

Параметр, единица измерения	Озеро				
	Семеновское	Среднее	Окуневое	Ледовое	Южное
pH	6,82	7,27	6,88	7,79	8,42
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	8,3	18,8	9,2	58,3	31,5
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	2	3,9	2,1	10,3	8,5
Na <sup>+</sup> , мг/л	10,9	17,8	6,4	124,4	45,6
K <sup>+</sup> , мг/л	2,2	3,9	1,4	9,7	6,4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	22	43	20	196	116
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	9,6	31,5	14,9	28,4	16,8
Cl <sup>-</sup> , мг/л	17,8	24,7	8,9	185,4	68,9
Минерализация, мг/л	73	143	63	612	294
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мкгN/л	187	30	24	3475	35
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мкгN/л	76	86,4	28,8	1,6	9
N <sub>общ</sub> , мкгN/л	542	369	315	3711	275
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мкгP/л	4,6	0,8	2,25	37,8	4
P <sub>общ.ф.</sub> , мкгP/л	7,2	3,8	5,5	47,6	10,33
P <sub>общ.нф.</sub> , мкгP/л	34,2	12,8	13,75	664	16,67
Цветность, Pt°	12,6	8	53,3	25,4	10,3
ХПК, мг/л	4,3	3,3	9,2	8	5,1
C <sub>орг</sub> , мгC/л	4,8	4,1	8,6	7,7	5,5
Si, мг/л	0,25	0,2	0,97	4,72	0,15

Максимальные значения минерализации воды, как и pH, зафиксированы в оз. Ледовое – до 735 мг/л. На втором месте по минерализации, как и величине pH, стоит оз. Южное – среднее значение 294, диапазон 140–371 мг/л. Минерализация воды в этих озерах в десятки раз превышает величины (среднее значение 20 мг/л, которое можно принять за фоновое), зафиксированные в озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря [3]. Наименьшие величины минерализации зафиксированы в озерах Окуневое и Семеновское (средние значения 63 и 73 мг/л соответственно), но они также больше фоновой минерализации. По классификации О. А. Алекина [4] воды озер города Мурманска в основном относятся к хлоридному классу и натриевой группе. Исключение составляют озера Окуневое и Среднее, в которых отмечается типичное для основной массы озер Мурманской области распределение главных ионов – гидрокарбонатный класс и кальциевая группа (табл. 2).

В воде оз. Ледовое зафиксировано максимальное содержание соединений азотной группы (аммоний-иона и общего азота), что связано с поступлением сточных вод с городской территории, содержащих азотные соедине-



ния в повышенных концентрациях, а также разложением нефтепродуктов, в большом количестве захороненных в донных отложениях озера (табл. 2). Известно, что азот в нефти и нефтепродуктах содержится в количестве десятых долей процента [5]. Содержание  $\text{NH}_4^+$  в оз. Ледовое подобно содержанию главного катиона  $\text{K}^+$  в пересчете на эквивалентную концентрацию. Максимальное содержание  $\text{NH}_4^+$  в оз. Ледовое (6390 мкгN/л в придонных слоях на глубине 13 м) более чем в 300 раз больше среднего содержания этого иона (20 мкгN/л) в озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря [3]. Высокие концентрации  $\text{NH}_4^+$  в воде оз. Ледовое говорят о сильном загрязнении [6]. В других озерах количество аммоний-иона значительно меньше, но оно больше среднего содержания в озерах водосбора Баренцева моря. Содержание нитрат-иона в воде оз. Ледовое на 3 порядка меньше (табл. 2), чем аммоний-иона, что говорит о присутствии восстановительной обстановки и развитии процессов гниения растительных остатков и органических веществ. Подобная закономерность (превышение содержания аммоний-иона над нитрат-ионом) отмечена также в озерах Южное и Семеновское, что говорит о развитии восстановительной обстановки в придонных слоях озер.

Максимальное содержание соединений фосфора (фосфат-иона и общего фосфора в фильтрованной и нефильтрованной воде) также отмечено в воде оз. Ледовое (табл. 2), что связано с поступлением сточных вод с городской территории, содержащих соединения фосфора. Содержание  $\text{PO}_4^{3-}$  в придонных слоях на глубине 13 м в этом озере достигает до 65  $\mu\text{gP/l}$ , общего фосфора до 1677  $\mu\text{gP/l}$ , что на один-два порядка больше, чем среднее содержание этих компонентов (2 и 9  $\mu\text{gP/l}$  соответственно) в озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря [3]. Незначительное превышение этих показателей зафиксировано также и в озерах Южное и Семеновское (табл. 2).

Содержание органических веществ в воде исследуемых городских озер меньше, чем средние показатели в озерах северо-восточной части Мурманской области водосбора Баренцева моря [3] – 62 Pt°, 9.5 мг/л и 7.7 мг/л для цветности, ХПК и  $\text{C}_{\text{орг}}$  соответственно (табл. 2). Вероятно, это связано с тем, что водные массы исследуемых озер формируются за счет поверхностного стока с городской территории, в меньшей степени покрытой почвенно-растительным слоем по сравнению с природными условиями, что уменьшает поступление аллохтонного органического материала. В пользу этого пред-

положения может сказать то, что максимальные значения показателей содержания органического материала, сопоставимые с вышеперечисленными средними показателями озер водосбора Баренцева моря, обнаружены в озере Окуневое, наименее подверженному загрязнению.

Характерной особенностью химического состава поверхностных вод Арктической зоны и Севера России является повышенные концентрации Fe вследствие гумификации водосборов [6]. В воде оз. Окуневое зафиксировано наибольшее содержание Fe (табл. 3), также как и наибольшее содержание органического материала, что может свидетельствовать о преобладающем нахождении Fe в составе коллоидных органических соединений. Fe является биологически активным элементом и может поступать в воду после химического выветривания подстилающих горных пород, разложения органических остатков, а также с промышленными и хозяйственно бытовыми стоками [7]. Высокое содержание Fe отмечено в воде озера Семеновское (более 200 мкг/л), в котором зафиксировано довольно высокое содержание органического материала. Наименьшие концентрации Fe отмечаются в озерах, характеризующихся наибольшим загрязнением, – Ледовое и Южное, а также в озере Среднее. Во всех исследуемых городских озерах содержание Fe выше, чем среднее содержание в озерах водосбора Баренцева моря [8] и Северной Фенноскандии [9].

В воде оз. Ледовое отмечены наибольшие содержания тяжелых металлов Ni, Cu, Zn, Co, As, Mo и W (табл. 3). Это озеро из всех исследуемых озер, судя по содержанию главных ионов, биогенных элементов и тяжелых металлов, подвержено наибольшему антропогенному влиянию и является самым загрязненным. В воде оз. Окуневое, одном из относительно чистых среди изученных озер, отмечено наибольшее содержание Cd и Pb. За редким исключением, содержание всех тяжелых металлов в воде городских озер выше, чем среднее содержание в озерах водосбора Баренцева моря [8], а особенно в озерах Северной Фенноскандии [9].

Наибольшее содержание V было обнаружено в воде озер Среднее и Окуневое (табл. 3), ближе всех расположенных к Мурманской ТЭЦ, на которой в качестве топлива используется мазут, содержащий повышенные концентрации этого элемента. Возможно, наибольшие содержания Cd и Pb в озере Окуневоетакже связаны с выбросами Мурманской ТЭЦ.

Таблица 3 – Средние концентрации (мкг/л) микроэлементов в воде Мурманских озер и озер северо-восточной части водосбора Баренцева моря [8, 9]; нпо – ниже предела обнаружения.

Элемент	Озеро					[8]	[9]
	Семеновское	Среднее	Окуновое	Ледовое	Южное		
V	1,69	3,43	2,98	1,24	0,91	0,67	<0,3
Cr	0,18	0,50	0,70	1,11	0,62	0,50	<0,1
Mn	36,3	9,7	14,8	13,8	14,2	2,09	3,43
Fe	203	75	265	87	64	47	61
Co	0,13	0,10	0,22	0,90	0,18	0,47	0,05
Ni	2,91	6,79	8,99	10,80	5,93	1,06	0,33
Cu	2,49	2,56	3,59	4,88	3,05	0,94	0,41
Zn	2,47	1,03	6,40	7,34	2,50	1,66	1,70
Mo	0,14	0,20	0,11	0,62	0,26	0,55	<0,04
Cd	нпо	0,18	0,56	нпо	0,22	0,36	<0,02
Sb	нпо	2,31	нпо	нпо	нпо	0,69	0,03
W	нпо	нпо	0,0025	0,4725	0,0005	0,61	–
Pb	нпо	14,83	20,73	0,21	15,37	0,47	0,18

В результате исследований гидрохимического состава городских озер Мурманска установлено, что за более чем столетнюю историю существования города химический состав воды озер претерпел значительные изменения. Значительно увеличились значения pH воды по сравнению с фоновыми, что связано с разрушением элементов городских зданий и сооружений и поступлением в повышенных содержаниях главных катионов щелочных и щелочноземельных металлов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ ). Благодаря антропогенному влиянию, в частности поступлению и разложению нефтепродуктов, в воде городских озер значительно увеличилось содержание соединений азотной группы, особенно аммоний-иона, что говорит о формировании восстановительной обстановки, губительно действующей на гидробионты. Наиболее загрязненным среди исследованных озер является Ледовое, в меньшей степени Южное, характеризующиеся наибольшим содержанием вышеперечисленных показателей, а также многих тяжелых металлов. В то же время, в этих озерах отмечается наименьшее содержание органических веществ в связи с угнетением биологических процессов в самих озерах, а также с тем, что водные массы озер формируются за счет поверхностного стока с городской территории, в меньшей степени покрытой почвенно-растительным слоем по сравнению с природными условиями. Дополнительным источником загрязнения городских озер является Мурманская ТЭЦ, на которой в качестве

топлива используется мазут, что проявляется в увеличении содержания V, а также Cd и Pb, в воде озер.

*Работа выполнена за счет средств гранта РФФИ № 19-77-10007.*

### **Библиографический список**

1. Standard method for examination for water and wastewater. 20-th Edition /eds.:L. S. Clescerl, A. E. Greenberg, A. D. Eaton. – American Public Health Association USA, 1999. – 2671 p.

2. Моисеенко Т. И., Родюшкин И. В., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1996. – 263 с.

3. Кашулин Н. А., Сандимиров С. С., Даувальтер В. А., Кудрявцева Л. П. [и др.]. Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Баренцева моря). – В 2 ч. – Ч. 1. Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2010. – 249 с.

4. Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.

5. Большаков Г. Ф. Азоторганические соединения нефти. – Новосибирск : Наука, 1988. – 212 с.

6. Никаноров А. М. Гидрохимия. – СПб. : Гидрометеиздат, 2000. – 444 с.

7. Даувальтер В. А. Гидрохимия озер в зоне влияния стоков производства железорудного сырья // Вестник МГТУ. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 167–176. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-1-167-176>.

8. Базова М. М. Особенности формирования элементного состава вод Кольского Севера в условиях функционирования горнорудных производств // Геохимия. – 2017. – № 1. – С. 92–106. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016752517010022>.

9. Skjelkvåle B. L., Andersen T., Fjeld E., Mannio J., Wilander A., Johansson K., Jensen J. P., Moiseenko T. I. Heavy Metal Surveys in Nordic Lakes; Concentrations, Geographic Patterns and Relation to Critical Limits // Ambio. – 2001. – V. 30, Iss. 1. – P. 2–10.

## Совершенствование систем жизнеобеспечения промышленного здания

**Денисенко Ф. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: fedordenisenko@gmail.com)

**Аннотация.** В работе показывалось, насколько важно правильно рассчитать системы жизнеобеспечения и насколько увеличиваются показатели труда работников в связи с этими расчетами. В частности, правильно подобранная система вентиляции воздуха может увеличить эффективность до 40 %. Также правильно подобранное оборудование, которое учитывает потерю давления в системе обеспечивает рост показателей эффективности.

**Abstract.** The paper shows how important it is to correctly calculate life support systems and how much the labor indicators of workers increase in connection with these calculations. In particular, a properly selected air ventilation system can increase efficiency by up to 40 %. Also, properly selected equipment that takes into account the pressure loss in the system ensures an increase in efficiency indicators.

**Ключевые слова:** строительство, промышленное здание, системы жизнеобеспечения, вентиляция, эффективность

**Key words:** construction, industrial building, life support systems, ventilation, efficiency

Когда погода начинает становиться теплее, люди понимают, что их существующая система вентиляции не так хороша, как должна быть. Маленькие оконные блоки, которые служили в прошлом, просто не производят достаточно прохладного воздуха для удовлетворения текущих потребностей, но отсутствие воздуховодов предотвращает установку большой центральной системы кондиционирования воздуха. Сплит-система вентиляции дает нам лучшее из обоих миров.

Для промышленных зданий в Арктическом регионе с несколькими зонами различных требований к охлаждению/обогреву экономически нецелесообразно предусматривать отдельные системы. С одной зоной для каждой зоны. Для таких случаев подходят многозонные системы. В этих системах весь воздух охлаждается и осушается (летом) или нагревается и увлажняется (зимой) до заданного минимального или максимального соотношения температуры и влажности

Система вентиляции состоит из двух основных частей, компрессора и внутренних блоков. Каждая половина Блока соединена трубами, которые остаются вне поля зрения. Наружная компрессорная установка может находиться на расстоянии до 30 и более метров, что обеспечивает значительную гибкость в планировании. Таким образом, весь шум и вибрация, создаваемые компрессором, могут быть удалены из вашего непосредственного окруже-

ния. Скорость вращения вентилятора, температура и другие характеристики внутреннего сплит-блока управляются нажатием кнопки с дистанционным управлением. Для размещения труб, соединяющих каждую половину блока, в наружной стене просверливается отверстие диаметром менее 10 см.

Зимой тепло обеспечивается тепловым насосом, а не электрическим элементом, что позволяет нагревать помещение с гораздо меньшими затратами, чем при использовании электронагревателя. Разработка проекта вентиляции является важным критерием комфортной работы в нашем регионе.

Целью моих исследований является новый подход к выбору вентиляционного оборудования. С помощью специальных расчетов можно добиться более высокой производительности труда персонала в Арктическом регионе, к чему мы и стремимся.

Воздух, загрязненный вредными газами, парами и аэрозолями, даже при удалении его местными отсосами, как правило, не очищается перед выбросом его наружу. Во избежание загрязнения воздушного бассейна вблизи предприятия удаляемый вентиляцией воздух обычно отводят в возможно более высокие слои атмосферы.

Отведение извлекаемого из помещений воздуха в верхние слои атмосферы особенно существенно при значительном удельном весе удаляемых вредностей, которые, охлаждаясь снаружи, имеют тенденцию опускаться. Этой тенденции в немалой мере способствуют применяемые еще до сих пор зонты над выхлопными вентиляционными трубами. Загрязненность вредными газами приземных слоев атмосферы промышленной площадки (именно эти слои нас интересуют) возрастает при безветрии, а также во время дождя, снегопада, тумана и изморози.

Рели на предприятии имеется высокая труба (60–100 м) и если возможно принять вентиляционные выхлопы в эту трубу, то удаление загрязненного воздуха в верхние слои разрешается просто. Но большей частью это невозможно. Устройство же для каждой вентиляционной системы отводящих труб высотой хотя бы 40–60 м вряд ли реально, ибо количество выхлопов на современных предприятиях достигает нескольких сотен.

Удаление загрязненного воздуха в верхние слои атмосферы наиболее просто осуществляется с помощью так называемого факельного выброса.

Факельный выброс основан на свойстве выходящей из насадки струи – ее дальнобойности. Конструктивное оформление факельного выброса не сложно. Вместо обычного зонты выхлопная труба снабжается плавным конфузором и заканчивается цилиндрическим насадком. За счет уменьшения

сечения скорость выхода воздуха соответственно повышается, что позволяет создать дальнобойную струю. В частном случае при короткой и прямой выхлопной трубе сужения можно не делать. Тогда вся труба будет иметь диаметр, необходимый для создания факела.

Потеря давления па факельный выброс складывается из динамического давления на выходе и из потери давления в конфузоре.

Кроме основного преимущества – отвода вредностей в более высокие слои атмосферы, факельный выброс обладает и иными положительными свойствами. Он компактен благодаря отсутствию громоздкого зонта и может иметь большую высоту над кровлей благодаря отсутствию громоздкого зонта и может быть выведен на большую высоту над кровлей (благодаря меньшему весу и меньшей "парусности").

Применяя факельный выброс, возможно выводить устье насадка на значительную (предельную) высоту над кровлей – до 20 м. Труба такой высоты благодаря отсутствию парусности и относительно небольшому весу легко устанавливается на железобетонной кровле и крепится двумя комплектами растяжек.

Применение факельного выброса возможно не только в промышленной вентиляции, но и при вентиляции непромышленных зданий. Иначе говоря, рекомендуется вовсе отказаться от зонтов над выхлопными шахтами.

В вентиляционной технике всегда оперируют со среднечасовыми величинами. К этому можно прибегнуть и при расчете факельных выбросов, принимая во внимание не максимальную скорость "пульсирующего" ветра, а какую-то среднюю. Для большинства местностей максимальная скорость "пульсирующего" ветра может быть принята равной 5 м/сек. Следовательно, средняя расчетная скорость будет равна 2,5 м/сек. Такую скорость и рекомендуется принимать при расчете вентиляционных факельных выбросов.

Высота подъема вредностей над устьем насадка не является чисто геометрической величиной. Это величина условная, учитывающая не только фактическое возвышение струи, но и значительное снижение концентрации вредностей в струе за счет ее размыва. Следовательно, если учитывать полное количество вредностей, выносимое наружу данным выхлопом (г/ч), вполне логично принимать значение высоты большим, чем ее действительная геометрическая величина.

И, наконец, последнее соображение, которое следует учитывать при расчете факельного выброса. Опыты показывают, что самая высокая концентрация вредностей в размытой струе находится не на оси, а как раз там, где

наблюдаются наиболее устойчивые токи, т. е. на ее поверхности со стороны набегающего потока. Значит, если говорить о части размытой струи, приближающейся к горизонтальному положению, то наибольшая концентрации вредностей окажется на верхней границе факела. А это, в свою очередь, увеличивает величину, так как даже чисто геометрически это высота не до оси струй (как считают некоторые исследователи), а до верхней ее границы.

При сильном ветре, имеющем скорость порядка 10–15 м/сек, факела как такового не образуется и не приходится говорить о каком-то осязательном подъеме струи над устьем насадка. По при таком ветре струя настолько размывается, что концентрации вредностей уменьшаются в сотни раз. Таким образом, факельный выброс эффективен и при сильном ветре.

### **Библиографический список**

1. СНиП 2.04.05-91\* . Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1996.
2. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. – М. : Стройиздат, 1983.
3. Ерёмкин А. И., Королева Т. И. Тепловой режим зданий : учеб. пособие. – М. : Изд-во АСВ, 2000г. – 368 с.
4. Кононова В. П. Отопление и вентиляция цехов пластмасс: учеб. пособие. – Пенза: ПГАСА, 1999. – 67 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1,2 / Богословский В. Н., Пирумов А. И., Посохин В. Н. [и др.] / под ред. Павлова Н. Н., Ю. И. Шиллера. – 4-е изд. ; перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1992. – 319 с.
6. Волков О. Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. [учеб. пособие] – Харьков : Высшая школа, 1989. – 240 с.
7. Сазонов Э. В. Вентиляция общественных зданий: учеб. пособие. – Воронеж : Издательство ВГУ, 1991. – 188 с.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Богословский В. Н., Шепелев И. А., Эльтерман В. М. и др. / Под ред. Староверова И. Г. Изд. 3-е. В 2-х ч. – М. : Стройиздат, 1976. – 429 с.
9. Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефанов Е. М. Проектирование промышленной вентиляции: справочник. – Киев : Будівельник, 1983. – 256 с.



## **Анализ качества воды родника в поселке Причальное (Мурманская область)**

**Синицына К. И. Гапоненков И. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: kristina5596@mail.ru)

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования гидрохимических показателей качества воды родника Причальное в Мурманской области. За период 2017–2019 гг. установлено, что химический состав воды в исследуемом роднике крайне редко не соответствовал требованиям нормативных документов. В статье также предложены рекомендации по эксплуатации нецентрализованного источника водоснабжения.

**Abstract.** The paper presents the results of the study of hydrochemical indicators of water quality of the Prichalnoe spring in the Murmansk region. During the period of 2017–2019 it was established that the chemical composition of water in the studied spring rarely did not meet the requirements of regulatory documents. The article also offers recommendations for the operation of a non-centralized water supply source.

**Ключевые слова:** питьевая вода, родник, качество воды, гидрохимические показатели, сухой остаток

**Key words:** drinking water, spring, water quality, hydrochemical indicators, solids

Питьевая вода – важнейший фактор здоровья человека. По данным Организации объединенных наций (ООН) от дефицита воды страдает более 40 % мирового населения [1], и эта цифра постоянно растет. Питьевая вода стремительно превращается во все более дефицитный природный ресурс. Тем не менее вопрос больше стоит не в количестве питьевой воды, а в ее качестве.

В Российской Федерации (РФ) водопотребление достаточно высокое. Среди регионов федерального округа Мурманская область (МО) занимает первое место по бытовому водопотреблению на душу населения [2]. На территории МО эксплуатируются 68 источников централизованного водоснабжения [3]. Но водопроводная вода по своим санитарно-гигиеническим показателям не всегда соответствует нормативным требованиям. Поэтому в последнее время население области стало самостоятельно решать проблему с качественной питьевой водой, используя для этих целей подземные воды родников.

Родниковый источник в поселке Причальное круглый год используются местным населением для питья, хотя общеизвестно, что подземные воды могут подвергаться интенсивному загрязнению. Исходя из этого факта, анализ качества родниковых вод является чрезвычайно актуальным.

*Целью исследования* является анализ показателей качества воды родника в поселке Причальное.

Родник располагается в поселке Причальное Мурманской области. Каптажное сооружение выполнено в виде деревянной беседки-домика, из которой сделан отвод в виде металлической трубы. Подход к роднику проложен деревянным помостом (рис. 1).



Рисунок 1 – Родник в п. Причальное

Пробы родниковой воды отбирались ежемесячно с октября 2017 г. по июнь 2018 г. и с ноября 2018 г. по май 2019 г. Контроль качества воды осуществлялся по следующим гидрохимическим показателям: цветность, общая жёсткость, общая щёлочность, окисляемость перманганатная (ПОК), хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ), нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ), сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), железо общее, кальций, фосфаты, сухой остаток. Анализ родниковой воды по перечисленным показателям проводился согласно утвержденным методикам измерений и ГОСТам.

Все полученные в ходе лабораторных исследований результаты сопоставлялись с нормами качества СанПиН 2.1.4.1175-02 "Гигиенические требования к качеству воды централизованного водоснабжения" [4] и СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения" [5]. В табл. 1 представлены результаты лабораторного анализа качества воды родника Причальное.

Таблица 1 – Концентрации загрязнителей в воде родника п. Причальное

<i>р. Причальное</i>	Октябрь 2017	Ноябрь 2017	Декабрь 2017	Январь 2018	Февраль 2018	Март 2018	Апрель 2018	Май 2018	Июнь 2018	Ноябрь 2018	Декабрь 2018	Январь 2019	Февраль 2019	Март 2019	Апрель 2019	Май 2019
Цветность, градусы	5	8	6	7	4	5	2	3	3	0	0	0	3	6	2	3
ПОК, мг/дм <sup>3</sup>	3,78	3,43	3,08	3,08	3,52	2,99	3,43	3,26	1,32	0,26	0,26	0,26	0,44	0,26	0,26	0,26
Общ. жесткость, мг-экв./дм <sup>3</sup>	1,2	1,38	1,22	1,3	1,12	1,32	1,32	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,04	1,04	1,04	1,06
Общ. щелочность, мг-экв./дм <sup>3</sup>	1,4	1,4	1,2	0,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	0,5	1,2	0,9	0,9	1,2
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	10,64	<10	<10	<10	14,18	11,34	10,64	7,80	9,22	9,2	9,2	<10	9,2	7,8	7,8	7,9
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	17,65	21,53	23,0	12,71	5,73	10,58	8,52	5,01	4,80	6,54	6,54	9,0	7,61	5,46	6,0	7,40
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	3,09	0,83	0,43	0,35	0,2	0,47	<0,1	0,13	0	<0,1	<0,1	<0,1	0,18	0,51	0,18	0,15
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03	0,05
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	<0,05	0,32	0,43	0,09	0,21	0,25	0,15	0,25	1,7	1,63	1,49	1,42	2,36	1,63	3,13
Общ. железо, мг/дм <sup>3</sup>	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,12	0,12	0,17	0,21	0,13	0	0	<0,05	0	0,08	<0,05	0
Кальций (Ca), мг/дм <sup>3</sup>					14,43	14,03	12,83	12,42	12,83	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,42	12,42
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>					69	242	180	2292	151	32	106	176	162	170	222	192

**Выводы:**

1) Большинство исследованных гидрохимических показателей качества воды родника п. Причальное в Мурманской области за период октябрь 2017 – май 2019 соответствовали нормативным требованиям. Из 184 отобранных на анализ образцов лишь одна проба по показателю сухого остатка не отвечала санитарным нормам (рис. 2).

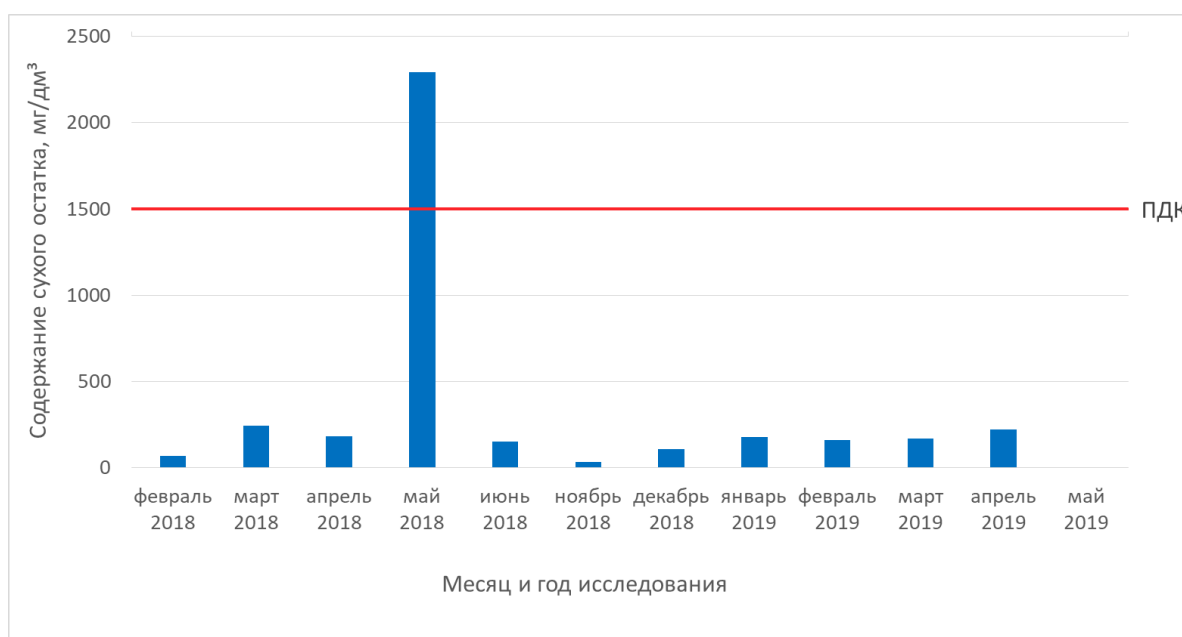


Рисунок 2 – Массовые концентрации сухого остатка в воде родника п. Причальное

В мае 2018 г. было выявлено превышение ПДК по сухому остатку в 1,5 раз. Такое увеличение сухого остатка можно оправдать тем, что природа родниковых вод инфильтрационная и в период обильного снеготаяния и выпадения осадков вода фильтруется через почву и земные слои, вымывая из них соли, которые и попадают в подземные воды. Повышенное содержание растворенных в воде солей – сухого остатка – не представляет большой опасности для здоровья человека, однако это указывает на непригодность воды к использованию из эстетических соображений. Таким образом, в случае превышения допустимого значения величины сухого остатка воды требуется ее дополнительная очистка с помощью фильтров.

2) Содержание хлоридов и сульфатов в воде родника колебалось от 7 до 15 мг/дм<sup>3</sup> и от 4 до 23 мг/дм<sup>3</sup> соответственно, что не превышало ПДК. Вариабельность этих показателей характерна для подземных вод и связана в основном с вымыванием солей из горных пород и выпадением атмосферных осадков.

3) Беря во внимание тот факт, что превышение ПДК по гидрохимическим показателям качества воды фиксировалось лишь один раз (в мае 2018 г.), можно сделать вывод о том, что вода пригодна для питьевого использования.

*Рекомендации.* Необходим регулярный санитарный контроль за подземным источником водоснабжения. Рекомендуется использование фильтров по очистке воды и кипячение воды перед непосредственным ее использованием.

### **Библиографический список**

1. Организация объединенных наций. Вода. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/ru/sections/issues-depth/water/index.html> (дата обращения 12.05.2018).

2. Родники, колодцы, ключи, святые источники Мурманской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svyato.info/7665-rodniki-kljuchi-istochniki-murmanskojj-oblasti.html> (дата обращения 12.05.2018)

3. Доклад Министерства ПР и экологии по МО "О состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2016 г." [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mpr.gov-murman.ru/activities/okhrana-okruzhayushcheysredy/00.condition/index.php> (дата обращения 12.05.2018)

4. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Введ. 2003-03-01. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 31 с.

5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – Введ. 2002-01-01. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 90 с.

## **Перспективное направление очистки сточных вод физико-химическим методом с использованием биофлокулянтов**

**Тришина А. С., Васильева Ж. В.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: legostaeva-93@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрено перспективное направление использования внеклеточных полимерных веществ (ВПВ) активного ила (АИ) в технологиях физико-химической очистки сточных вод. Использование таких ВПВ в качестве флокулянтов позволяет решить экологические, технологические и гигиенические проблемы использования синтетических флокулянтов.

**Abstract.** The article considers the promising direction of the use of extracellular polymeric substances (EPS) of activated sludge (AS) in the technologies of physicochemical wastewater treatment. The use of EPS as flocculants can solve the environmental, technological and hygienic problems of using synthetic flocculants.

**Ключевые слова:** внеклеточные полимерные вещества, избыточный активный ил, биофлокулянты, очистка сточных вод

**Key words:** extracellular polymeric substances, excess active sludge, bioflocculants, wastewater treatment

Прогрессирующая химизация биосферы, массовое производство новых бионеприемлемых, бионеразлагаемых веществ и вовлечение в биохимический круговорот токсичных агентов ставит актуальную задачу поиска новых альтернативных подходов к решению задач как производственного, так и природоохранного характера.

Одной из тенденций в этой области является использование вторичных ресурсов в качестве исходного сырья для получения большого числа химических компонентов, которые могут служить альтернативой химически синтезируемым, бионеразлагаемым, опасным в биосферном отношении веществам.

Уже сегодня за рубежом в нефте- и горнодобывающей, текстильной, пищевой, фармацевтической, химической промышленности и медицине широко используются внеклеточные полимерные вещества (ВПВ) микроорганизмов, или "extracellular polymeric substances (EPS)", продуцируемые значительным количеством бактерий и грибов. Внеклеточные биополимеры представлены экзополисахаридами, белками (в том числе ферментами), гликолипидами, фосфолипидами, липополисахаридами и нуклеиновыми кислотами [1; 2; 3].

Микробные внеклеточные биополимеры, по мнению I.W. Sutherland и D.C. Ellwood (1979), являются полимерами будущего [4].

Перспективным направлением использования ВПВ является применение их в технологиях физико-химической очистки сточных вод в качестве альтернативы традиционно применяемым синтетическим полимерам. Известно, что эффективными флокулянтами загрязнений сточных вод являются синтетические органические и неорганические полимеры, которые широко используются при подготовке воды для технических и бытовых нужд, очистке промышленных и бытовых сточных вод. Типичными представителями их являются полиакриламид, полиэтиленоксид, полиэтиленимин, полидиметиламиноэтилметакрилат и другие одно- и многокомпонентные синтетические реагенты [5; 6]. Несмотря на широкую распространенность и относительную дешевизну, они имеют ряд существенных недостатков, а именно: устойчивость к биологической деструкции, токсичность и канцерогенность, обусловленные остаточными количествами мономеров. Указанные недостатки должны ограничивать или исключать применение синтетических флокулянтов, которые могут представлять прямую угрозу здоровью и жизни человека, угрозу устойчивого существования водных и наземных экосистем.

Значимым решением проблем является использование в процессах физико-химической очистки сточных вод биоразлагаемых и нетоксичных внеклеточных полимеров.

Промышленное производство бактериальных внеклеточных биополимеров в развитых зарубежных странах (США, ФРГ, Франция, Япония и др.) достигло крупных масштабов. Ежегодный прирост производства биополимеров микробного происхождения в мире составляет в среднем 10 %. Потребность в этих полимерах постоянно растет, однако спрос на них удовлетворяется не полностью [7–9].

В России производство микробных ВПВ не отвечает постоянно возрастающей потребности различных отраслей промышленности, медицины и сельского хозяйства в этих биополимерах. Крайне актуальным является создание крупнотоннажного производства этих биополимеров [9].

Однако, промышленное получение бактериальных внеклеточных биополимеров связано как с дороговизной культивирования специфичной микробной биомассы, так и с дороговизной функционирования технологий синтеза микробных продуктов.

В то же время существует очевидный ресурс получения значительных количеств биомасс микроорганизмов и продуктов их синтеза. Так сооружения биологической очистки сточных вод производят ежедневно значительные количества избыточного активного ила, который представляет собой консорциум микроорганизмов различных систематических групп микромицетов, дрожжей, бактерий, которые в свою очередь являются естественными продуцентами экзобиополимеров [1]. В настоящее время этот ресурс не находит соответствующего практического применения и является крупнотоннажным отходом [10]. Таким образом, сооружения биологической очистки стоков являются крупнотоннажными биореакторами для производства биомассы, синтезирующей ВПВ.

Целью ряда исследовательских работ, осуществляемых в течение последних лет на кафедре техносферной безопасности МГТУ является разработка новых аспектов физико-химических методов очистки сточных вод с использованием биомасс микроорганизмов и продуктов их синтеза. Этапами работ являются:

1. Скрининг и выбор методов интенсифицирующих выделение внеклеточных полимерных субстанций микробными сообществами избыточного активного ила.
2. Выбор оптимальных параметров стимулирующей обработки микроорганизмов, выделения и концентрирования экзополимеров.
3. Получение биопрепаратов внеклеточных полимерных веществ (ВПВ).
4. Отработка технологии и установление оптимальных параметров применения разработанных препаратов ВПВ в рамках физико-химической очистки сточных вод.

В частности, апробированы и реализованы несколько серий технологий извлечения внеклеточных полимерных веществ из биомассы активного ила из сооружений очистки сточных вод Кольского полуострова. Анализ химического состава полученных ВПВ и исследование их флокулирующей способности подтверждает возможность использования избыточного активного ила как сырья для получения эффективных биофлокулянтов.

Исследование характеристик, полученных внеклеточных полимерных веществ выявило зависимость количественного выхода компонентов состава ВПВ и их качественных характеристик от разных факторов, влияющих на состояние исходного биоценоза избыточного активного ила.



Проведены исследования эффективности использования ВПВ для очистки сточных вод в отношении минеральных загрязнений, результаты которых показали эффективность очистки сточных вод до 79,3 % по методу Курана [11]. Также проведены исследования зависимости эффективности очистки минеральных загрязнений в зависимости от концентрации ВПВ. Проведены исследования эффективности использования ВПВ для очистки сточных вод в отношении органических загрязнений (эффективность очистки достигала 71 % по БПК), а также исследования эффективности использования ВПВ для очистки сточных вод от тяжелых металлов (максимальная степень удаления ионов металлов в сточной воде до 97 %).

Результаты проведенных исследований доказывают высокую эффективность биофлокулянтов в очистке сточных вод как с минеральными загрязнениями, так и с органическими. Большое влияние на эффективность биофлокулянтов оказывает технология извлечения ВПВ из АИ.

Использование ВПВ активного ила в качестве флокулянтов позволяет решить экологические, технологические и гигиенические проблемы использования синтетических флокулянтов при сохранении преимуществ физико-химических методов реагентной очистки вод.

### **Библиографический список**

1. Wingender Jost [et al.]. What are Bacterial Extracellular Polymeric Substances? // *Microbial Extracellular Polymeric Substances. Characterization, Structure and Function* / eds.: Wingender J., Neu T. R., Flemming H.-C. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999. – P. 15. – DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-60147-7>.

2. Staudt C. [et al.]. Volumetric measurements of bacterial cells and extracellular polymeric substance glycoconjugates in biofilms // *Biotechnology and Bioengineering*. – 2004. – Vol. 88, Iss. 5. – P. 585–592. – DOI: <https://doi.org/10.1002/bit.20241>.

3. More T. T. [et al.]. Extracellular polymeric substances of bacteria and their potential environmental applications // *Journal of Environmental Management*. – 2014. – Vol. 144. – P. 1–25. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.010>.

4. Sutherland I. W., Ellwood D. C. Microbial exopolysaccharides industrial polymers of current and future potential // *Microbiol. Technol. Curr. State Fu-*

ture Prospects: Abstr. 29th Symp. Soc. Gen. Microbiol. – Cambridge, 1979b. – P. 107–150.

5. Инженерное оборудование зданий и сооружений : энциклопедия / под ред.: С. В. Яковлева [и др.]. – М. : Стройиздат, 1994. – 677 с.

6. Шефтель В. О., Дышиневи́ч Н. Е., Сова Р. Е. Токсикология полимерных материалов – Киев: Здоровье, 1988. – 216 с.

7. Sutherland I.W. Enhancement of polysaccharide viscosity by mutagenesis // J. Appl. Biochem. – 1979. – Vol. 1. – P. 60–71.

8. Babu R., O'Connor K., Seeram R. Current progress on bio-based polymers and their future trends // Progress in Biomaterials – 2013. – Vol. 2, Iss. 1. – DOI: <https://doi.org/10.1186/2194-0517-2-8>.

9. Бухарова Е. Н. Экзополисахарид *Raenibacillus polymyxa* 88A: получение, характеристика и перспективы использования в хлебопекарной промышленности: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.07, 03.00.23 – Саратов, 2004. – 189 с.

10. Гудков А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод : учеб. пособие. – Вологда : ВоГТУ, 2002. – 127 с.

11. Kurane R., Takeda K., Suzuki T. Microbial Flocculants. Part I Screening for and characteristics of microbial flocculants // Agricultural and Biological Chemistry. – 1986. Vol. 50, Iss. 9. – P. 2301–2307. – DOI: <https://doi.org/10.1271/abb1961.50.2301>.

## **Экологическая безопасность окружающей среды при загрязнении нефтепродуктами**

**Тульская С. Г., Петрикеева Н. А., Чуйкин С. В.** (г. Воронеж, ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела, e-mail:tcdrnkfyf2014@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены экологическая безопасность загрязнения окружающей среды нефтепродуктами в ходе разлива из резервуаров. Разлив нефтепродуктов связан с мгновенным разрушением вертикального стального резервуара. Несмотря на прогресс, достигнутый в резервуаростроении, вопрос обеспечения надёжности при проектировании резервуарных конструкций остаётся актуальным.

**Abstract.**The article deals with the environmental safety of pollution of the environment by oil products during the spill from the tanks. Oil spill is associated with instant destruction of the vertical steel tank. Despite the progress made in tank construction, the issue of reliability in the design of tank structures remains relevant. Выделите текст, чтобы посмотреть

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, экологический ущерб, окружающая среда, нефтепродукты, резервуар

**Key words:** ecological safety, ecological damage, environment, oil products, reservoir

**Введение.** Высокую экологическую опасность для жизни и здоровья человека представляет риск крупных техногенных аварий, одна из опасностей связана с разливом нефтепродуктов в резервуарных парках. Несмотря на прогресс, достигнутый в резервуаростроении, вопрос обеспечения надёжности при проектировании резервуарных конструкций остаётся актуальным. В этих сложных инженерно-технических сооружениях зачастую случаются разливы нефтепродуктов, связанные с мгновенным разрушением вертикального стального резервуара (РВС). Мощный поток продукта разрушает обвалование (ограждение) резервуара одного, группу или выходит за пределы территории парка, что приводит к катастрофе. Разлив нефти и нефтепродуктов достигает десятков и сотен гектар и представляет угрозу здоровью людей. При разливе, токсичные вещества накапливаются в растительности, животных, поступают в окружающую среду (если разлив сопровождается пожаром). Все это приводит к значительным экологическим проблемам окружающей среды.

**1. Экологический ущерб, нанесенный окружающей среде в результате разрушения резервуара.** Повышенный экологический риск несут аварии с разливом нефти и нефтепродуктов, сопутствующий пожаром. В атмосфере

возникает сильное тепловое излучение, взрывы и выбросы загрязняющих веществ (рис. 1).



Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду в результате пожара в резервуарном парке

В целях защиты окружающей среды в резервуарных парках должны проводиться мероприятия по сокращению выбросов токсических веществ. В результате выброса в резервуарном парке выделяются вредные вещества, такие как: углеводороды; оксид углерода; оксиды серы; азота; взвешенные вещества.

В целях снижения загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ необходимо осуществлять мероприятия по сокращению потерь нефти и нефтепродуктов, к основным из которых относятся:

- оснащение резервуаров понтонами;
- герметизация резервуаров, дыхательной арматуры;
- окраска наружной поверхности резервуаров отражающей краской;

- одновременная окраска внутренней и внешней поверхности резервуара;
- слив нефти и нефтепродукта в железнодорожные цистерны под уровнем;
- нижний налив цистерн и автоматизация процесса.

В случае разрушения технологического оборудования произойдёт разлив нефти и нефтепродуктов и наибольший экологический ущерб получит почва, водоемы и окружающая среда (рис. 2). Чтобы предотвратить катастрофу, необходимо особое внимание уделять планировке резервуарных парков и техническому состоянию оборудования.



Рисунок 2 – Разлив нефтепродуктов в резервуарном парке

Предлагаемое в настоящей работе техническое решение, а именно планировка резервуарного парка позволит предотвратить аварийную ситуацию разлива нефтепродукта при полном разрушении вертикального стального резервуара. Правильный подход в определении расстояния между резервуарами и группами, способствует уменьшению экологического последствия техногенной аварии. Необходимо рассчитать расстояние так, чтобы даже при разрушении и разливе одного резервуара другие оставались не затронутыми.

**2. Планировка резервуарного парка.** Задача планировки включает в себя установление объёмов резервуарных групп, размещение групп в парках и разработку схемы обвалования (ограждения) резервуарных групп и парка в целом (рис. 3).

Решение этих вопросов осуществляется с учётом объёма резервуаров, видов и свойств хранимого нефтепродукта, а также конструкции их крыш.

При необходимости включения в группу резервуаров разного типа, имеющих различные размеры и объёмы, принимают наибольшую величину  $l_c$ .

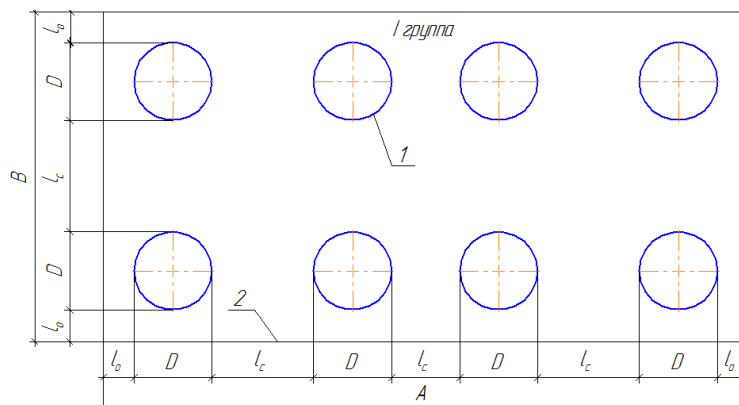


Рисунок 3 – План-схема расположения резервуаров в группах:  
1 – резервуары в группе; 2 – осевая линия ограждения

Расстояние между стенками ближайших резервуаров  $l_r$ , которые расположены в соседних группах, должно быть:

– резервуары стальные вертикальные, наземные с объемом  $V_p \geq 20000 \text{ м}^3$ ,  
 $l_r = 60 \text{ м}$ ;

– резервуары стальные вертикальные, наземные с  $V_p < 20000 \text{ м}^3$ ,  
 $l_r = 40 \text{ м}$ .

Наземные резервуары объёмов  $V_p \leq 400 \text{ м}^3$ , проектируемые в составе общей группы, располагают на одной площадке или фундаменте общей вместимостью  $V_{pn} \leq 4000 \text{ м}^3$  каждая, при расстоянии  $l_c$  не нормируется, а расстояние  $l_r = 15 \text{ м}$ . Расстояние от этих резервуаров до резервуаров объёмом  $V_p > 400 \text{ м}^3$  принимают в соответствии с таблицей [1], но не менее 15 м.

В группах наземных резервуаров по периметру должно предусматриваться замкнутое земляное обвалование шириной по верху не менее 0,5 м или может быть ограждающая герметичная кирпичная или железобетонная стена, рассчитанная на гидростатическое давление разлившегося продукта из самого крупного резервуара группы. При этом свободный от застройки объём ограждённой территории,  $V_k$  определяется по расчётному объёму разлившегося продукта из резервуара:

$$V_k \geq V_{PBC \max}, \quad (1)$$

где  $V_{PBC \max}$  – номинальный объём самого крупного резервуара в группе (рис. 4).

Высота  $h_o$  ограждения резервуарной группы должна быть на 0,2 м выше уровня расчётного объёма разлившегося продукта, принимается (см. рис. 4):

- не менее  $h_{o,\min} = 1,0$  м для резервуаров с объёмом  $V_p < 10000$  м<sup>3</sup>;
- не менее  $h_{o,\min} = 1,5$  м для резервуаров с объёмом  $V_p \geq 10000$  м<sup>3</sup>.

Расстояние  $l_o$  от стенок резервуаров до подошвы внутреннего откоса обвалования или до ограждающей стенки принимается (см. рис. 3):

- не менее 3,0 м – для резервуаров с объёмом  $V_p < 10000$  м<sup>3</sup>;
- 6 м – для резервуаров с объёмом  $V_p \geq 10000$  м<sup>3</sup>.

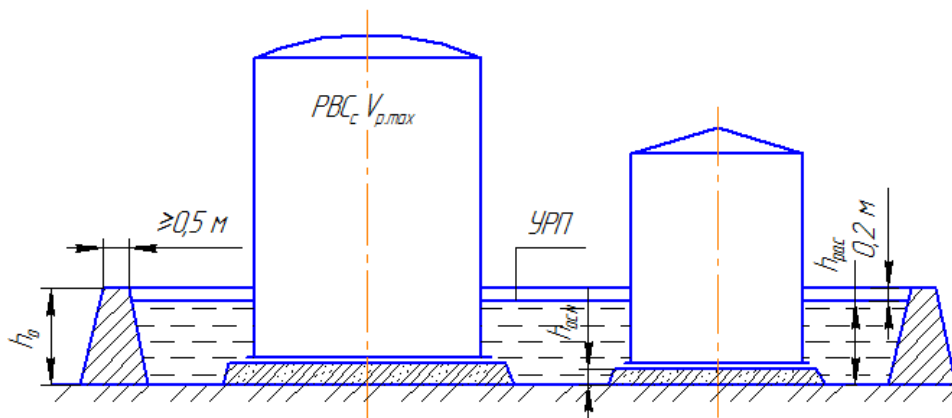


Рисунок 4 – Схема обвалования (ограждения) резервуарных групп (УРП – уровень разлившегося продукта)

Конструктивная высота обвалования определяется по формуле:

$$V_k = A \cdot B \cdot h_{o,\text{расч.}} - h_{\text{осн.}} \cdot \sum \pi \cdot (r_1^2 + r_2^2 + \dots) = V_{PBC \text{ max}}, \quad (2)$$

$$h_{o,\text{расч.}} = \frac{V_{PBC \text{ max}} + h_{\text{осн.}} \cdot \sum \pi \cdot (r_1^2 + r_2^2 + \dots)}{A \cdot B}, \quad (3)$$

$$h_{o,\text{конст.}} = h_{o,\text{расч.}} + 0,2, \quad (4)$$

где  $A$  и  $B$  – размеры сторон ограждённой территории под резервуарную группу (рис. 3);  $r_1^2, r_2^2$  – радиусы резервуаров в группе;  $h_{o,\text{расч.}}$  – расчётная высота ограждения группы резервуаров;  $h_{o,\text{конст.}}$  – конструктивная высота ограждения группы резервуаров;  $h_{\text{осн.}}$  – высота основания резервуаров, принимается  $h_{\text{осн.}} = 0,5$  м.

Замкнутым земляным валом или стеной высотой 0,8 м ограждается группа из резервуаров с  $V_p \leq 400$  м<sup>3</sup> общей вместимостью  $V_{pn} \leq 4\,000$  м<sup>3</sup>. Расстояние  $l_o$  в этом случае, как и  $l_c$ , не нормируется.

В пределах одной резервуарной группы внутренними земляными валами или стенкой отделяются: каждый РВС с  $V_p \geq 20\,000\text{ м}^3$  и несколько меньших РВС с  $\Sigma V_p \geq 20\,000\text{ м}^3$ ; резервуар или группа резервуаров с мазутом и маслом от РВС с другими нефтепродуктами; РВС для хранения этилированных бензинов, от других резервуаров группы. При этом высоту внутреннего вала или стенки принимают равной 1,3 м для РВС с  $V_p \geq 10\,000\text{ м}^3$  и 0,8 м – для остальных РВС.

Число рядов резервуаров в группе принимается равным четырём, если  $V_p < 1\,000\text{ м}^3$ ; трём, если  $V_p$  от  $1\,000\text{ м}^3$  до  $10\,000\text{ м}^3$ , и двум – при  $V_p \geq 10\,000\text{ м}^3$ .

В каждую группу наземных резервуаров, располагаемых в два и более рядов, предусматривается заезд вовнутрь обвалования передвижной пожарной и ремонтной техники. При этом планировочная отметка проектной части заезда должна быть на 0,2 м выше уровня расчётного объёма разлившегося продукта.

Правилом [2] предусматриваются сооружение и эксплуатация резервуаров с защитной стеной. В этом случае для отдельных резервуаров, их групп и в целом резервуарного парка общее обвалование (ограждение) не требуется.

**Вывод.** Резервуарные парки являются одними из основных хранилищ нефти и нефтепродуктов. Увеличение объёма добычи и переработки нефти вызывает увеличение объёмов резервуарных парков. Несмотря на осуществление мероприятий по разливу нефтепродуктов в резервуарных парках в них происходят аварии [3–6]. Этот факт свидетельствует о том, что проблема защиты данных объектов требует дальнейшего усовершенствования. Необходимо разработать комплекс мероприятий по локализации групповых разливов нефтепродуктов в резервуарном парке где будет учтен ряд мероприятий:

- планировка резервуарного парка с учётом объёма резервуаров, конструкции крыш, видов и свойств хранимого нефтепродукта;
- расчет расстояний между стенками ближайших резервуаров;
- расчет конструктивной высоты обвалования (ограждения) резервуарных групп.

Правильно выполненный комплексный расчет предотвратит групповой разлив и обеспечит сохранность других рядом стоящих резервуаров.

### Библиографический список

1. СП 155.13130.2014. Свод правил склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности. – Москва, 2013.– 55 с.



2. ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов (взамен ПБ 03-381-00). Федеральный горный и промышленный надзор России, 2003. 73 с.

3. Мелькумов В. Н., Сотникова О. А. Экологическая безопасность и технико-экономическая эффективность предприятий по сжиганию твердых бытовых отходов городов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 4. – С. 167–181.

4. Мелькумов, В. Н. Пожарная безопасность взрывоопасных помещений // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 2. – С. 178–183.

5. Тульская С. Г., Петров С. А. Альтернативная тепловая изоляция резервуаров с помощью жидких керамических теплоизоляционных покрытий // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2016. – № 2 (23). – С. 71–77

6. Тульская С. Г., Чуйкин С. В., Петров С. А. Подогрев и вероятная температура нефтепродуктов в резервуарах при хранении // Молодой ученый. – 2016. – № 21. – С. 226–228.

## **Анализ динамики загрязняющих веществ в хозяйственно-бытовых сточных водах предприятия N**

**Фомина Е. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техносферной безопасности, e-mail: *elefom2015@yandex.ru*)

**Аннотация.** В современных условиях особенно важным является вопрос негативного воздействия недостаточно очищенных сточных вод на водные объекты Арктического региона, ввиду особой уязвимости водных экосистем Севера и особенностей гидрохимического состава поверхностных вод этого региона. Целью работы является анализ неудовлетворительной работы очистных сооружений и оценка состава и качества очистки хозяйственно-бытовых сточных вод предприятия N.

**Abstract.** The issue of the negative impact of wastewater on the water bodies of the Arctic region is especially important due to the particular vulnerability of the aquatic ecosystems. The aim of the work is to analyze the unsatisfactory operation of wastewater treatment plants and assess the composition and quality of treatment of household wastewater of enterprise N.

**Ключевые слова:** водный объект, очистные сооружения, промышленное предприятие, нормативы допустимого сброса хозяйственно-бытовые стоки, очистка сточных вод

**Key words:** water body, treatment facilities, industrial enterprise, wastewater treatment

**Введение.** Вода является важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используется и охраняется в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на ее территории [1; 2].

Одним из источников загрязнения и засорения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий. Сточные воды – это пресные воды, изменившие после использования в бытовой и производственной деятельности человека свои физико-химические свойства и требующие отведения. В понятие "сточные воды" входят различные по происхождению, составу и физико-химическим свойствам воды, которые использовались человеком для бытовых и технологических нужд. При этом вода получила загрязнения, и ее физико-химические свойства изменились. Сточные воды разнообразны по составу и, следовательно, по свойствам. По своей природе загрязнения сточных вод подразделяются на органические, минеральные, биологические. Органические загрязнения – это примеси растительного и животного происхождения. Минеральные загрязнения – это кварцевый песок, глина, щелочи, минеральные кислоты и их соли, минеральные масла и т. д. Биологические и бактериальные загрязнения – это различ-

ные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные – возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии и др. [3; 4].

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно – бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

В соответствии с действующим законодательством все сточные воды должны перед сбросом в водоем подвергаться очистке от токсичных примесей. Для выполнения этих требований в зависимости от состава сточных вод применяются различные методы и способы [1; 2].

Очистка сточных вод – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения – сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода). Сточные воды промышленных предприятий очищают основными методами: механическими, химическими, физико-химическими, электрохимическими и биологическими (биохимическими). Выбор схемы очистки определяется рядом факторов, включающих показатели очищаемого стока, возможность утилизации примесей и повторного использования воды для производственных нужд, состояние водоема, качество воды в нем и т. д. [5].

Рассматриваемое в данной работе предприятие N расположено на берегу залива. Общая протяженность водного объекта составляет 54,7 км. Предприятие имеет 12 выпусков сточных вод. В данной работе рассмотрен выпуск № 1, где отводятся хозяйственно-бытовые сточные воды. Сточные воды проходят очистку на станции биологической очистки с продленной аэрацией (СБО), производительностью 700 м<sup>3</sup>/сут. Запуск в эксплуатацию и пуско-наладочные работы очистных сооружений были выполнены в 1982 г. Обратного водоснабжения не предусмотрено.

**Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.** Хозяйственно-бытовые воды двумя насосными станциями подаются на площадку очистных сооружений. На площадке сточные воды собираются в камере гашения, которая служит для перевода сточных вод из напорного в самоотечный режим. Их камеры сточные воды направляются в песколовку, кото-

рая служит для улавливания ВВ минерального происхождения. Выгрузка осадка осуществляется гидроэлеваторами на песковые площадки. Дренажные воды площадок собираются в приемный резервуар дренажных вод и далее перекачиваются в усреднитель. Из песколовки сточные воды направляются в усреднитель, служащий для усреднения сточных вод по расходу и концентрации загрязнений. Из усреднителя сточные воды забираются насосами и направляются в 2-х секционный блок емкостей (аэротенк, отстойник, контактный резервуар), служащий для биологической очистки сточных вод и контакта их с раствором хлора. Далее воды направляются в узел доочистки, для доочистки стоков от ВВ и частично по БПК. Следующим этапам очистки является обеззараживание. Обеззараживание избыточного ила осуществляется на центрифугах с последующей дегельментизации осадка. Очищенные сточные воды сбрасываются в дренажную ливневую канализацию и далее в залив.

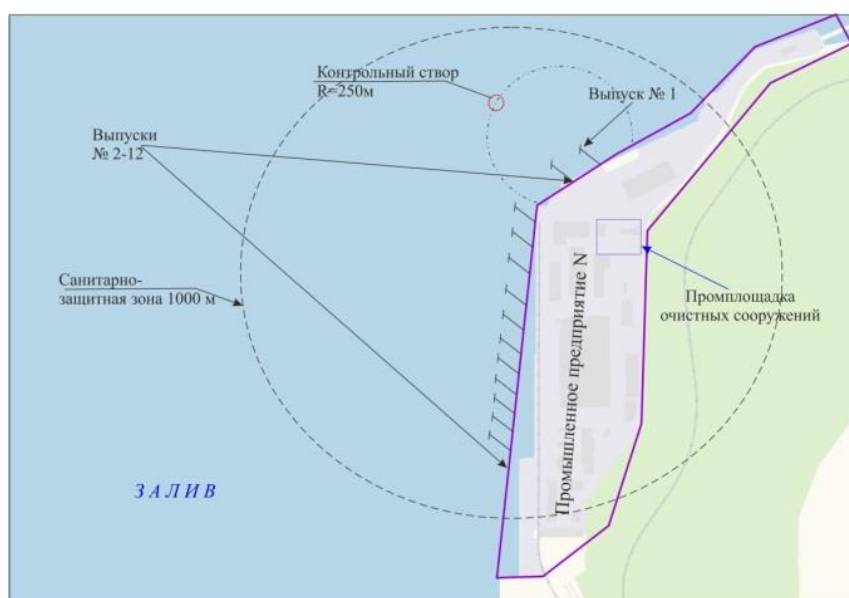


Рисунок 1 – Ситуационный план местности с привязкой территории предприятия N

На предприятии N существует утвержденный соответствующими органами Проект НДС, однако проведенный анализ показал, что существующие сооружения и технологии очистки не всегда позволяют соответствовать показателям, установленным в Проекте.

В 2018 г. объем загрязненных сточных вод, сброшенный в водный объект предприятием N, составил 99.9 тыс. м<sup>3</sup>. В табл. 1 представлены максимальные значения содержания загрязняющих веществ и микроорганизмов в хозяйственно-бытовых сточных водах (разрешенные и фактически выпускаемые).

Таблица 1 – Содержание загрязняющих веществ в хозяйственно-бытовых стоках предприятия N

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ и показателей	Содержание загрязняющих веществ (мг/дм <sup>3</sup> ) (разрешенное)	Содержание загрязняющих веществ (мг/дм <sup>3</sup> ) (фактическое)
1	Взвешенные вещества	21,9	49,6
2	Нефтепродукты	0,29	0,31
3	СПАВ	0,28	0,24
4	Аммоний-ион	7,28	4,42
5	Нитраты	9,97	11,4
6	Фосфаты (по Р)	0,16	0,20
7	Сухой остаток	8002	9938
8	Нитриты	0,96	0,57
9	БПК полн.	12,3	14,3

Анализ содержания взвешенных веществ в сточных водах предприятия за разные годы позволил установить следующее: колебания показателей взвешенных веществ находятся в пределах цифр одного порядка, что показывает на достаточно устойчивый источник этого вида загрязнений. Содержание взвешенных веществ в сточных водах в 2018 г. испытывает значительные колебания, причем очевидные пики наблюдаются с февраля по май, падение содержания взвешенных веществ до установленной нормы наблюдается в летние периоды (июнь, июль), следующий пик приходится на август. С сентября по январь содержание взвешенных веществ находится на одном уровне – 40–50 мг/дм<sup>3</sup>. Снижение содержания взвешенных веществ приходится на периоды выполнения работ по очистке основных узлов СБО (производится очистка аэротенков, песколовки, КНС) с целью исключения вторичного загрязнения стоков.

Содержание сухого остатка в сточных водах с января по июль в 2018 г. находится уровне НДС – 4000–8000 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальное значение содержания сухого остатка приходится на август, далее значения уменьшаются до ноября. Так же скачек содержания сухого остатка наблюдается в декабре. Соответственно в первом квартале 2019 г. стоит так же ожидать превышение значений. Возможно, большое содержание сухого остатка свидетельствует о большом объеме прихода морской воды из залива из за негерметичной канализационной сети.

Содержание БПК в сточных водах предприятия N незначительно превышает установленные показатели НДС, один пик значений приходится на ок-

тябрь. Анализируя содержания БПК за период 2016–2018 г. можно сделать вывод о относительно ровных значения не сильно превышающих значения НДС, за исключением пикового значения в июне 2016 г. Данное пиковое значение возможно связано с погрешностью проведения опыта. Увеличение показателя БПК по сравнению с НДС вероятно связано с нарушением работы аэротенка и ограничением функций активного ила, который в данный момент в аэротенке не функционирует.

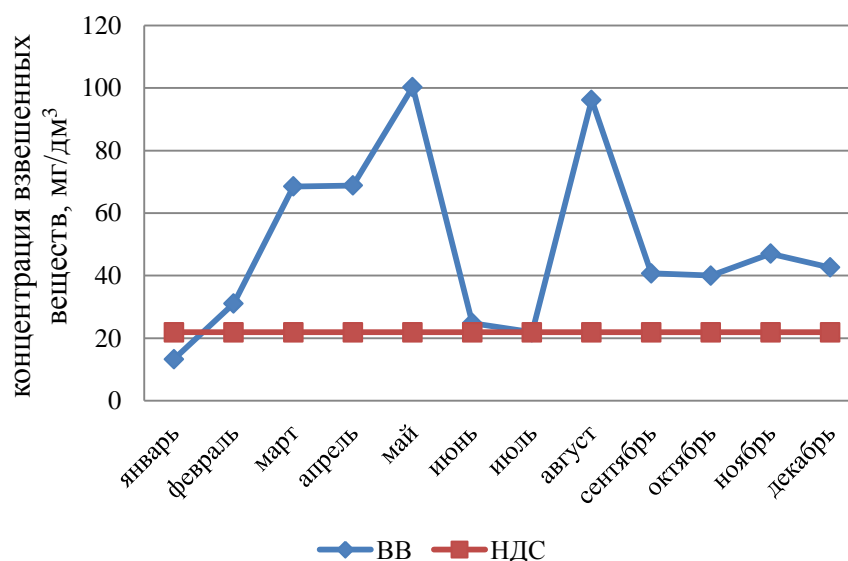


Рисунок 2 – График значений содержания взвешенных веществ в 2018 г.

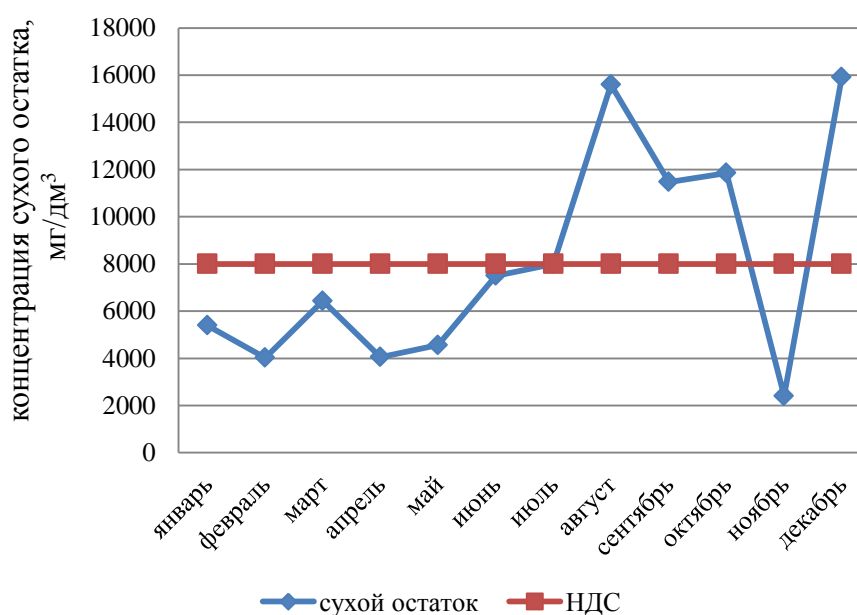


Рисунок 3 – График значений содержания сухого остатка в 2018 г.

Превышение допустимого значения загрязняющих веществ на рассмотренном предприятии N, в первую очередь, связано со смешиванием сточных вод предприятия с солеными водами залива, из-за аварийного состояния канализационной сети предприятия. Канализационные сети разгерметизированы, вследствие чего происходит смешивание соленой воды со сточными водами в результате приливно/отливных процессов, происходящих на водном объекте. Биологически активный ил, используемый в очистных сооружениях, не может функционировать в соленой воде, вследствие чего очистные сооружения не справляются с поставленной задачей. Так же отсутствие в технологической схеме "работающего" биологически активного ила приводит к увеличению концентраций других показателей (нитрат-ион, БПК).

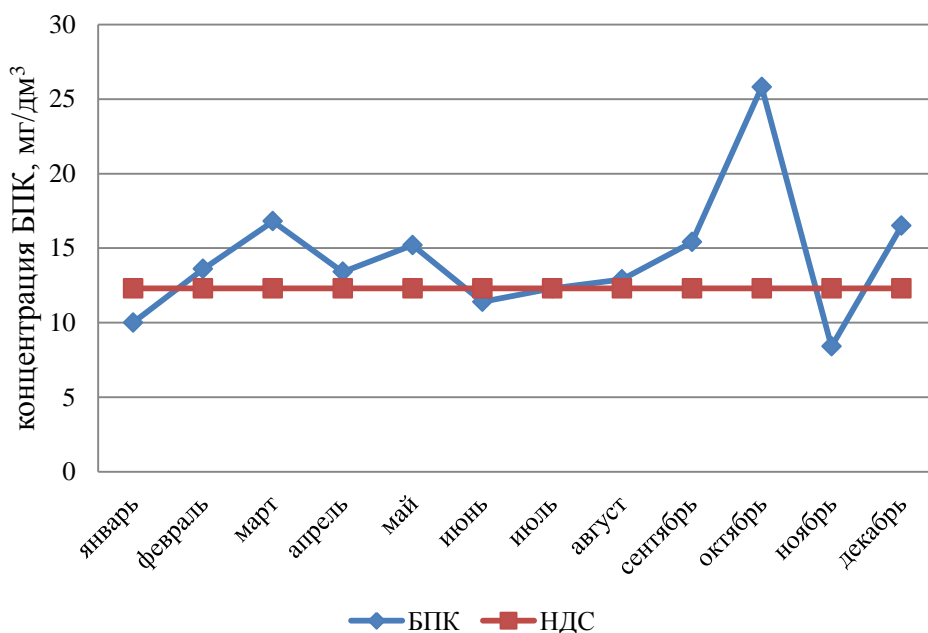


Рисунок 4 – График значений содержания БПК в 2018 г.

Так же проблемой являются устаревшие очистные сооружения. В настоящее время качество очистки сточных вод на данных очистных сооружениях не соответствует требованиям на сброс по ряду показателей. Для рассмотренного предприятия полная замена очистных сооружений невозможна, в связи с большим штатом сотрудников. Целесообразным для улучшения эффективности очистных сооружений в целях дальнейшего снижения показателей по взвешенным веществам и сухому остатку (после ремонта канализационных сетей) пересмотреть узла доочистки СБО и обеззараживания.

Например, для удаления взвешенных веществ можно рассмотреть ввод дополнительного узла в технологическую схему очистки. Для очистки сточ-

ных вод от взвешенных веществ большинство предприятий применяют механические методы с коагулированием и флокулированием и без: процеживание, отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование, флотацию, фильтрование. Для выделения грубых крупнодисперсных частиц загрязняющих веществ, а также попавшего в воду мусора большинство предприятий устанавливают в лоток, по которому отводятся сточные воды, решётки, чаще всего – с ручным съёмом задержанных веществ. Иногда решётки устанавливают в колодце и в приёмных резервуарах насосных станций. Мелкодисперсные взвешенные загрязняющие вещества предприятия удаляют главным образом в отстойниках. На большинстве предприятий используют горизонтальные отстойники, которые компактны и поэтому при равных гидравлических нагрузках (в сравнении с другими отстойниками) занимают меньшие площади [6].

**Заключение.** Рациональное использование водных ресурсов – это, прежде всего охрана водных пространств от загрязнения, а так как промышленные стоки занимают первое место по объёму и ущербу, который они наносят, то именно в первую очередь необходимо решать проблему их сброса. Ввиду стремительно развивающихся отраслей промышленности, роста населённых пунктов, численности населения потребление водных ресурсов неумолимо растёт, также в результате процесса водопользования увеличиваются объёмы сточных вод. Именно поэтому особое значение имеет развитие современной системы водоотведения бытовых и производственных сточных вод, обеспечивающих высокую степень защиты, окружающей нас среды от всевозможных загрязнений. Эффективное удаление всевозможных видов загрязнений из сточных вод позволит обеспечить наиболее благоприятные условия использования водных ресурсов во всех сферах антропогенной деятельности.

### **Библиографический список**

1. Воспроизводство и использование природных ресурсов: гос. Программа Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ 15.04.2014 N322: в редакции 31.03.2017 №384 [Электронный ресурс]// КонсультантПлюс. – Режим доступа: [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).

2. О федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 гг.": Постановление Правительства РФ от 19.04.2012 г. N350: с изменениями на 13.08.2016 [Электронный ресурс]// КонсультантПлюс. – Режим доступа: [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).



3. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 3. изд., доп. и перераб. – М. : Издательство ассоциации строительных вузов, 2009. – 702 с.

4. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. для вузов: – М. : Из-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

5. Кривошеин Д. А., Кукин П. П., Лапин В. Л. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков : учеб.пособие. – М. : Высшая школа, 2003. – 344 с.

6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – Бюро НТД, 2015.

## **Исследование возможности улучшения агрохимических свойств почв при использовании удобрения из рыбных белковых гидролизатов**

**Широнина А. Ю., Яшкина А. А., Тагиева А. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологической безопасности, e-mail: nussy131@rambler.ru)

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования возможности применения ферментативных рыбных гидролизатов в качестве удобрения для улучшения агрохимических свойств почв. Производство такого удобрения позволит частично решить проблему утилизации рыбных отходов в Арктическом регионе.

**Abstract.** The article discusses the possibility of using enzymatic fish hydrolyzate from fish processing wastes as an agricultural fertilizer to improve agrochemical properties of soils. The production of such fertilizer is one of the ways to solve the problem of fish waste utilization in the Arctic region.

**Ключевые слова:** рыбный гидролизат, ферментативный гидролиз, утилизация рыбных отходов, Арктический регион

**Key words:** Fish hydrolyzate, enzymatic hydrolysis, fish waste utilization, Arctic region

Плодородие – это одно из самых важных свойств почвы, которое формируется благодаря целому комплексу происходящих в ней процессов, в том числе биологической активности. Плодородие зависит от широкого спектра внешних и внутренних факторов, влияющих на почву: глинистости, уровня pH, влажности, рельефа местности, содержания органических и неорганических питательных веществ, климата и т. д. [1].

Согласно докладу о состоянии и использовании земель в Мурманской области в 2015 г. доля земель сельскохозяйственного назначения в области составляет 2857 тыс. га, однако более 95 % этой площади используется для ведения северного оленеводства [2]. Благодаря расположению в высоких широтах, суровому климату и относительно короткому теплему периоду года почвы Кольского полуострова отличаются невысокой биологической активностью и низким плодородием для сельскохозяйственных растений. Ситуация усугубляется в урбанизированных районах, где почва подвержена негативному воздействию в результате хозяйственной деятельности.

К основным приемам повышения плодородия относятся рациональное применение азото- и фосфоросодержащих органических и минеральных удобрений.

В период с 1990 по 2010 гг. в почвы Кольского полуострова ежегодно вносилось более 13 т/га органических удобрений, в основном навоза и торфа, что позволило поддерживать высокий уровень органических веществ в поч-

вах (до 7,3 %). В последние годы от торфа постепенно отказались и средняя доза удобрений снизилась до 11,7 т/га. Также в указанный период отмечается положительный баланс азота и фосфора, однако его интенсивность за последние 20 лет заметно снижается [3].

Одним из видов удобрений, способных поддержать плодородие почв, может служить белковый рыбный гидролизат (продукт гидролиза рыбных белков), произведенный из отходов рыбопереработки. Подобные удобрения широко используются в зарубежных странах для подкормки сельскохозяйственных и декоративных культур, однако в России данная технология практически не применяется [4]. С другой стороны производство рыбных гидролизатов позволит так же частично решить проблему утилизации рыбных отходов, которые в большом количестве образуются в Мурманской области.

В качестве сырья в работе использовали отходы переработки трески (*Gadus morhua morhua*), выловленной в Баренцевом море. В качестве катализатора использовали ферментный препарат, выделенный из гепатопанкреаса камчатского краба. Препарат представляет собой однородный пылеобразный порошок бежевого цвета. Протеолитическая активность не менее 0,5 ЕД. Ферментативный гидролиз проводили в течение 3 часов при температуре 50 °С и рН 6,5 ÷ 7 и атмосферном давлении. Концентрация ферментного препарата ( $C_{фп}$ ) составляла 6 г/кг<sub>сырья</sub> [5].

Для определения степени гидролиза (СГ) использовали расчетный метод, основанный на определении аминного ( $N_{ам}$ ) и общего ( $N_{общ}$ ) азота и вычислении соотношения:  $(N_{ам} / N_{общ}) \times 100 \% = СГ$ . Массовую долю аминного азота определяли методом формольного титрования. Определение массовой доли общего азота проводилось на анализаторе "Кьельтек". Оптическую плотность раствора гидролизата определяли на анализаторе КФК-3 При длине волны 280–320 нм. Содержание органических веществ определяли по ГОСТ 27980-88 "Удобрения органические. Методы определения органического вещества". Содержание фосфора – по ГОСТ 26717-85 "Удобрения органические. Методы определения общего фосфора".

Для изучения отклика растительных организмов на подкормку полученным экспериментальным удобрением проведено фитотестирование по методике [6]. В качестве тест-культур для фитотестирования использовали редис "Французский завтрак" (почвы для этой культуры предпочтительны рыхлые, легкие, с реакцией рН 5,5–7,0) и салат Кучерявец одесский" (предпочтительны рыхлые, перегнойные, с нейтральной реакцией рН 7). В качестве

контрольного образца при исследовании свойств полученных гидролизатов использовали коммерческое органо-минеральное удобрение на основе биогумуса с содержанием азота – 11 % и фосфора – 10 %, рН 6–7.

Полученный ферментативный белковый гидролизат представляет собой прозрачную жидкость желтоватого цвета с легким запахом рыбы.

В процессе гидролиза происходит постепенное разрушение молекул рыбного белка под действием ферментного препарата с образованием полипептидов и свободных аминокислот. Соответственно увеличивается степень гидролиза – параметр, характеризующий степень гидролитического расщепления белковых молекул (рис. 1). В первые полчаса процесс идет наиболее интенсивно, а затем постепенно замедляется, что связано с автопротеолизом молекул фермента со снижением его протеолитической активности. Максимальная степень гидролиза белков трески, которая может быть достигнута за 3 часа составляет 40–42 %.

По результатам химического анализа ферментативного белкового гидролизата на содержание органического вещества установлено, что с увеличением продолжительности и степени гидролиза количество органического вещества в рыбном гидролизате растет. При гидролизе в течение 3 часов Максимум его составляет 59,4 % и наблюдается в пробе гидролизата, с наибольшей степенью гидролиза.

Изменение содержания в пробах гидролизата фосфора также напрямую зависит от времени. В течение 3 часов гидролиза количество фосфора в растворе гидролизата увеличивается и по истечению этого периода составляет 1,66 %. Содержание общего азота в гидролизате незначительно увеличивается в процессе гидролиза рыбного сырья. При ферментативном гидролизе отходов трески его значения достигают 3,3 %

При пересчете содержания общего азота и фосфора гидролизате на сухое вещество получены следующие значения, позволяющие сравнить полученное экспериментальное удобрение с коммерческим удобрением на основе биогумуса, используемым в качестве контрольного образца (табл. 1).

Таблица 1 – сравнение характеристик полученного экспериментального удобрения с контрольным образцом

Образец	Содержание %			рН
	Общий азот	фосфор	Органические вещества	
Экспериментальное удобрение	33	16	59,4	6,58
коммерческое удобрение	11	10	40	6–7

Такие компоненты улучшают физические свойства почв и их структуру. Кроме того, внесение органических удобрений способствует регуляции биологических процессов в почве, улучшающих корневое питание растений. Из таблицы видно, что по своим свойствам ферментативный рыбный гидролизат не уступает коммерческому удобрению, а, следовательно, может быть использован для подкормки сельскохозяйственных культур.

Образование аминокислот способствует снижению рН раствора гидролизата пропорционально росту степени гидролиза (рис. 1). Среда становится более кислой по сравнению с негидролизованным сырьем, и в течение 3 часов рН изменяется с 7,4 до 6,58. Однако установившееся значение рН 6,58 превышает средневзвешенную кислотность (рН) почв, сельскохозяйственного назначения в Мурманской области (на 01.01.2016 г. этот показатель составлял 5,0) [7].

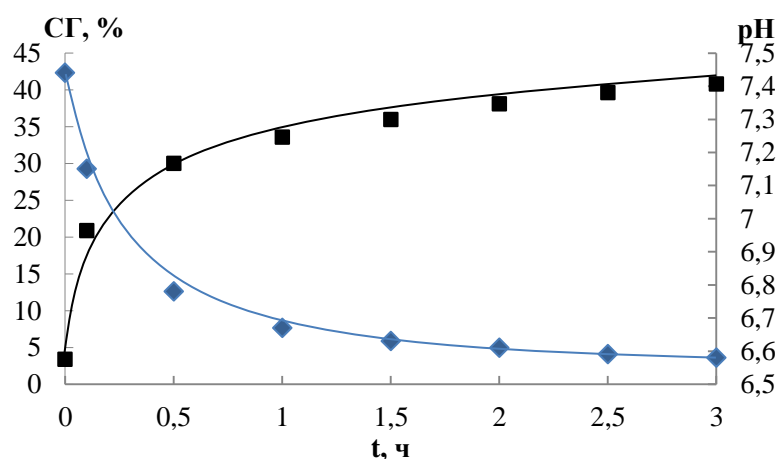


Рисунок 1 – Зависимость степени гидролиза трески и рН гидролизата от времени

Можно сделать предположение, что при использовании рыбного белкового гидролизата в качестве удобрения кислотность почвы может быть снижена, что сделает ее пригодной для выращивания сельскохозяйственных культур, чувствительных к этому параметру.

Исследование оптической плотности раствора гидролизата показало, что в течение 3 часов гидролиза рыбных белков оптическая плотность раствора гидролизата изменяется пропорционально росту степени гидролиза, увеличиваясь с 0,49 до 2,39. Это свидетельствует о том, что увеличением продолжительности гидролиза рыбного белка увеличивается и содержание растворенных веществ в жидкой фазе системы, что делает их доступными для поглощения и усвоения растительными организмами.

В результате фитотестирования проведено сравнение всхожести и развития тест-культур, выращенных на ферментативном белковом гидролизате

и на коммерческом органо-минеральном удобрении. Были произведены замеры длины корней и стеблей растений. У тест-культуры "Салат" наблюдаются следующие особенности развития корней: у образцов, выращенных с использованием удобрения на основе рыбного гидролизата, длина корней небольшая по сравнению с образцами, для проращивания которых использовали коммерческое удобрение. Длина побегов, выращенных на экспериментальном и на коммерческом удобрении сопоставима в тех случаях, когда за основу экспериментального удобрения был взят гидролизат с низкой степенью гидролиза, полученный в течение первых полутора часов гидролиза. Дальнейшее увеличение времени привело к получению образцов удобрения, в меньшей степени влияющего на рост и развитие побегов, несмотря на то, что содержание азота и фосфора в них было выше (рис. 2).

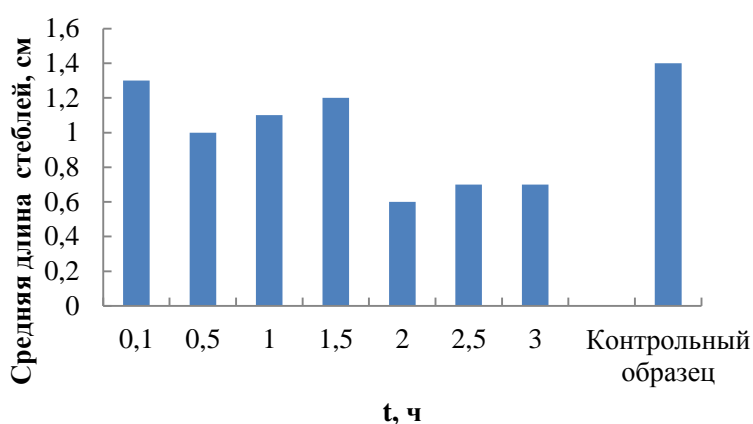


Рисунок 2 – длина стебля тест-культуры "салат"

При использовании в качестве удобрения белковых рыбных гидролизатов у проростков тест-культуры "редис" наблюдались более короткие, но более развитые корни по сравнению с образцами, для удобрения которых использовали коммерческий органо-минеральный комплекс на основе биогумуса. Длина стеблей проростков при использовании обоих видов удобрения сопоставима в том случае, если для подкормки растений использовали гидролизаты с низкой степенью гидролиза, полученные в течение первых 10–15 минут гидролиза. Однако дальнейшее увеличение продолжительности гидролиза при производстве экспериментального удобрения ведет к уменьшению побегов, а, следовательно, является нецелесообразным.

На основании результатов исследования можно сделать вывод о том, что в качестве удобрения для подкормки сельскохозяйственных культур может быть использован ферментативный белковый гидролизат с низкой степенью расщепления белковых молекул, полученный в первые 10–90 минут

гидролиза. Применение такого удобрения позволяет улучшить агрохимические свойства почвы, такие как содержание органических веществ, а также необходимых растительным организмам азота и фосфора. Результаты всхожести обеих тест-культур составила 100 %. Развитие побегов происходит активно.

В том случае, когда для подкормки тест-культуры "редис" использовали удобрение на основе рыбного белкового гидролизата, наблюдалось более интенсивное развитие корневищ, чем при использовании коммерческого удобрения, что может способствовать увеличению жизнеспособности растений. Корневища тест-культуры "салат" развивались на экспериментальном удобрении в меньшей степени по сравнению с коммерческим удобрением. Это может быть связано с разной восприимчивостью растений к органо-минеральным комплексам и с необходимостью подбирать подходящее удобрение для разных растительных культур.

### **Библиографический список**

1. Орлов Д. С. Бирюкова О. Н., Суханова Н. И. Органическое вещество почв Российской Федерации. – М. : Наука. – 1996. – 253 с.
2. Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение. – М. : Высшая школа. – 1972. – 480 с.
3. Переверзев В. Н. Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова. – М. : Наука. – 1987. – 306 с.
4. Process of preparing soil additive of fertilizer from fish. Beckley, M., Robinson, P., Ormsby, W., Neale, M.; Hydrallogic Systems, Inc., Barrie (CA) : Pat. No: US 7,678,171 B2; Appl. No: 11/382,446, – Date of Patent: 16.03.2010. – 6 p.
5. Мухин В. А., Новиков В. Ю. Выделение, очистка и характеристика комплекса протеиназ из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodescamtschatica* // Тез. докл. 10-й научн.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава МГТУ. – Мурманск : МГТУ, 1999. – С. 354–355.
6. Петранцова К. Ю., Яшкина А. А. Способ биотестирования почв и почвенных вытяжек с помощью растительных тест-объектов [Электронный ресурс] // Теоретические и прикладные вопросы биохимии и микробиологии: материалы науч.-практ. конф., Мурманск, 20 мая 2014 г. / под ред. И. В. Усковой. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. – С. 30–34.
7. Нестеркин М. Г., Хлуднева Н. Н. Состояние плодородия почв Мурманской области // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – №1б. – С. 10–14.

## **Сравнение компостов и вермикомпостов на основе осадков сточных вод по содержанию в них подвижных форм металлов и солей**

**Яшкина А. А., Орешникова И. Е., Петкилёв О. А.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра техно-сферной безопасности, e-mail: pna\_yashkina@mail.ru)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены компосты и вермикомпосты, полученные на основе осадков сточных вод (ОСВ). Рецептуры компостных смесей включают различные компоненты, являющиеся органическими наполнителями. Проведен анализ полученных компостов и вермикомпостов, в результате которого было определено содержание в них подвижных форм металлов и солей.

**Abstract.** Composts and vermicomposts which production is based on wastewater sludge are discussed in this paper. The compoundings of composting mixes include different components such as organic fillers. The analysis of composts and vermicomposts determined the content of metals and salts movable forms.

**Ключевые слова:** компостирование, вермикомпостирование, металлы, соли, компосты, вермикомпосты

**Key words:** composting, worm composting, metals, salts, compost, vermicompost

Во всем мире компостирование является наиболее распространенным методом обработки отходов. И для этого есть веские причины, ведь этот способ переработки отходов способен решать такие проблемы, как неприятный запах, сокращение количества болезнетворных микроорганизмов, улучшить плодородность почв, рекультивировать полигоны ТБО и т. д. В условиях нехватки сырья для производства минеральных удобрений, в первую очередь фосфорных, ОСВ могут быть потенциальным резервом для получения элементов питания, а также решением проблем накопления ОСВ.

Компостирование – биотермический процесс разложения органических веществ ОСВ, осуществляемый под действием аэробных микроорганизмов с целью обеззараживания, снижения влажности, стабилизации и подготовки осадков к утилизации в качестве удобрения. Аэробный процесс сопровождается выделением теплоты с саморазогреванием компостируемой массы и испарением влаги. Компосты перспективно готовить из смеси ОСВ с влагопоглощающими органосодержащими материалами такими как опилки, лигнин, кора, солома злаковых культур, которые также являются массовыми отходами сельского хозяйства, деревообрабатывающей промышленности.



### Объект исследования

Объектом исследования являлись вермикомпостные и компостные смеси на основе осадков сточных вод с различными растительными добавками (табл. 1).

Таблица 1 – Состав компостных смесей

Состав компостной смеси	Объемное соотношение компонентов смеси
ОСВ + опилки	1:1
ОСВ + бумага	1:1
ОСВ + дробина	1:1
ОСВ + водоросли	1:1

ОСВ – осадки первичного отстойника станции очистных сооружений канализации посёлка Мурмаши-3. Опилки – сухая стружка с деревоперерабатывающего производства. Дробина – пивная дробина сухая. Водоросли – сухая измельченная биомасса бурых водорослей *Fucus Vesiculosus*. Бумага – измельченная бумажная макулатура.

### Схема эксперимента

Предварительное компостирование способствует улучшению физических свойств субстрата, снижает неприятный запах и способствует гомогенизации смеси. Компосты "созревали" в течении 60 дней. В период созревания компоста производилось его механическое перемешивание с помощью пластиковых лопаток. Каждый имеющийся из четырех образцов компостных смесей различными наполнителями был разделен в равных количествах на 2 части. Одна продолжила компостироваться как было ранее, в другую часть были занесены дождевые черви в количестве 10 особей в каждую смесь.

Процесс компостирования продолжался в течение еще 156 дней, общий период компостирования составил – 216 дней, период вермикомпостирования – 156 дней.

По итогу компостирования и вермикомпостирования можно отметить, что полученное удобрение стало более гомогенным, но смеси, в которые были внесены черви имеют более рыхлую структуру. Все образцы полностью пригодны для механического внесения в почву.

Пробы компостов и вермикомпостов для агрохимического анализа высушивались до воздушно-сухого состояния, растирают в ступке пестиком до состояния пудры и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм.

## Результаты и выводы

В ходе исследовательской работы были заготовлены компостные и вермикомпостные смеси, после чего проведен анализ, полученных смесей на содержание в них следующих элементов: сульфаты и хлориды; кальций и магний; тяжелые металлы. Данный анализ дает возможность получить сведения о количественном содержании важных для растений элементов питания, а также оценить наличие в них загрязнителей в виде тяжелых металлов. В результате проведенных агрохимического анализа полученных компостных и вермикомпостных смесей были получены данные, представление ниже.

По результатам химического анализа компостной и вермикомпостной смеси на содержание кальция и магния (рис. 1 и 2) установлено, что наибольшее количество кальция содержится в компостной смеси с наполнителем "бумага", процентное содержание кальция в данном случае – 1,4 %. Как видно на представленных диаграммах наибольшее содержание магния отмечается в компостной смеси с наполнителем "опилки", процентное содержание кальция в данном случае – 1,4 %. Для вермикомпостов установлено, что наибольшее количество кальция содержится в смеси с наполнителем "бумага", процентное содержание кальция в данном случае – 0,95 %. На представленных диаграммах видно, что наибольшее содержание магния отмечается в смеси с наполнителем "водоросли", процентное содержание кальция в данном случае – 1,1 %.

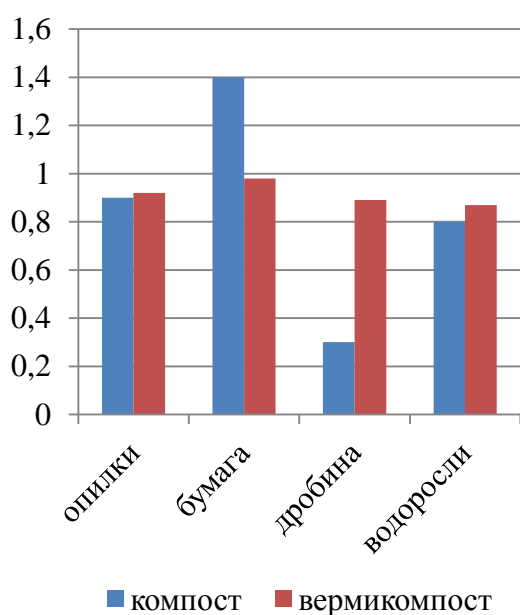


Рисунок 1 – Содержание кальция в компостных смесях, %

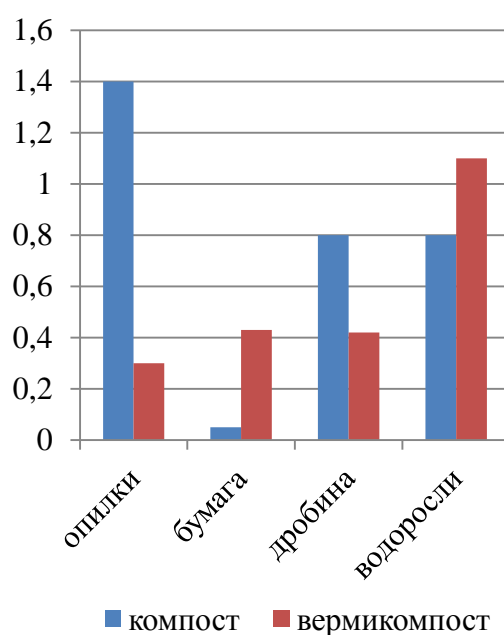


Рисунок 2 – Массовое содержание магния в компостных смесях, %

При проведении анализа на содержание хлоридов и сульфатов получены результаты, представленные далее в виде диаграмм (рис. 3 и 4).

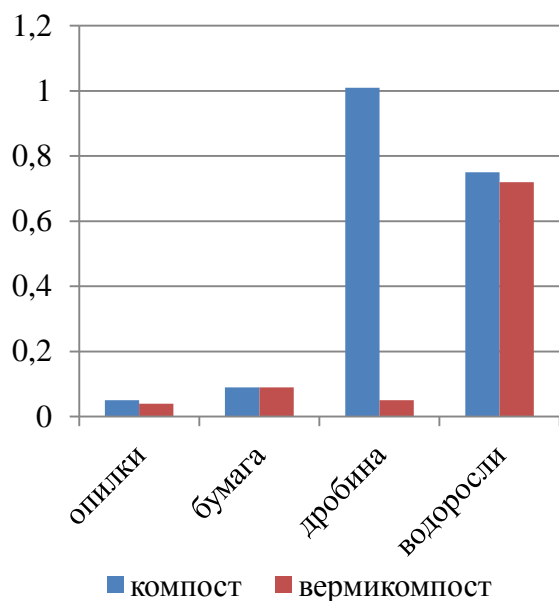


Рисунок 3 – Массовое содержание хлоридов в компостных смесях, %

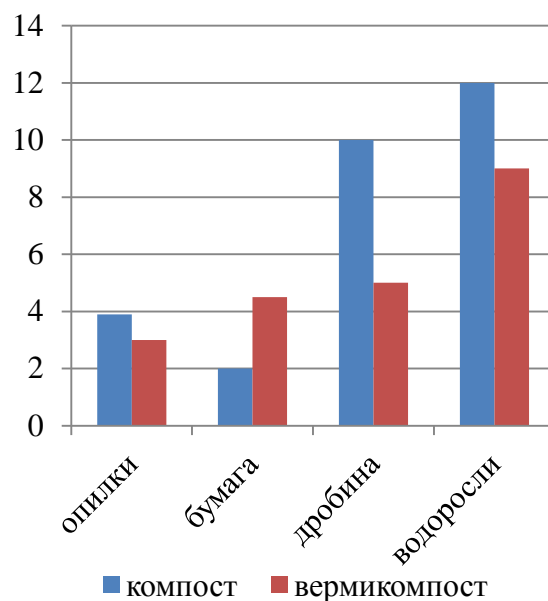


Рисунок 4 – Массовое содержание сульфатов в компостных смесях, %

Содержание хлоридов наибольшее для компостной смеси с добавлением пивной дробины, для вермикомпоста – с добавлением водорослей. Наибольшее содержание сульфатов отмечается в компостах и в вермикомпостах с добавлением водорослей.

Результаты определения содержания тяжёлых металлов в пробах компостов и вермикомпостов представлены далее в виде диаграмм (рис. 3 и 4).

В результате проведенного анализа, можно сделать вывод о содержании тяжелых металлов в компостных и вермикомпостных смесях. По содержанию меди ПДК (3 мг/г) превышает компост с добавлением опилок. Содержание марганца находится в пределах ПДК во всех смесях, наибольшее значение в компосте с добавлением опилок и вермикомпосте с добавлением бумаги, наименьшее – в компосте "бумага" и вермикомпосте "водоросли". Содержание железа не нормируется, но можно сделать вывод о том, что наибольшее количество содержится в компосте с добавлением опилок, а наименьшее с водорослями. В вермикомпостах наибольшее значение в пробе "водоросли", а наименьшее в пробе "бумага". Содержание цинка во всех смесях превышает ПДК (23 мг/г). Наибольшее количество данного металла содержится в компосте с добавлением бумаги, а наименьшее с во-

дорослями. В вермикомпостах наибольшее значение в пробе "водоросли", а наименьшее в пробе "бумага".

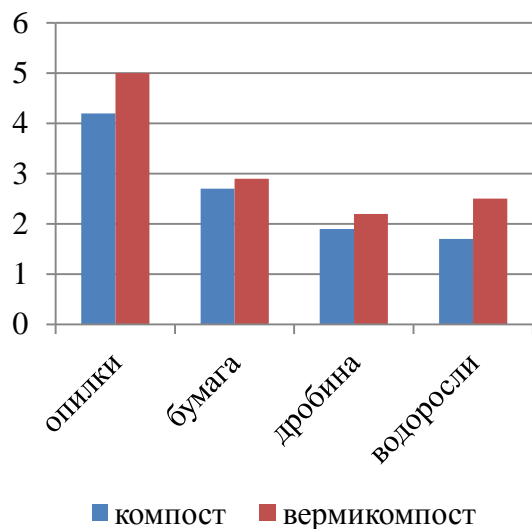


Рисунок 5 – Содержание меди (мг/г) в каждой компостной смеси

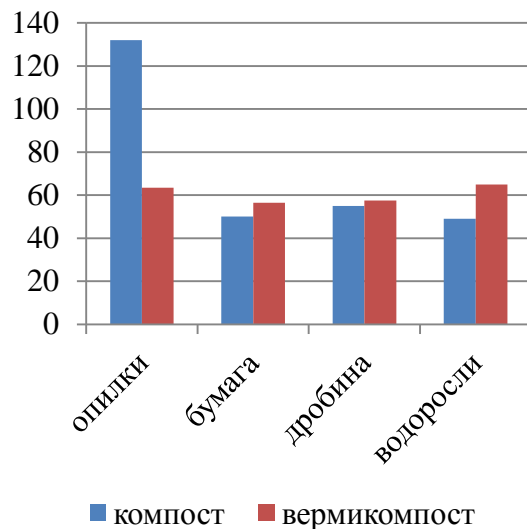


Рисунок 7 – Содержание железа (мг/г) в каждой компостной смеси

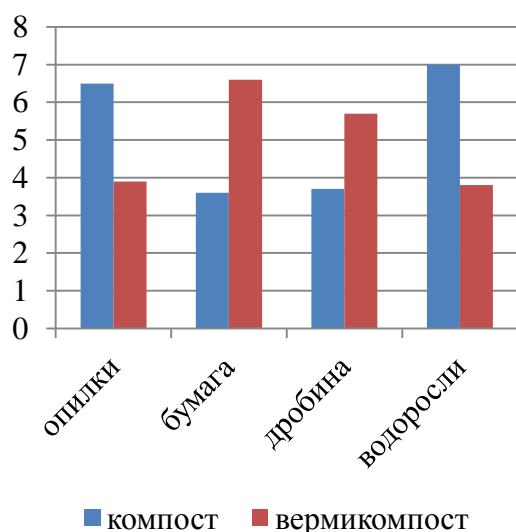


Рисунок 6 – Содержание марганца (мг/г) в каждой компостной смеси

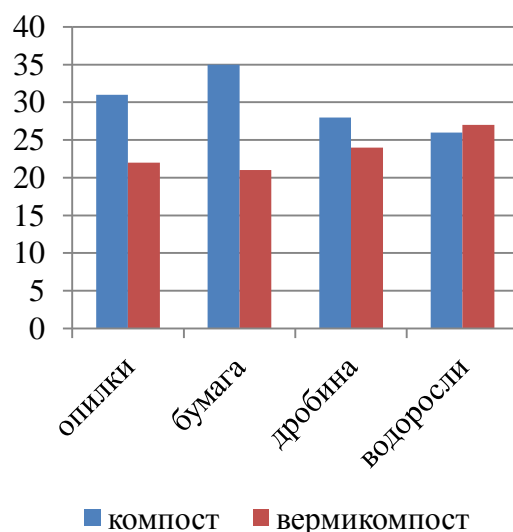


Рисунок 8 – Содержание цинка (мг/г) в каждой компостной смеси

Подытожив все анализы, можно отметить, что содержание солей и тяжелых металлов различается как в компостных, так и в вермикомпостных смесях в зависимости от состава.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ Р 54534–2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель. – Изд. с 27 сент. 2012 г. – Введ. 01.01.13.

2. Безуглова О. С. Удобрения и стимуляторы роста. – Ростов на Дону : Подворье, 2000. – 234 с.

3. Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии. – М. : Изд-во Московского университета, 2001. – 689 с.

4. ГОСТ Р 50684-94. Почвы. Определение подвижных соединений меди по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.95. – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/1200025928> (дата обращения 17.06.2018)

5. ГОСТ Р 50685-94 Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.95. – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/1200025929> (дата обращения 17.06.2018)

6. ПНД Ф 14.1:2.2-95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с о-фенантролином [Электронный ресурс]. – Введ. 20.03.95. – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/1200056723> (дата обращения 17.06.2018)

**ЭНЕРГЕТИКА, СТРОИТЕЛЬСТВО  
И ТРАНСПОРТ**

## **Влияние эргономических показателей на безопасность автомобилей**

**Баринов А. С.** (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра строительства, теплоэнергетики и транспорта, e-mail: barinovas@mstu.edu.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются эргономические показатели автомобиля, понятие безопасности автомобилей, влияние эргономичности транспортного средства на безопасность управления автомобилями.

**Abstract.** The article discusses the ergonomic indicators of a car, the concept of car safety, the impact of vehicle ergonomics on car safety.

**Ключевые слова:** Безопасность автомобиля, эргономические показатели автомобиля, оценка безопасности автомобиля

**Key word:** Car safety, car ergonomics, car safety rating

В современных условиях роста автомобилизации, вопрос безопасности передвижения на транспорте становится все более актуальным. Движение становится более плотным, что сказывается на восприятии водителями дорожной обстановки. Чем более удобными условиями для водителя обладает автомобиль, тем ниже вероятность совершения ошибки при управлении транспортным средством.

Эргономические свойства автомобиля – это параметры, определяющие насколько оптимально взаимодействие человека и автомобиля в системе человек – машина. Для рабочего места водителя эргономические свойства – это соответствие кресла, панели приборов и органов управления автомобилем антропометрическим параметрам человека.

Управление автомобилем является для человека нервным напряжением и дает нагрузку на органы слуха, зрения, обоняния и осязания. Конструкция современных автомобилей должна обеспечивать максимально комфортные условия для своей эксплуатации человеком. Обеспечить это возможно при использовании знаний эргономических свойств автомобилей, которые определяются показателями, оказывающими влияние на функциональное состояние человека. Комплексными эргономическими показателями называют: гигиенический, антропометрический, физиологический, психофизиологический и психологический [2].

На гигиенический комплексный показатель влияют: освещенность, вентилируемость, температура, влажность, давление, шум, вибрация, ускорение.

Соответствие изделия (автомобиля) размерам и форме человека, а также распределению его массы определяется антропометрическим комплексным показателем.

Соответствие изделия (машины) энергетическим, силовым, зрительным и слуховым психофизиологическим, а также обонятельным и осязательным способностям человека определяется физиологическим и психофизиологическим комплексными показателями.

Психологический комплексный показатель определяет соответствие изделия (машины) закрепленным и вновь формируемым навыкам человека, а также возможностям восприятия и переработки информации[2].

Безопасность и санитарно-гигиенические условия работы должны предусматриваться при конструировании автомобилей.

В общем виде параметры эргономичности автомобиля оказывают влияние на скорость и корректность восприятия водителем дорожной ситуации, а впоследствии на принятие правильного и своевременного решения при управлении автомобилем.

Безопасность автомобиля – это совокупность конструктивных особенностей автомобиля, характеризующих его приспособленность к движению по дороге с низкой вероятностью дорожно-транспортных происшествий и сведения к минимуму возможных их последствий.

Безопасность автомобиля – это комплексное качество, определяемое отдельными, взаимно не связанными конструктивными особенностями и свойствами автомобиля[3].

Устойчивость автомобиля – это комплекс свойств автомобиля, обеспечивающих движение по дороге без бокового скольжения, опрокидывания или отклонения от требуемого направления.

Тормозные свойства автомобиля – это качества автомобиля позволяющие остановить автомобиль на минимальном расстоянии.

Обзорность автомобиля – это пространство, которое достигается для зрения водителя, находящегося в водительском кресле.

Сигнализация автомобиля – это устройства, обеспечивающие световые и звуковые сигналы, необходимые для предупреждения о его движении.

Травмозащита автомобиля – это свойства автомобиля, обеспечивающие сведение к минимуму травмирования водителя и пассажиров при дорожно-транспортных происшествиях.

Отсутствие токсичности автомобиля – это свойства автомобиля и его узлов, позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду.



Бесшумность и отсутствие радиопомех при движении автомобиля – это совершенство конструкции его двигателя, трансмиссии, электрооборудования и других агрегатов[3].

Из перечисленного видно, что большое значение имеет то, насколько эффективно водитель будет пользоваться система активной безопасности автомобиля.

Качество работы тормозной системы автомобиля является одним из главных эксплуатационных свойств автомобиля.

От эффективности работы тормозной системы зависит безопасная дистанция между автомобилями в потоке и пропускная способность улично-дорожной сети.

Остановочный путь автомобиля  $S_0$  определяется:

$$S_0 = S_p + S_{\text{п}} + S_{\text{т}},$$

где  $S_p$  – расстояние, проходимое за время реакции водителя, м;

$S_{\text{п}}$  – расстояние, проходимое за время срабатывания тормозного привода (в конце этой фазы начинается эффективное торможение);

$S_{\text{т}}$  – расстояние торможения.

Тормозной путь определяется  $S_{\text{п}} + S_{\text{т}}$ , т. е. тем расстоянием, которое проедет автомобиль с момента нажатия водителем на тормозную педаль до полной остановки автомобиля [1].

Время реакции водителя изменяется в широких пределах и, следовательно, существенно влияет на величину остановочного пути. Именно, эргономические показатели автомобиля оказывают влияние на то, как быстро водитель воспримет информацию о необходимости применить торможение. Простая реакция включает в себя время восприятия сигнала и время, необходимое для нажатия на педаль тормоза. Значение простой реакции от 0,4 до 0,6 с.

Сложная реакция водителя – это реакция на заранее неизвестный раздражитель в сложных условиях движения. Время сложной реакции водителя может составлять 1,5–2,0 с.

Скорость срабатывания тормозного привода зависит от типа тормозной системы. Гидравлический и механический привод тормозов срабатывает за 0,1 с.

Очевидно, что от того насколько быстро срабатывает тормозной привод, а также от того насколько быстро среагирует водитель на сложившуюся дорожную ситуацию, зависит насколько своевременно остановится автомобиль.

Светотехническое оборудование является элементом активной безопасности автомобиля.

Суммарная максимальная сила света фар ближнего света должна быть не более 12300 кд, а дальнего света – 75000 кд [1].

При неправильной работе системы освещения автомобиля может возникнуть ситуация с недостаточной видимостью, кроме того такие условия повышают нагрузку на водителя, что может привести к ошибочным действиям при управлении транспортом. Поэтому для безопасности движения значение имеет правильная регулировка фар в строгом соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

К светотехническому оборудованию относятся также противотуманные фары, габаритные фонари, указатели поворота, стоп-сигналы [1].

Обзорность автомобиля измеряют при помощи определения геометрических границ пространства, видимого с уровня расположения глаз водителя. Измерения проводятся следующим образом: на уровне глаз водителя устанавливается источник света мощностью от 35 В. Нить лампочки располагается на линии, проходящей на расстоянии 300 мм параллельно к ненагруженной спинке сиденья и на высоте 700 мм от его поверхности, деформированной под нагрузкой в 500 Н.

Для определения границ невидимого пространства перед автомобилем в плоскости дороги он устанавливается на площадке с нанесенной сеткой так, чтобы лампа в месте расположения глаз водителя находилась над пересечением осевой линии и первой поперечной линии сетки. Контуры площадки, освещенные лампочкой, переносятся в масштабе на диаграмму обзорности (рис. 1). По этой диаграмме определяется наибольшая длина невидимой зоны перед автомобилем  $L_1$  и ширина невидимого пространства, заслоняемого левой боковой стойкой лобового стекла в пределах сетки, нанесенной на площадке  $X$ , а также ширина невидимой зоны слева  $l$ [3].

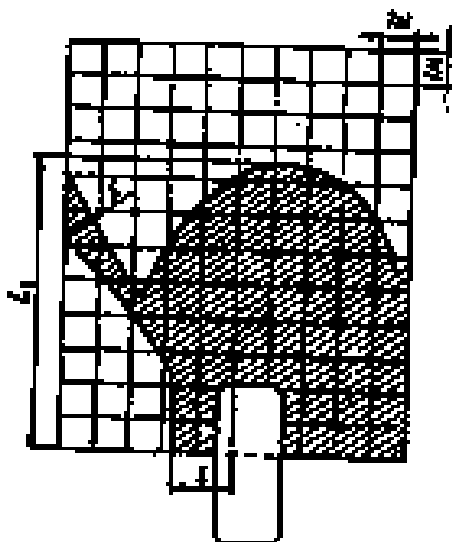


Рисунок 1 – Схема определения обзорности в плоскости дороги перед автомобилем с места водителя

Верхний край светофора или дорожно-сигнального знака должен располагаться на высоте не более 5 м над дорогой. На рис. 2 изображена схема ограничения обзорности с места водителя легкового автомобиля водителя в вертикальной плоскости. На этой схеме длина невидимой зоны перед автомобилем обозначена  $L_1$  и расстояние видимости светофора (обзорности вверх) обозначено  $L_2$ . Названные параметры обзорности являются основными.

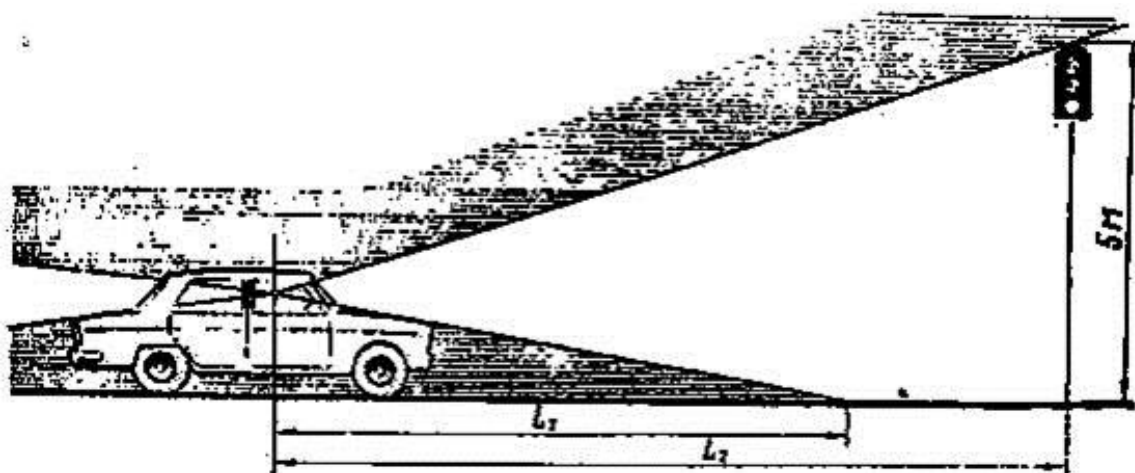


Рисунок 2 – Схема определения обзорности в вертикальной плоскости с места водителя легкового автомобиля

Сигнализация. Безопасность автомобиля характеризуется наличием и эффективностью действия следующих видов сигнализационного оборудования, которые стали необходимыми на всех автомобилях: указатели поворотов, стоп-сигнал, сигнал движения задним ходом, габаритные фонари, звуковой

сигнал. К числу сигнализационного оборудования относится также опознавательное освещение заднего номерного знака в ночное время.

Ко всем средствам сигнализации существуют нормативные требования, правила их размещения на автомобиле, на их светотехнические или акустические параметры и на методы измерения этих параметров. Соответствие автомобиля нормативам сигнализационного оборудования проверяется при оценке его безопасности [3].

Параметры бесшумности является важным при эксплуатации автомобиля. Шумовое воздействие, возникающее при движении и работе автомобиля, оказывает воздействие на органы слуха человека. Шумовое воздействие измеряют в децибелах. Для определения частотного состава звукового давления используются фильтры диапазонов частот. Повышенная шумность приводит к повышению утомляемости человека.

Выводы: Параметры эргономических показателей автомобилей оказывают большое воздействие на безопасность автомобиля. Эффективность систем активной безопасности автомобиля напрямую зависит от того, насколько быстро водитель сможет начать использовать их. Исследования в области наиболее оптимальных параметров эргономичности, помогут обеспечить улучшение использование систем активной безопасности автомобилей, что приведет к снижению ошибочных действий при управлении транспортными средствами.

### **Библиографический список**

1. Эксплуатационные качества автомобиля, влияющие на безопасность движения. – Режим доступа:

<http://motorzlib.ru/books/item/f00/s00/z0000023/st007.shtml>

2. Влияние эргономических факторов. Режим доступа:

[https://m.studref.com/433736/tehnika/vliyanie\\_ergonomicheskikh\\_faktorov\\_rabot\\_osposobnost\\_gornotransportnoy\\_tehniki](https://m.studref.com/433736/tehnika/vliyanie_ergonomicheskikh_faktorov_rabot_osposobnost_gornotransportnoy_tehniki)

3. Безопасность автомобиля. Режим доступа:

[https://studbooks.net/2445155/tehnika/bezopasnost\\_avtomobilya\\_izmeriteli\\_pokazateli](https://studbooks.net/2445155/tehnika/bezopasnost_avtomobilya_izmeriteli_pokazateli)

## **Петротермальные технологии: новый подход к получению энергии**

**Болховитина С. В.** (г. Москва, ФГБОУ ВО "Государственный университет управления", кафедра экономики и управления в топливно-энергетическом комплексе, [sonyab23071998@gmail.com](mailto:sonyab23071998@gmail.com))

**Аннотация.** В данной статье представлена петротермальная технология получения энергии. Рассмотрен принцип работы данной технологии. Выделены основные преимущества и недостатки применения новшества.

**Abstract.** This article presents the petrothermal energy technology. The principle of operation of this technology is considered. The main advantages and disadvantages of the innovation application are highlighted.

**Ключевые слова:** петротермальная технология, энергия, скважина, бурение

**Keywords:** Petrothermal technology, energy, well, drilling

На сегодняшний день широко известны технологии по получению энергии из возобновляемых источников, к которым относятся: солнце, ветер, вода, тепло земли и др. Но мало кто знает о таких источниках энергии, как петротермальные источники.

Петротермальная энергия – одна из разновидностей энергии геотермальной. В отличие от более известной гидротермальной энергии сухого пара и термальных источников, носитель петротермальной – разогретые кристаллические породы, т. е. сухие горячие камни [1]. Другими словами, такие технологии позволяют использовать тепло сухих горных пород, которые есть везде.

Тепло сухих горных пород, которое пригодно к использованию, находится на глубине от 3 до 10 км под землей. Температура может достигать 350 градусов по Цельсию – чем глубже, тем горячее.

Принцип действия петротермальных станций довольно прост (рис. 1). Необходимо пробурить две скважины, а между ними, на максимально возможной глубине, создать проницаемый резервуар [2]. По одной скважине подаётся холодная вода, которая, попадая в горячие недра, нагревается и превращается в пар. Он, в свою очередь, выходит через вторую скважину на поверхность, где поступает на паровую турбину теплоэлектростанции. Если температура в недрах недостаточна для кипения и образования пара, в скважинах размещают установки с фреоном, который позволяет извлекать тепло даже из не очень горячей воды.

Как у любой новой технологии или нового технологического процесса есть достоинства и недостатки. Преимущества достаточно очевидны: подобный способ получения энергии применим почти в любой точке мира. В тех регионах, где существуют сложности с развитием энергетики, использование петротермальных технологий становится более привлекательным.

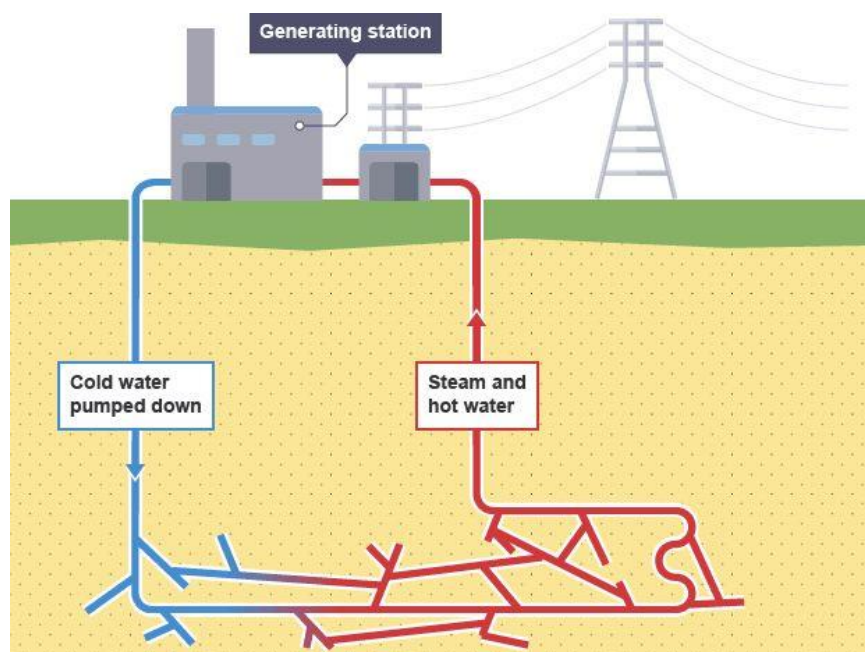


Рисунок 1 – Принцип работы петротермальной технологии

К недостаткам можно отнести дороговизну мероприятий по бурению и обслуживанию скважин, а также энергоёмкость этих процессов. При этом отмечается вероятность движения литосферы, что скажется на функционировании скважин.

В настоящее время несмотря на высокий потенциал внедрения петротермальных технологий, пока не наблюдается их широкого применения. Одна из основных проблем заключается в том, что технологии пока несовершенны и не позволяют избежать рисков. Главный из них – землетрясения. Глубинные резервуары, в которых нагревается поступающая с поверхности вода, представляют собой пучок трещин в сухой породе. Для их формирования применяют технологию гидроразрыва пласта, которую власти ряда стран уже запрещали из-за её небезопасности [2].

Но главной проблемой по-прежнему остается нерентабельность проектов. Так, стоимость проекта, его внедрения оказывается в несколько раз выше, чем поток получаемых доходов. По такой причине закрылся проект петротермальной станции австралийской компании "Geodynamics".

Петротермальные технологии как современное направление альтернативной энергетики активно развивается во многих странах мира. Например, сегодня США, Япония, Великобритания, Швейцария участвуют в создании петротермальных циркуляционных систем, а лидером в этой области является Австралия.

В России потенциал петротермальной энергии оценивается в 3500 трлн т условного топлива [1]. Стоит отметить, что на сегодняшний день разрабатывается принципиально новый способ бурения, позволяющий быстро проникать на большие глубины. Параллельно изучаются данные геологической и геофизической разведки и проводятся новые изыскания для выбора оптимальных мест размещения системы [3]. Также подобраны площадки для экспериментального бурения. Таким образом, если отечественные ученые добьются серьёзных подвижек, Россия будет иметь шансы стать одним из лидеров в новом сегменте энергетического рынка.

### **Библиографический список**

1. Факты о петротермальной энергии [Электронный ресурс] // Переток.ру. – Режим доступа: <https://peretok.ru/articles/freezone/17554/> (дата обращения: 27.10.2019).
2. Макарова Ю. Достать киловатты из-под земли // Энергия без границ. – 2019. – №2. – С. 28–29.
3. Петротермальная энергетика – старт в России // Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gisee.ru/articles/geothermic-energy/24521/> (дата обращения: 28.10.2019).

## **Повышение системы собственных нужд филиала АО "Концерн Росэнергоатом" Ростовской атомной станции**

**Буцкий С. С.** (г. Зерноград, Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО "Донской ГАУ", e-mail: butskiy2017@mail.ru)

**Аннотация.** Данная статья посвящена аспектам модернизации собственных нужд Ростовской атомной электростанции, являющейся одним из крупнейших предприятий энергетики на Юге России. В частности, в статье рассматриваются вопросы повышения системы собственных нужд 4-го энергоблока "Ростовской АЭС".

**Abstract.** This article is devoted to the aspects of modernization of the own needs of the Rostov nuclear power plant. In particular, the article discusses the issues of increasing the system of own needs of the 4th power unit of the Rostov NPP.

**Ключевые слова:** АЭС, энергоблок, мощность, электроэнергия, собственные нужды  
**Key words:** NPP, power unit, power, electricity, own needs

АО "Концерн Росэнергоатом" является одним из крупнейших предприятий электроэнергетической отрасли и единственным оператором атомных станций России, тесно взаимодействующим с международными партнерами и рынками.

Основной вид деятельности Концерна – производство электрической и тепловой энергии атомными станциями, а также выполнение функций эксплуатирующей организации атомных станций, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В состав Концерна на правах филиалов входят действующие атомные станции, дирекции строящихся атомных станций, дирекция по сооружению и эксплуатации плавучих атомных теплоэлектростанций, а также инженерные центры и проектно-технологические филиалы [1].

Ростовская атомная электростанция является филиалом АО "Концерн Росэнергоатом". Ростовская атомная электростанция – это самая южная из всех российских АЭС. Это единственная компания в нашей стране, которая выполняет функции эксплуатирующей организации (оператора) атомных станций.

Одним из приоритетов деятельности Ростовской АЭС является рациональное использование энергетических ресурсов, а также постоянное повышение уровня энергоэффективности [2].

Ростовская АЭС относится к серии унифицированных проектов АЭС с ВВЭР-1000, удовлетворяющих требованиям поточного строительства. Вся



мощность АЭС предназначена для покрытия потребности объединенной энергосистемы Северного Кавказа[3].

Ростовской АЭС за семь лет запустила на одной площадке три энергоблока: 2-й, 3-й и 4-й.

Таблица 1 – Информация об энергоблоках

Энерго-блок	Тип реакторов	Мощность		Начало строительства	Энергетический запуск	Ввод в эксплуатацию
		Чистая	Брутто			
Ростов-1	ВВЭР-1000/320	950 МВт	1000 МВт	01.09.1981	30.03.2001	25.12.2001
Ростов-2	ВВЭР-1000/320	950 МВт	1000 МВт	01.05.1983	18.03.2010	10.12.2010
Ростов-3	ВВЭР-1000/320	950 МВт	1000 МВт	15.09.2009	27.12.2014	17.09.2015
Ростов-4	ВВЭР-1000/320	950 МВт	1030 МВт	16.06.2010	01.02.2018	28.09.2018

Как видно из данных таблицы, первый энергоблок Ростовской АЭС введен в промышленную эксплуатацию в декабре 2001 г. Установленная мощность данного энергоблока 1000 МВт (тепловая мощность 3000 МВт) обеспечивается реактором ВВЭР-1000 (водо-водяной энергетический реактор с водой под давлением). Необходимо отметить, что уже с 2009 г. энергоблок № 1 стал работать на уровне тепловой мощности 104 % , что составляет 3200 МВт. [4]

В 2009 г. были завершены основные строительные работы на площадке 2-го энергоблока. 18 марта 2010 г. энергоблок № 2 Ростовской АЭС был выведен на мощность 35 % от номинальной. С октября 2012 г. на энергоблоке № 2 Ростовской АЭС начались испытания на тепловой мощности 104 %. Сейчас энергоблок № 2 находится в опытно-промышленной эксплуатации на мощности реакторной установки 104 % от номинальной [5].

Работы по строительству энергоблока № 3 Ростовской АЭС с реактором 3-го поколения начались в 2009 г. и были завершены в 2014 г., когда в реакторе была запущена управляемая цепная реакция, после чего он был успешно выведен на минимальную мощность. В июле 2015 г. 3-й энергоблок был выведен на 100 % мощность, а уже в декабре 2015 г. Ростовская АЭС получила разрешение Ростехнадзора на освоение уровня тепловой мощности 104 %[6].

Строительство 4-го энергоблока началось в 2010 г., а уже в 2015 г. корпус реактора для энергоблока № 4 прибыл на Ростовскую АЭС.

28 декабря 2015 г. можно считать одним из ключевых событий сооружения атомной станции. Именно в этот день была осуществлена подача напря-

жения на собственные нужды на энергоблоке № 4 Ростовской АЭС, что позволило начать полномасштабные пуско-наладочные работы и испытания на технологических системах и оборудовании строящегося блока.

В апреле 2018 г. четвертый энергоблок Ростовской АЭС был впервые выведен на полную мощность. После проведения комплекса испытаний оборудования энергоблока на полной мощности 28 сентября 2018 г. энергоблок № 4 был принят в промышленную эксплуатацию.

В июне 2019 г. энергоблок № 4 Ростовской АЭС выдает в энергосистему страны свои первые 10 млрд кВт/ч электроэнергии с момента включения в сеть. С введением в промышленную эксплуатацию 4-го энергоблока станция стала обеспечивать более 50 % производства электроэнергии в Ростовской области [7].

Из данных рис. 1 видно, что в 2014 г. выработка электроэнергии АО "Концерн Росэнергоатом" составляла 180,5 млрд. кВт/ч, но уже к 2018 г. эта цифра выросла и составила 204,3 млрд кВт/ч, из которых 29,4 млрд кВт/ч выработала Ростовская АЭС.

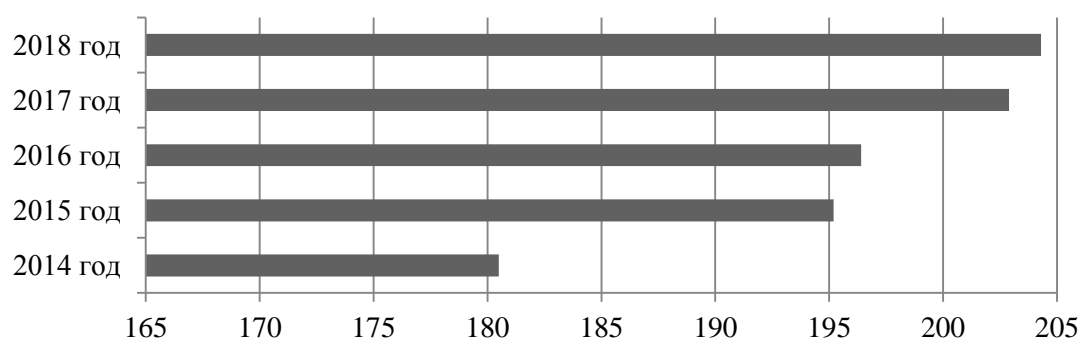


Рисунок 1 – Динамика выработки электроэнергии АО "Концерн Росэнергоатом", млрд. кВт/ч

Основными факторами такого увеличения выработки электроэнергии АО "Концерн Росэнергоатом", по мнению экономистов являются:

- досрочно, на два месяца раньше срока, начата поставка мощности энергоблока №4 Ростовской АЭС;
- оптимизация графика опытно-промышленной эксплуатации энергоблоков, вновь вводимых в эксплуатацию;
- сокращение продолжительности плановых ремонтов энергоблоков АЭС [8].

Таким образом, с вводом в промышленную эксплуатацию 4-го энергоблока установленная мощность увеличилась уже с 1000 МВт до 1030 МВт,

что, несомненно, является положительным моментом, так как от Ростовской АЭС электроэнергию по пяти ЛЭП-500 получают в Волгоградской и Ростовской областях, Краснодарском и Ставропольском краях. Кроме того по двум ЛЭП-220 электроэнергия поступает в город Волгодонск.

В настоящее время все четыре энергоблока Ростовской АЭС работают в проектном режиме по диспетчерскому графику нагрузки. Ростовская АЭС с момента пуска на текущий период выработала более 255 млрд кВт/ч электроэнергии.

### **Библиографический список**

1. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Росэнергоатом.
2. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Ростовская АЭС.
3. Режим доступа: <https://www.rosenergoatom.ru> Станции и проекты.
4. Режим доступа: <https://www.seogan.ru> Ростовская АЭС.
5. Режим доступа: <https://wiki2.org> Ростовская АЭС – Википедия с видео // WIKI 2.
6. Энергоблок № 3 Ростовской АЭС включили в сеть. – Режим доступа: <https://bloknot-volgodonsk.ru/news/energoblok-3-rostovskoy-aes-vklyuchili-v-set-1105335>.
7. На Ростовской АЭС ввели в эксплуатацию четвертый энергоблок. – Режим доступа: <https://ria.ru>
8. Годовой отчет Акционерного общества "Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях" (АО "Концерн Росэнергоатом") за 2018 г. Режим доступа: <https://www.rosenergoatom.ru>.

## **Цифровая трансформация управления инфраструктурными активами тепловых электрических станций: внедрение технологий промышленного интернета**

**Гребчак Е. П.** (*г. Москва, Департамент оперативного контроля и управления в электроэнергетике Минэнерго России, e-mail: grabchak.eugene@gmail.com*)

**Аннотация.** Рассматриваются проблемы цифровизации и интеллектуализации систем управления тепловых электрических станций. Обоснована необходимость создания отраслевой платформы автоматизации управления в электроэнергетике для того, чтобы упорядочить существующее многообразие ИТ-решений при автоматизации и повышения эффективности производственных и управленческих процессов.

**Abstract.** The problems of digitalization and intellectualization of control systems of thermal power plants are considered. The necessity of creating an industry-wide platform for management automation in the electric power industry is substantiated in order to streamline the existing variety of IT solutions for automation and increase the efficiency of production and management processes.

**Ключевые слова:** тепловые электрические станции, информационная система, цифровые технологии, автоматизация, управление

**Key words:** thermal power plants, information system, digital technologies, automation, control

Энергетика является одним из наиболее подготовленных секторов реальной экономики для преобразования и внедрения новых технологий [1]. С одной стороны, в сегодняшней экономической реальности имеется объективная потребность в проведении преобразований

с целью недопущения технологического отставания российских тепловых электрических станций (ТЭС) и предотвращения деградации инфраструктурных активов ТЭС. С другой стороны, наличие автоматизированных систем управления технологическими и бизнес процессами позволяет облегчить цифровизацию тепловых электрических станций и придать процессу трансформации эволюционный характер, хотя и ставит сложную задачу адаптации существующих ИТ-решений с новыми технологиями и подходами.

Актуальность и глобальность задачи цифрового и технологического преобразования тепловых электрических станций определило роль в этом процессе государства, которое выступает не только в качестве инициатора масштабных изменений и отраслевого регулятора, но и ответственного владельца

ряда крупнейших предприятий энергетического сектора и гаранта энергетической безопасности страны.

Значимость эффектов цифровизации и интеллектуализации систем управления тепловых электрических станций во многом будет зависеть от масштаба внедрения и использования цифровых технологий [2]. Кроме того, в существующей ситуации ускоренной технологической трансформации, происходящей в экономиках не только развитых, но и развивающихся стран, в целях сохранения конкурентоспособности цифровизация объектов электро- и теплоэнергетики должна осуществляться в довольно сжатые сроки [3].

Реализация долгосрочных проектов по внедрению отраслевых инновационных решений требует проведения серьезной работы по подготовке технологического и нормативно-регулирующего базиса, учитывающего все особенности Единой энергетической системы России. С этой целью Минэнерго России выступило с инициативой запуска ведомственной программы по созданию отраслевой платформы автоматизации управления в электроэнергетике. Программа призвана упорядочить существующее многообразие ИТ-решений и подходов к цифровизации отрасли и создать идеологию построения крупных комплексных систем с целью автоматизации и повышения эффективности производственных и управленческих процессов.

Программа предусматривает создание единой масштабируемой отраслевой платформы российской разработки, построенной на современных технологиях индустриального интернета, ее апробацию на пилотных проектах с последующим внедрением на предприятиях электроэнергетической отрасли и масштабированием на другие отрасли.

Единая отраслевая платформа дает целый ряд положительных эффектов, основанных на новом подходе к анализу и использованию данных. Один из них – стандартизация подходов и методик по сбору, передаче, хранению данных. Таким образом, решается проблема несовместимости данных и их зависимости от частных решений, предлагаемых производителями оборудования. Информация становится более достоверной и позволяет использовать для ее анализа продукты и решения независимых поставщиков.

Другой важный эффект – возможность использования одних и тех же данных различными потребителями: собственниками оборудования и инфраструктуры тепловых электрических станций, производителями оборудования, регулирующими и надзорными органами, сервисными компаниями и т. д. Такой подход обеспечит повышение оперативности процесса получе-

ния информации и принятия решения, а также практически полностью снимет влияние человеческого фактора.

За счет роста прозрачности состояния инфраструктуры и основных производственных фондов тепловых электрических станций возникают предпосылки к структурному изменению управления энергетическими системами на всех уровнях. Создание на базе отраслевой платформы комплексной системы прогнозирования, выявления, анализа и оценки рисков аварий на объектах тепловых электрических станций переводит управление на качественно новый уровень. Появляется возможность более эффективного управления рисками: прогнозирование вероятности возникновения аварий, оценка готовности к несению максимума нагрузки, планирование сценариев выбытия мощностей, повышение качества ситуационного управления, повышение качества информации о состоянии объектов и систем тепловых электрических станций и причинах сбоев в их работе и т. д.

Важной особенностью программы является то, что она настроена не только на перспективу полной интеллектуализации тепловых электрических станций, но также и на решение текущих задач. Одной из основных является оптимизация затрат через повышение автоматизации технологических процессов, переход на предиктивное обслуживание оборудования ТЭС, выстраивание приоритетов затрат на ремонт и модернизацию активов, своевременное обновление производственных фондов и инфраструктуры, оптимизацию логистики объектов электро- и теплоэнергетики.

Интеграция автоматизированных систем управления с использованием передовых ИТ-технологий кроме положительных эффектов поднимает значимость обеспечения информационной и кибербезопасности [4]. Анализ возможных угроз и разработка комплексного видения подходов и методов обеспечения информационной защиты объектов электро- и теплоэнергетики – один из важнейших вопросов ведомственной программы [5].

В процессе реализации программы основными аспектами концепции внедрения новых технологий станут открытость используемых стандартов, создание единого отраслевого информационного пространства объектов электро- и теплоэнергетики, сквозное обеспечение информационной безопасности критической инфраструктуры, создание российского рынка аналитических продуктов, развитие российской микроэлектронной базы. Для этого значительные изменения будут внесены в нормативно-правовую базу отрасли.

Созданная платформа станет основой для внедрения новых технологий, подходов и инициатив, разработка которых будет проводиться, в том числе, и в рамках других проектов по интеллектуализации энергетической системы России, а также позволит создать базу для повышения эффективности существующих производственных и управленческих процессов.

### **Библиографический список**

1. Грабчак Е. П., Медведева Е. А., Васильевна И. Г. Как сделать цифровизацию успешной // Энергетическая политика. – 2018. – № 5. – С. 25–29.

2. Логинов Е. Л., Шкута А. А. Развитие интеллектуальных сервисов в автоматизированных информационных системах управления. – М. : Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 2018. – 214 с.

3. Воропай Н. И. [и др.]. Комплекс интеллектуальных средств для предотвращения крупных аварий в энергосистемах. Новосибирск: Изд-во Наука, 2016. – 332 с.

4. Ageev A., Bortalevich S., Loginov E., Sorokin D., Shkuta A. There is need in new generation smart grid for the space and ground energy systems // VI International Forum for Young Scientists "Space Engineering 2018" : MATEC Web of Conferences, 2018. – Vol. 158. – Article Number 01001 – DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201815801001>.

5. Грабчак Е. П. Цифровая трансформация электроэнергетики. Основные подходы // Энергия единой сети. – 2018. – № 4 (40). – С. 12–26.

## **К вопросу эффективности внедрения регулируемых электроприводов в насосных станциях**

**Дадабаев Ш. Т.** (г. Худжанд, Худжандский политехнический институт ТТУ имени акад. М. С. Осими, Таджикистан, e-mail: shahbozdadoboev@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены основные негативные факторы воздействующие на электроприводы насосных станций, сделан сравнительный анализ способов регулирования подачи воды в насосных агрегатах, сделаны выводы по исследованию эффективности регулируемых электроприводов в насосных станциях большой мощности.

**Abstract.** The main negative factors affecting the electric drives of pumping stations are considered, a comparative analysis of the methods for regulating the water supply in pumping units is made, conclusions are drawn on the effectiveness of controlled electric drives in pumping stations of high power.

**Ключевые слова:** насос, частотный преобразователь, плавный пуск, задвижка, синхронный двигатель, электропривод

**Key words:** pump, frequency converter, soft start, pump valve, synchronous motor, electric drive

В данной статье объектом исследования был принят оросительная насосная станция первого подъема АНС-1, Республика Таджикистан. На АНС-1 установлены четыре насосных агрегатов с мощностью каждой по 8 МВт [1; 2]. Электроприводом служат вертикальные синхронные двигатели с явнополюсными роторам. В данной насосной станции используется дискретный способ регулирования производительности насосных агрегатов, т. е. путем включения или отключения один из агрегатов станции. Данный метод является весьма опасным и неэффективным в виду того, что каждые отключения и включения проходят с динамичными электромагнитными переходными процессами. Кроме этого гидравлические удары свою очередь при пусках повреждают и изнашивают механические части оборудования и стыки трубопроводов. Каждый пуск высоковольтного синхронного двигателя проходит многократными скачками тока и момента двигателя, с просадкой напряжения, нагревом двигателя и потери, которые уменьшают технический ресурс всего оборудования. Регулирование при полном открытии задвижек в регулируемых насосных агрегатах не рационально, поскольку снижение давления на выходе насоса приводит к смещению рабочей точки насоса за пределы рабочей зоны и уменьшению КПД агрегата [4]. Насосные агрегаты, работающие с номинальной скоростью, рекомендуется не выходить за пределы рабочей зоны, потому что в этом случае обеспечивается оптимальное использование агрегата при регулировании. До не давнего времени счита-



лось, что использование регулируемого электропривода для насосных агрегатов и других типов механизмов входящих в группу турбомеханизмов не целесообразным. Это обстоятельство объяснялось минимальным требованиям к электроприводу данных типов механизмов, но как показала практика, большая доля электроэнергии расходуется на электроприводы турбомеханизмов и потому внедрение и использование регулируемых электроприводов является актуальным вопросом. В результате можно добиться и экономию электроэнергии и увеличение технического ресурса всего электрооборудования объекта в целом.

Напорная характеристика насоса 1200В-6,3/100-А приведена на рис. 1.

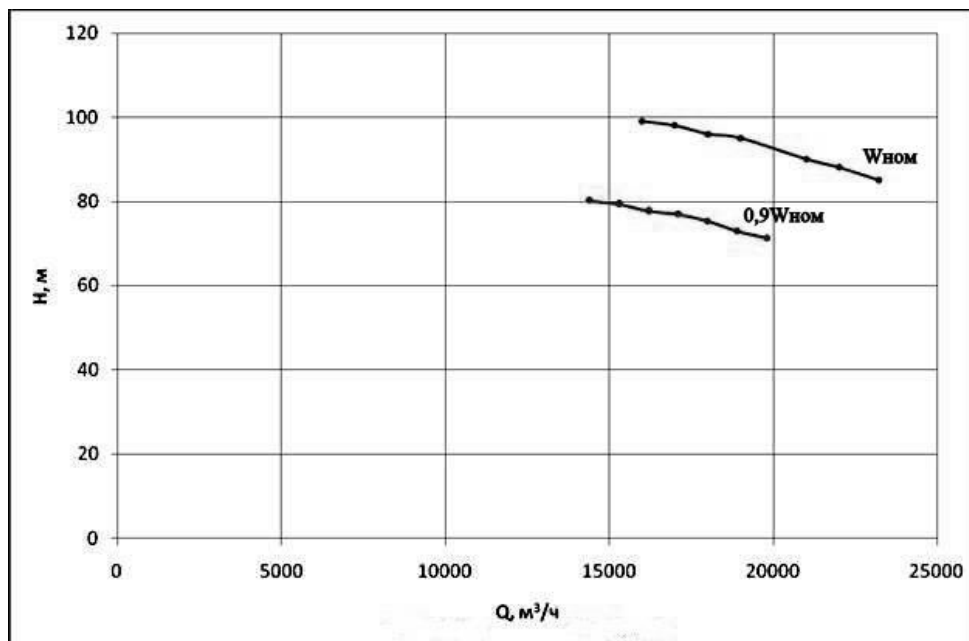


Рисунок 1 – Напорная характеристика насоса 1200В-6,3/100-А

Номинальная частота вращения  $n = 375$  об/мин и рабочая зона ограничена подачей от  $Q_{\text{мин}} = 16000$  м³/час до  $Q_{\text{мах}} = 23200$  м³/час. На рис. 2 приведена кривая КПД насоса которая установлена на АНС-1.

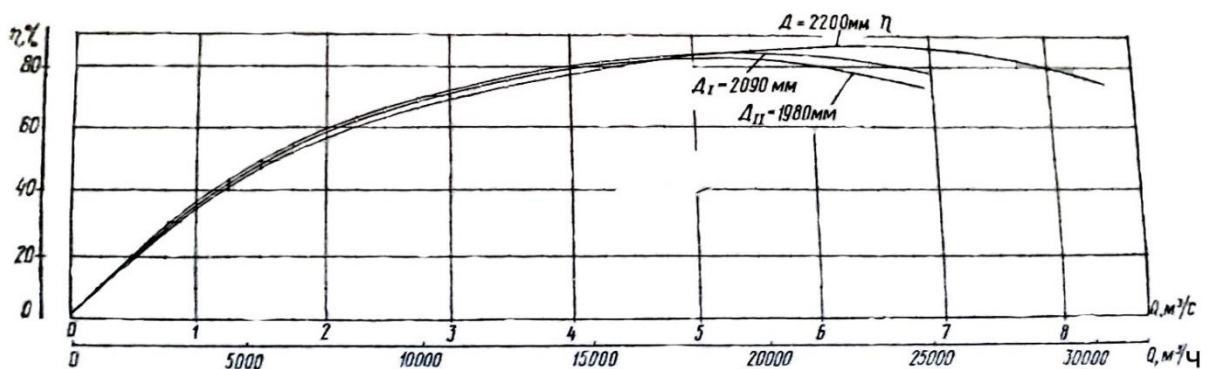


Рисунок 2 – Кривая КПД насоса 1200В-6,3/100-А

Для сравнительного анализа способов регулирования насосных агрегатов рассмотрим два варианта:

- регулирование напорной задвижкой;
- регулирование с применением частотного преобразователя.

Для упрощения расчета выбран один насосный агрегат.

Результаты расчета мощности потерь на задвижке для различных значений расхода, мощности необходимой для реализации технологического процесса и мощности насоса приведены в табл. 1, а графики приведены на рис. 3.

Таблица 1 – Расчетные значения мощности насоса, технологического процесса и потерь на задвижке

Расход	$Q \text{ м}^3/\text{час}$	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23200
Мощн. насоса	$N_{\text{нас}}$ кВт	4360	4632,5	4905	5177,5	5450	5722,5	5995	6322
Мощн. технолог	$N_{\text{техн}}$ кВт	3468,2	3684,9	3901,7	4118,5	4335	4552	4768,7	5028,9
Мощн. потерь	$\Delta N_{\text{завд}}$ кВт	891,8	947,6	1003,3	1059,1	1114,8	1170,5	1226,3	1293,1

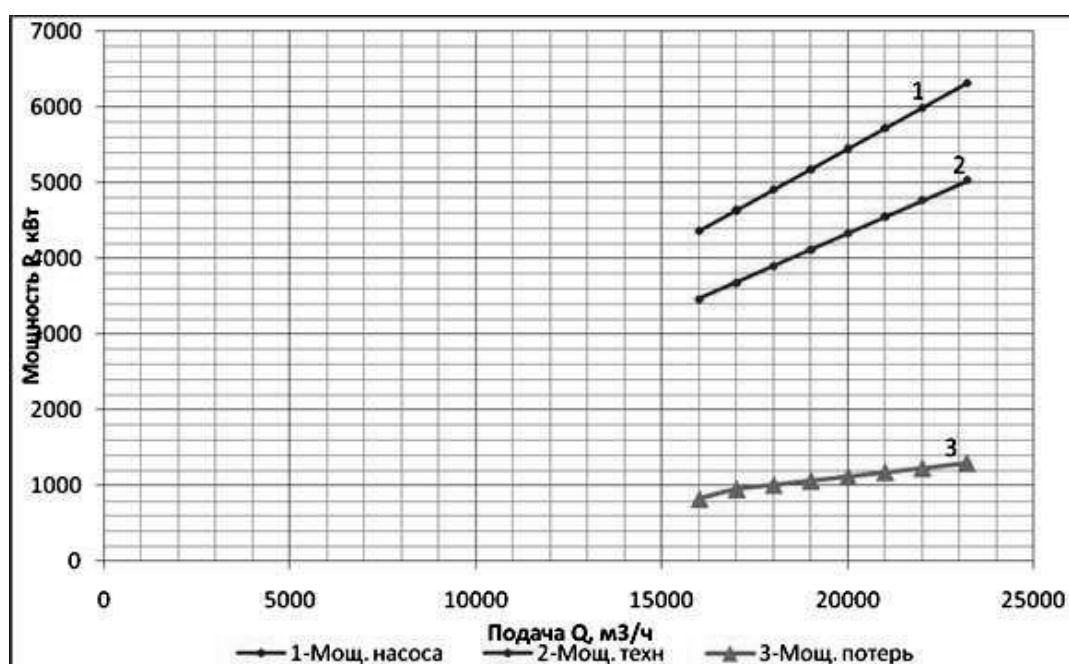


Рисунок 3 – Графики затрат электроэнергии при работе насосного агрегата при регулировании задвижкой

Во втором варианте, где используется частотное регулирование насосного агрегата диапазон изменения расхода выбран так же как и при регулировании задвижкой:  $Q_{\text{мин}} = 16000 \text{ м}^3/\text{час}$ ,  $Q_{\text{макс}} = 23200 \text{ м}^3/\text{час}$  и  $H_{\text{нк}} = 70 \text{ м}$ .

Из характеристик насоса (см. рис. 3) следует, что диапазон регулирования скорости электропривода лежит в пределах от  $n = 262 \text{ об/мин}$  до  $n = 375 \text{ об/мин}$ .

Результаты расчета потерь в ПЧ для КПД преобразователя равного  $\eta_{пр} = 0,975$  приведены в табл. 2 и рис. 4.

Таблица 2 – Расчетные значения потерь в преобразователе

Расход Q, м <sup>3</sup> /час	23200	22000	21000	20000	19000	18000	17000	16000
Технологическая мощность в ПЧ Nтехнол. кВт	5028,9	4768,7	4552	4335	4118,5	3901,7	3684,9	3468,2
Мощность потерь в ПЧ $\Delta N_{преобр.}$ кВт	128,9	122,3	116,7	111,1	105,6	100	94,5	88,9

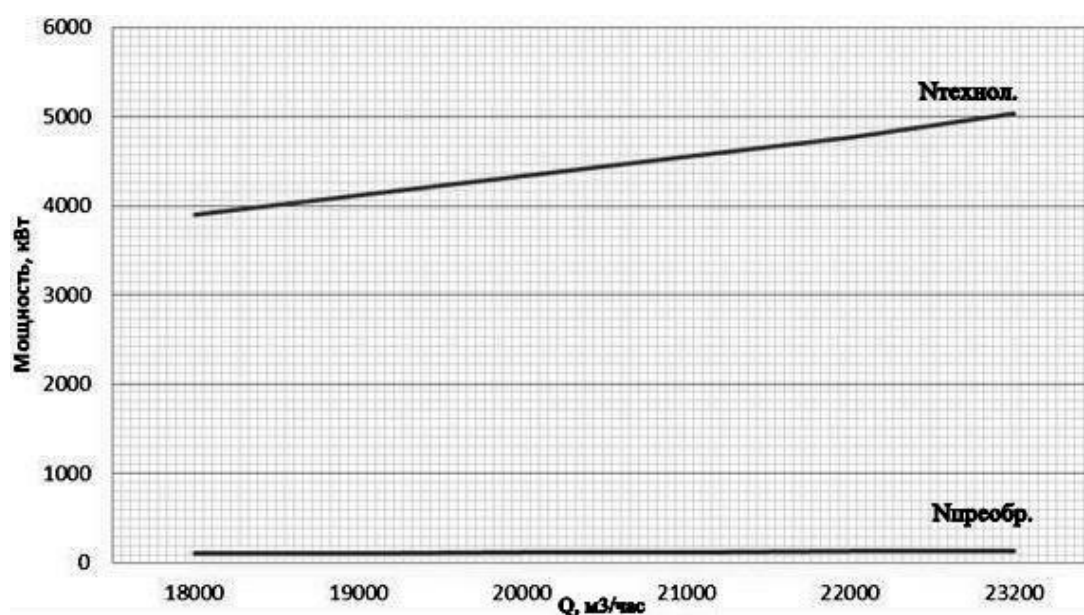


Рисунок 4 – График потерь в преобразователе для КПД преобразователя равного,  $\eta=0,975$

Эффект от внедрения частотного регулирования по сравнению с регулированием напорной задвижкой можно оценить сравнив потери на задвижке и потери в преобразователе частоты при соответствующих подачах. Результаты расчета приведены в табл. 3 и рис. 5.

Таблица 4 – Расчетные значения мощностей насосного агрегата при различных способах регулирования

Тип регулирования	Параметры	точка 1	точка 2	точка 3	точка 4	точка 5	точка 6
Без ПЧ	Q, м <sup>3</sup> /ч	22000	20000	16800	14700	12600	10500
	$\eta_{нас}$	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	P, кВт	6200	4521	2996,1	2007,4	1264,2	731,6

Окончание табл. 4

Тип регулирования	Параметры	точка 1	точка 2	точка 3	точка 4	точка 5	точка 6
Задвижка	Q, м <sup>3</sup> /ч	22000	21000	20000	19000	18000	17000
	$\eta_{нас}$	0,88	0,85	0,83	0,8	0,74	0,74
	$\eta_{ПЧ}$	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
ПЧ	P, кВт	6200	6100	6000	5800	5700	5600
	Q, м <sup>3</sup> /ч	22000	20000	16800	14700	12600	10500
	$\eta_{ПЧ}$	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
	P, кВт	6391,7	4660,8	3088,8	2069,5	1303,3	754,2

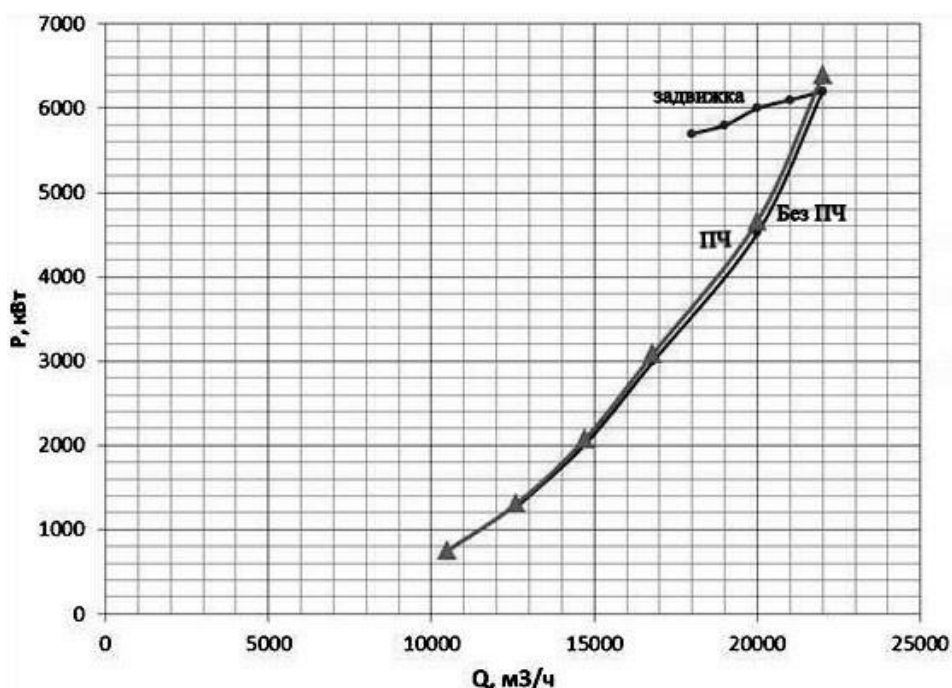


Рисунок 6 –Графики характеристик насоса 1200В-6,3/100-А при различных способах регулирования производительности

Регулируемый электропривод за счет регулирования частоты вращения рабочего колеса, позволяет исключить потери на регулирующей задвижке. Применения преобразователей частоты дает плавное прохождение переходных режимов насосных агрегатов и еще если глубина регулирования скорости велика, то и значимую экономию энергии. Однако как видно из графиков (см. на рис. 6) для конкретного примера, т. е. АНС-1 глубина регулирования производительности насосов мала и экономия энергии тоже будет малым. Как известно высоковольтные преобразователи частоты относятся к очень дорогим устройством, которую срок окупаемость волнует каждого предприятия, ведь эффективность применения ПЧ зависит большей мере от глу-

бины регулирования. Регулирование задвижкой свою очередь недопустимо в АНС-1 по заводским требованиям и технологическим процессом самой станции. Поэтому для решения этой проблемы надо исследовать применения устройств плавного пуска (УПП) в оросительных насосных станциях первого подъема, где устанавливаются высоковольтные насосные агрегаты с малой глубины регулирования производительности. УПП стоят дешевле чем ПЧ почти 3 раза, и хорошо служат для поочередного плавного пуска нескольких двигателей [3; 4].

### **Библиографический список**

1. Дадабаев Ш. Т. Перспективы внедрения регулируемых электроприводов в насосных агрегатах большой мощности // Энергетик. – 2015. – № 7. С. 31–33.
2. Дадабаев Ш. Т., Ларионов В. Н. Исследования применения энергоэффективных способов управления в электроприводах с вентиляторной нагрузкой // Вестник ТГУ. – 2014. – №4. – С. 56–59.
3. Лезнев Б. С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. – М. : Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
4. Ларионов В. Н., Калинин А. Г. Энергоэффективность и энергосбережение в электроприводах с вентиляторной нагрузкой. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2012. – 146 с.

## **К вопросу о повышении эффективности систем теплоснабжения**

**Драбкина Е. В., Кукулеску И. П.** (г. Москва, ФГБОУ ВО "Российский университет транспорта (МИИТ)", кафедра теплоэнергетики и водоснабжения на транспорте, e-mail: drabkina@inbox.ru)

**Аннотация.** Проблема энергосбережения очень актуальна. От результатов решения этой проблемы зависит экономический рост страны и уровень жизни граждан. В работе рассматриваются основные проблемы загрязнения тепловых сетей, и возможные пути их решения за счет рационального использования и внедрения новых технологий – применение ПАВ-очистки системы теплоснабжения.

**Abstract.** The problem of energy saving is very important. The economic growth of the country and the standard of living of its citizens depend on the results of solving this problem. The main problems of heat networks pollution are considered in the paper, and possible ways of their solution due to rational use and introduction of new technologies is application of surfactant cleaning of heat supply system.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, системы теплоснабжения, ПАВ-очистка, энергосбережение, центральный (индивидуальный) тепловой пункт, коррозия

**Key words:** energy efficiency, heat supply systems, surfactant treatment, energy saving, central (individual) heating station, corrosion

Одной из основных проблем в системах теплоснабжения Российской Федерации является их износ до 70 % и низкая эффективность функционирования. Например, общее количество тепловых сетей в Российской Федерации, нуждающихся в замене, превышает 28 % от их общей протяженности [1]. Потери энергии на всех этапах от производства до ее потребления превышают 30 %. В значительной степени текущее положение определяется процессами коррозии и накопления на функциональных поверхностях оборудования и трубопроводов систем отопления и ГВС оксидов железа и отложений в виде различных солей жесткости (в основном соли кальция и магния). Повышение энергоэффективности, экономичности и надежности систем теплоснабжения может быть осуществлено за счет оптимизации структурного построения и управления систем теплоснабжения, развития теплофикационной выработки тепловой энергии и повышение энергоэффективности, экономичности и надежности элементов системы (источника, тепловых сетей и систем теплопотребления) [2].

Эффективность систем теплоснабжения падает вследствие следующих процессов: [3; 4]

– заиливание оборудования и горизонтальных участков труб; проблема касается участков с медленным движением теплоносителя – разливов, подтопок к отопительным приборам и самих отопительных приборов;

– минеральные отложения; соли кальция и магния при повышенных температурах выпадают в виде твердого осадка на внутренних стенках, постепенно снижая просвет;

– коррозия стен труб.

Для промывки систем отопления используют следующие способы:

– гидравлическая промывка: промывка систем отопления водой под давлением;

– химическая промывка: в контур отопления заливается специальный реагент – раствор щелочи (чаще всего едкого натра) или кислоты (фосфорной, ортофосфорной), обеспечивается непрерывная циркуляция в течение нескольких часов;

– гидропневматическая промывка: контур пускается на сброс в канализацию вначале с подачи на обратку, потом наоборот; при этом в поток воды нагнетается пневматическим насосом большой мощности воздух; пульпа, проходя по всему контуру, частично разрушает накипь и выносит ил.

В последнее время все чаще применяется технология, базирующаяся на использовании уникальных свойств поверхностно-активных веществ (ПАВ). В отличие от традиционных промывок теплотехнического оборудования, реализация ПАВ-технологии позволяет в одном технологическом цикле удалить накопившиеся термобарьерные отложения, заблокировать протекание коррозионных процессов и предотвращать накопление новых отложений [3; 4].

В настоящее время используются такие группы ПАВ:

– группа комплексных реагентов (КПР) (хеламины, цетамин, эпурамин, акваамины и др.);

– группа “антинакипинов” (ПАФ 13А, ОЭДФК, ИОМС-1, Цинк-ОЭДФК и т. д.);

– группа “консервантов” (моноэтаноламин, сиерариновая кислота, октадециламин и т. д.).

Рассмотрим повышение эффективности ПАВ-очистки системы отопления на примере объекта исследования – жилого многоэтажного дома.

Принципиальная схема ИТП дома, включающая два независимых контура:

– первый – ЦТП-многоквартирный дом;

– второй – источник теплоснабжения – ЦТП.

Оборудование первого контура: теплообменники системы отопления, циркуляционные насосы системы отопления, отопительные приборы, запорная и регулирующая арматура.

Греющий теплоноситель движется от источника теплоснабжения по подающему трубопроводу тепловой сети Т1 к ИТП (ЦТП), где нагревает воду для нужд отопления, после чего возвращается по обратному трубопроводу тепловой сети Т2. Нагретый теплоноситель движется от ИТП (ЦТП) по подающему трубопроводу системы отопления Т10 к потребителю, где охлаждается в приборах системы отопления, после чего по обратному трубопроводу Т20 возвращается в ИТП (ЦТП).

Для оценки эффективности контура ЦТП-многоквартирный дом предлагается измерять следующие параметры (рис. 1): [3, 4, 5]

- расход теплоносителя в подающем трубопроводе тепловой сети  $G_1$ ;
- расход теплоносителя в подающем трубопроводе системы отопления  $G_2$ ;
- температуры подающего и обратного теплоносителя в тепловой сети  $T_1$  и  $T_2$ ;
- температуру в подающем и обратном трубопроводах системы отопления  $T_{10}$  и  $T_{20}$ ;
- давление нагретого теплоносителя на входе и выходе из теплообменного аппарата  $P_1$  и  $P_2$ .

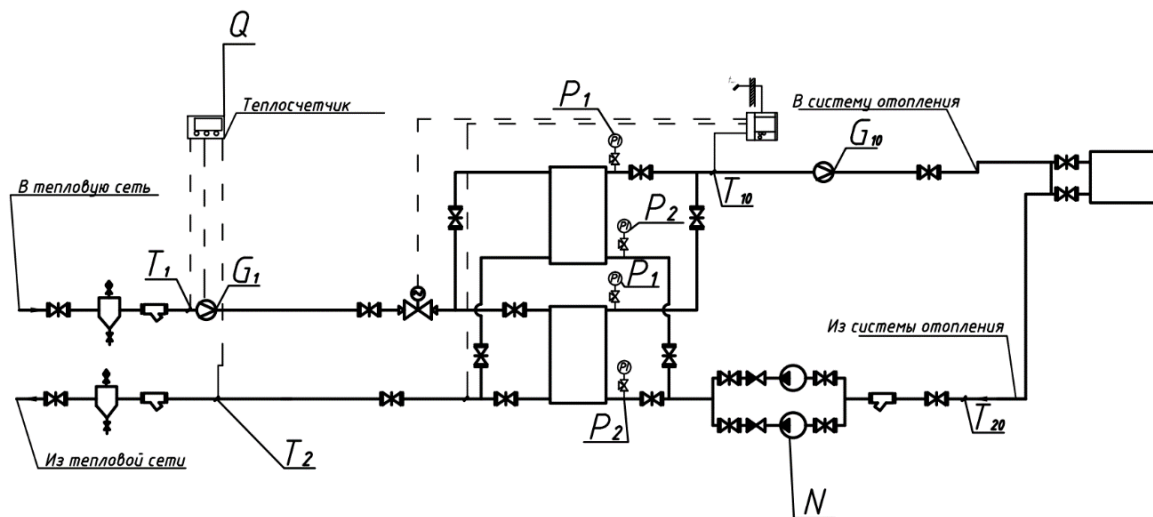


Рисунок 1 – Измеряемые параметры в системе

Заращение внутренней поверхности трубопровода приводит к следующему эффекту:

- увеличение температуры в обратном трубопроводе системы отопления  $T_{20\text{ ср}}$  по сравнению с температурой, заданной температурным графиком; при этой температура в подающем трубопроводе системы отопления под-



держивается регулирующим клапаном на заданном температурном графиком уровне;

- уменьшение перепада температур в системе отопления ( $T_{10\text{cp}} - T_{20\text{cp}}$ );
- увеличение количества тепловой энергии, отпускаемой от источника теплоснабжения  $Q_{\text{тс}}$  за счет увеличения расхода теплоносителя  $G_{1\text{cp}}$ ;
- увеличение затрат на перекачку теплоносителя в контуре "ЦТП-потребитель" за счет уменьшения проходного сечения трубопровода и увеличения гидравлического сопротивления.

После ПАВ-очистки, результатом которой является изменение внутренних характеристик системы, измерение всех вышеперечисленных параметров повторяют.

На основании полученных данных производится оценка экономии тепловой энергии.

В общем случае энергетическую эффективность очистки внутренних поверхностей трубопроводов можно оценить по формуле, учитывающей все статьи экономии энергоресурсов:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_{\text{топл}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{эн}}^{\text{с.н.}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{эн}}^{\text{ц.н.}},$$

где  $\Delta \mathcal{E}_{\text{топл}}$  – экономия топлива в результате снижения количества отпускаемого тепла после очистки, руб;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{эн}}^{\text{с.н.}}$  – экономия электрической энергии на привод сетевых насосов, руб;

$\Delta \mathcal{E}_{\text{эн}}^{\text{ц.н.}}$  – экономия электрической энергии на привод циркуляционных насосов, руб.

По результатам анализа влияния свойств функциональных поверхностей оборудования и трубопроводов на технические характеристики (термодинамические, гидравлические, надежность и т. д.) системы отопления необходимо разработать методику расчета энергетической эффективности контура "ИТП – система отопления" с учетом свойств внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов.

### Библиографический список

1. Семикашев В. В. Анализ состояния централизованного теплоснабжения в России в 2012–2014 гг. // Новости теплоснабжения. – 2016. – № 6 (190).
2. Лукин М. В. Повышение эффективности систем централизованного теплоснабжения : учеб. пособие. – Тверь : Научная книга, 2015. – 52 с.

3. Результаты работ по повышению эффективности систем централизованного теплоснабжения на основе пав-технологии за 2003–2013 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.120-bal.ru/voda/37698/index.html> (дата обращения: 24.10.2019).

4. Рыженков В. А., Седлов А. С., Рыженков А. В. Использование поверхностно-активных веществ для снижения гидравлического сопротивления трубопроводов систем теплоснабжения // Вестник МЭИ. – 2008. – №1. – С. 41–47.

5. Рыженков А. В., Данилина Н. В. К вопросу повышения эффективности теплообменных аппаратов // Естественные и технические науки. – 2012. – № 4 (60). – С. 324–333.

## Методы определения потерь электрической энергии в электрических сетях 0,4 кВ

**Карпов В. М., Самонов Е. Ф.** (г. Улан-Удэ, ФГБОУ ВО "Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления", кафедра электроснабжения промышленных предприятий и сельского хозяйства, e-mail: zhenyasamonov@gmail.com)

**Аннотация.** Потери электроэнергии в электрических сетях неминуемы, поэтому важно чтобы они не превышали экономически обоснованного уровня. Превышение норм технологического расхода говорит о возникших проблемах. Чтобы исправить ситуацию необходимо установить причины возникновения нецелевых затрат и выбрать способы их снижения.

**Abstract.** Loss of electricity in electric networks is inevitable, so it is important that they do not exceed an economically sound level. Exceeding the flow rate indicates problems. To correct the situation, it is necessary to establish the causes of non-target costs and choose ways to reduce them.

**Ключевые слова:** потери электроэнергии, методы определения потерь мощности, расчет потерь, технические потери, коммерческие потери

**Key words:** electricity losses, methods for determining power losses, calculation of losses, technical losses, commercial losses

В электрических сетях 0,4 кВ с их сложными схемами и большим количеством элементов применяются упрощенные методы расчета потерь, дающие ошибку до 20 % [1; 2].

Методы расчета потерь электроэнергии в сетях 0,4кВ отличаются малой информационной обеспеченностью [2], поэтому получаем высокую погрешность конечных результатов. Здесь же сделаны выводы о том, что величина потерь электроэнергии в действующих сетях 0,4 кВ является неопределенным фактором. Любой расчет потерь электрической энергии в низковольтных сетях может служить только одной из возможных оценок величины этих потерь.

На примере фидера Ф1 одной из подстанций 35/10 кВ Тарбагатайского РЭС недостоверность исходной информации характеризуется следующим:

1. Невозможность одновременного, точнее одномоментного съема показаний счетчиков у потребителей частного сектора.
2. Отсутствие счетчиков у ряда абонентов, данные по потреблению которых берутся достаточно условно, по методике, разработанной в РЭС.
3. Часть потребителей не живет (12 %) или не предоставляет данные в положенные сроки (авансовая предоплата или, наоборот, просрочка платежа).

4. Имеет место подключение абонентов помимо счетчиков, о чем свидетельствует большая разница между отпуском электроэнергии по ТП и полезным отпускem электроэнергии (табл. 1).

5. Наличие несимметрии нагрузки, вызванной в основном незаконным подключением абонентов, так как по данным замеров видно, что перегруженной является нижняя фаза С, где ток нагрузки даже превышает допустимый ток.

6. Нет учета реактивной энергии по фидерам для определения  $\cos\phi$ .

Расчет потерь во всех эксплуатируемых сетях практически невозможен ввиду высокой трудности таких расчетов. В то же время опыт эксплуатации [3] показывает, что из всех сетей не более 20 % являются "очагами" повышенных потерь (сети, где имеются наибольшие токовые нагрузки головных участков).

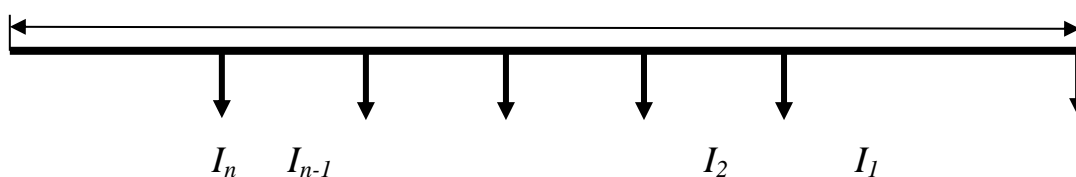
По фидеру Ф1 такими "очагами" являются сети ТП 1. Результаты расчетов, представленные ниже (табл. 1), подтверждают данный вывод.

Наиболее загруженными являются первые от ТП 3–5 участков ВЛ 0,38 кВ. Потери энергии в них составляют 40–60 % от суммарных потерь в данной сети. Отсюда точное знание последующей схемы не повышает точности расчета, поскольку и сама исходная информация является недостоверной.

В работе [2] выполнен анализ существующих методов расчета, где показано, что только при надлежащем сборе исходной информации и точности представления схемы метод ЛИЭИ позволяет выполнить расчеты с точностью до 16 %; метод многофакторной зависимости – до 14 %; метод нагрузки головного участка – до 19 % и метод эквивалентного сопротивления – до 20 %.

Основываясь на вышеизложенном, в данной работе принято решение выбрать для расчета потерь метод эквивалентного сопротивления [3], поскольку главными задачами являются необходимость разделения потерь на технические и коммерческие; выявление возможных "очагов" повышенных потерь; определение доли потерь, связанных с несанкционированным потреблением электрической энергии; выявление недостатков схем электрических сетей 0,4 кВ.

Для линий с равномерно распределенной нагрузкой длиной  $l$  и нагрузками  $I_i$



равными по величине и по фазе и подключенными через равные интервалы

$$l_n = \frac{l}{n},$$

где  $n$  – число ответвлений нагрузки по линиям.

Эквивалентное сопротивление определяется по формуле

$$R_э = r_0 l \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2n} + \frac{1}{6n^2} \right)$$

которая показывает, что при  $n > 2$  практически можно пренебречь членом  $\frac{1}{6n^2}$  т. е.  $R_э$  фактически является функцией первой трети длины и влияние второго члена уравнений очень быстро убывает. Так при  $n = 10$  второй член составляет 15 %. Наиболее загруженными являются первые 3–5 участков, где потери мощности достигают 40–60 % от суммарных потерь в данной сети.

Потери активной энергии за сутки составляют

$$\Delta W = 3K_\phi^2 I_c R_э * 24.$$

Потери активной энергии за месяц

$$\Delta W = \Delta W * 30.$$

Здесь  $K_\phi$  – коэффициент формы суточного графика, принятый по данным замеров, выполненных на подстанции,  $I_c$  – среднесуточный ток, полученный по данным "Энергосбыта" Тарбагатайской РЭС.

Суммарные потери в сети 0,4 кВ ТП за февраль месяц

$$\Delta W_m = 36616 \text{ кВт}\cdot\text{час}.$$

Вышеизложенный расчет был сделан в предположении, что нагрузка является симметричной. В то же время данные таблицы замеров показывают наличие значительной несимметрии. На этом фоне явно выделяется фаза С, провод которой является нижним и, следовательно, легко доступным для несанкционированного подключения.

В [1] предлагается формула, позволяющая учесть влияние несимметрии на увеличение потерь активной мощности.

Коэффициент увеличения потерь активной мощности

$$K_{нс} = \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3I_{cp}^2} \left( 1 + 1,5 \frac{R_0}{R_\phi} \right) - 1,5 \frac{R_0}{R_\phi},$$

где  $I_A, I_B, I_C$ , нагрузки по фазам;  $I_{cp}$  – симметричный ток;  $R_0$  – сопротивление нулевого провода;  $R_\phi$  – сопротивление фазного провода, в данном случае принято  $R_0 = R_\phi$ .

Суммарные потери эл. сети 0,4 кВ с учетом несимметрии

$$\Delta W'_M = \Delta W'_{M1} + \Delta W'_{M2} + \Delta W'_{M3} = 40357 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

или, точнее, неучтенный расход электроэнергии

$$\Delta W_{нб} = 159402 - 16161 - 7128 - 40357 = 95756 \text{ кВт}\cdot\text{час},$$

что составляет от пропуску по ТП

$$\frac{95756}{159402} \cdot 100 = 60,07\%.$$

При принятых допущениях доля технических потерь не превышает 30 % общих потерь по ТП

$$\frac{\Delta W}{\Delta W + \Delta W_{нб}} \cdot 100 = \frac{40357}{40357 + 95756} \cdot 100 = 29,65\%.$$

В то же время величина технических потерь превышает полезный отпуск (табл. 1), зарегистрированный по данным Энергосбыта, а доля потерь в пропусках по ТП составляет 25,32 %.

С целью получения достоверных выводов был также произведен расчет технических потерь в июне месяце.

Суммарные потери по сети 0,4 кВ

$$\Delta W_M = 978 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

Небаланс

$$\Delta W_{нб} = 28680 - 13636 - 942 - 978 = 13124 \text{ кВт}\cdot\text{час}$$

$$\frac{13124}{28680} \cdot 100\% = 45,76\%$$

$$\frac{978}{978 + 13124} \cdot 100\% = 6,94\%$$

Доля технических потерь в общих значительно уменьшилась по сравнению с февралем месяцем (Ср. 29,65 % и 6,94 %). Это объясняется тем, что токовые нагрузки резко уменьшились, но, тем не менее, имеет место боль-

шой небаланс, связанный, по-видимому, с несанкционированным подключением абонентов частного сектора.

Сопоставление данных по табл. 1, показывает, что потребление по счетчикам абонентов на ТП уменьшилось на 8711 кВт·час (что составляет 37,40 % от зимнего потребления, при этом потребление юридических лиц снизилось на 6186 кВт час). В то же время пропуски по ТП уменьшились на 130722 кВт час (82,01 % от зимнего пропуска).

Данное обстоятельство наталкивает на мысль, что унижение величины пропуска по ТП произошло за счет уменьшения незаконного расхода электроэнергии на обогрев.

№ п/п	Наименование подстанции	Пропуски по ТП	Полезный отпуск			Потери		В том числе	
			Юрид. лица	Частн. сектор	Итого	Общие	%	Техн.	%
1	ТП (февраль)	159402	7128	16161	23289	136113	85,39	40357	25,32
2	ТП (июнь)	28680	942	13636	14578	14102	49,17	978	3,41

Вывод:

1. Следует пересмотреть нормы отпуска электроэнергии на одну лампочку и одну розетку при отсутствии счетчиков или установить счетчики, поскольку при их отсутствии потребление может быть неограниченным.

2. Установить самонесущие изолированные провода.

3. Периодически выявлять наличие несимметрии нагрузок на отходящих ЛЭП и производить необходимые переключения.

4. По возможности увеличить сечение начальных участков ВЛЭП (4–5 участков) и выполнить ВЛЭП 4 – проводными на всем протяжении.

5. Основные потери в сетях 0,4 кВ приходятся на долю так называемых "коммерческих потерь", которые резко возрастают в зимнее время.

### Библиографический список

1. Будзко А. И., Гессен В. Ю., Левин М. С. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. – М. : Колос, 1975. 287 с.

2. Воротницкий Б. Э., Смирнов В. В. Особенности расчетов потерь энергии в электрических сетях 0,38 кВ при неполной информации о схемных и режимных параметрах. – Жданов, 1983.

3. Железко Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях : Руководство для практ. расчетов. – М. : Энергоатомиздат, 1989. 172,[4] с.



## **Повышение эффективности котельных путем использования теплоты уходящих газов**

**Никулин В. Д.** (г. Москва, ФГБОУ ВО "Российский университет транспорта (МИИТ)", кафедра теплоэнергетики и водоснабжения на транспорте, e-mail: vnikulin@miid.ru)

**Аннотация.** В статье затронута проблема неэффективного использования теплоты уходящих газов и способы более рационального их применения. Описаны различные методы и представлены схемы утилизации теплоты дымовых газов.

**Abstract.** The article deals with the problem of inefficient use of heat of outgoing gases and more rational ways to use them. Various methods and schemes of utilization of heat of flue gases are described.

**Ключевые слова:** теплота уходящих газов, дымовые газы, КПД, когенерационные энергетические агрегаты, теплообменник, скрытая теплота

**Key words:** flue gas heat, flue gases, efficiency, cogeneration power units, heat exchanger, latent heat

**Введение.** В настоящее время, вопрос о более полном использовании энергии теплоносителей становится все более актуален. ТЭЦ и крупные котельные агрегаты, относящиеся к городским системам теплоснабжения, являются одними из наиболее крупных потребителей энергии. На которых в качестве сырья используется высококачественное органическое топливо (природный газ), позволяющее получить теплоту низкого потенциала с температурой 95–100 °С. Однако потенциал использования тепловой энергии природного газа недостаточно раскрыт. По этой причине эксплуатация котельных становится дороже. Современные технологии позволяют более полно использовать теплоту уходящих газов и увеличить КПД котла, рассчитанного по низшей теплоте сгорания, вплоть до значения в 111 %. Потеря теплоты с уходящими газами занимает основное место среди тепловых потерь котла и составляет 5–12 % вырабатываемой теплоты [1].

В настоящее время температуру уходящих дымовых газов за котлом принимают не ниже 120–130 °С по двум причинам: для исключения конденсации водяных паров на боровых, газоходах и дымовых трубах и для увеличения естественной тяги, снижающей напор дымососа. При этом теплоту уходящих газов и скрытую теплоту парообразования водяных паров можно полезно использовать. Использование новых технологий созданием мини-ТЭЦ, а также модернизация теплового контура котельных установок в ко-

генерационные энергетические агрегаты позволит повысить энергетическую эффективность источников теплоснабжения.

Существует немало методов, позволяющих повысить эффективность использования теплоты уходящих газов. Метод глубокой утилизации теплоты дымовых газов, который позволяет увеличить КПД топливопотребляющей установки на 2–3 %, что соответствует снижению расхода топлива на 4–5 кг у. т. на 1 Гкал выработанного тепла.

Существует две основные схемы утилизационных установок для использования теплоты уходящих газов: схема использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха и схема двухступенчатого использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха и холодной воды, которые имеют свои преимущества и недостатки.

Также одним из перспективных методов повышения эффективности использования уходящих газов является метод утилизации теплоты дымовых газов котельного агрегата при помощи теплового насоса.

**Утилизационные установки для использования теплоты уходящих газов.**

**1. Схема использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха**

На рис. 1 показана схема использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха. Вентилятор 2 забирает холодный воздух и подаёт его в рекуперативный теплообменник 3. В воздухоподогревателе воздух подогревается и затем направляется в тепловую установку 1. При реализации такой схемы воздух, подаваемый в топку, удаётся подогреть до 300–400 °С, что обеспечит подъём КПД установки на 10–15 %. Однако у такой схемы температура уходящих газов достаточно велика [7].

Предварительный нагрев воздуха, подаваемого в топку для горения, позволяет повысить теоретическую температуру сгорания топлива. Обычно увеличение температуры нагрева воздуха на 100 °С повышает температуру горения примерно на 35–40 °С. Снижение температуры уходящих газов на каждые 10 °С за счет установки хвостовых поверхностей нагрева повышает КПД парогенератора примерно на 0,5 %. Установка воздухоподогревателя увеличивает экономичность котла главным образом за счет снижения потерь с уходящими газами, а также позволяет значительно улучшить процесс горения топлива, особенно при сжигании низкокачественных и малореакцион-

ных топлив, снизив потери в топке  $q_3$  и  $q_4$  и увеличив передачу теплоты радиацией по сравнению с менее эффективной теплоотдачей – конвекцией [2].

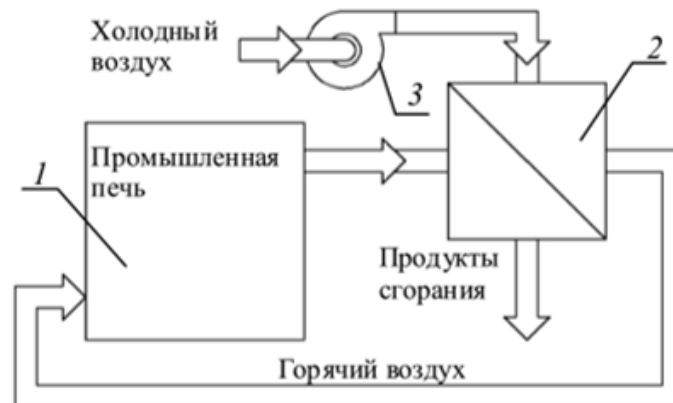


Рисунок 1 – Схема использования теплоты уходящих газов путём подгрева вторичного воздуха: 1 – тепловая установка; 2 – вентилятор вторичного дутья; 3 – рекуперативный теплообменник (воздухоподогреватель)

## 2. Схема двухступенчатого использования теплоты уходящих газов путём подгрева вторичного воздуха и холодной воды

Реализация схемы двухступенчатого использования теплоты уходящих газов путём подгрева вторичного воздуха и холодной воды, используемой в системе горячего водоснабжения (рис. 2), позволяет повысить КПД промышленных печей до 50–60 %, а котельных установок и ещё выше. В эту схему дополнительно за воздухоподогревателем включен второй рекуперативный теплообменник 5, который подготавливает горячую воду для собственных нужд. Температура уходящих газов за вторым теплообменником находится в пределах 130–150 °С [3].

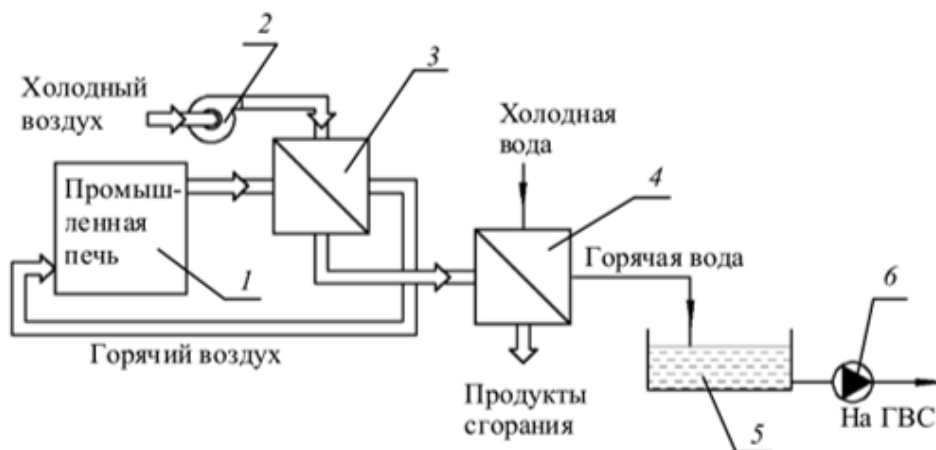


Рисунок 2 – Схема двухступенчатого использования теплоты уходящих газов путём подгрева вторичного воздуха и холодной воды: 1 – тепловая установка; 2 – вентилятор подачи вторичного воздуха; 3 – воздухоподогреватель; 4 – рекуперативный теплообменник; 5 – бак; 6 – насос сети горячего водоснабжения

Наиболее эффективная утилизация теплоты удаляемого воздуха достигается при наличии встроенных отсосов, изготовленных вместе с оборудованием, при этом не только уменьшается количество теплоты, паров и газов, поступающих в цех, но и выше температура удаляемого воздуха.

### Утилизация теплоты дымовых газов котельного агрегата при помощи теплового насоса

Данный метод предусматривает применение схемы утилизации тепла дымовых газов с использованием теплового насоса, представленной на рис. 3. Она позволяет максимально использовать теплоту от конденсации водяных паров, исключая при этом загрязнение воды вредными веществами.

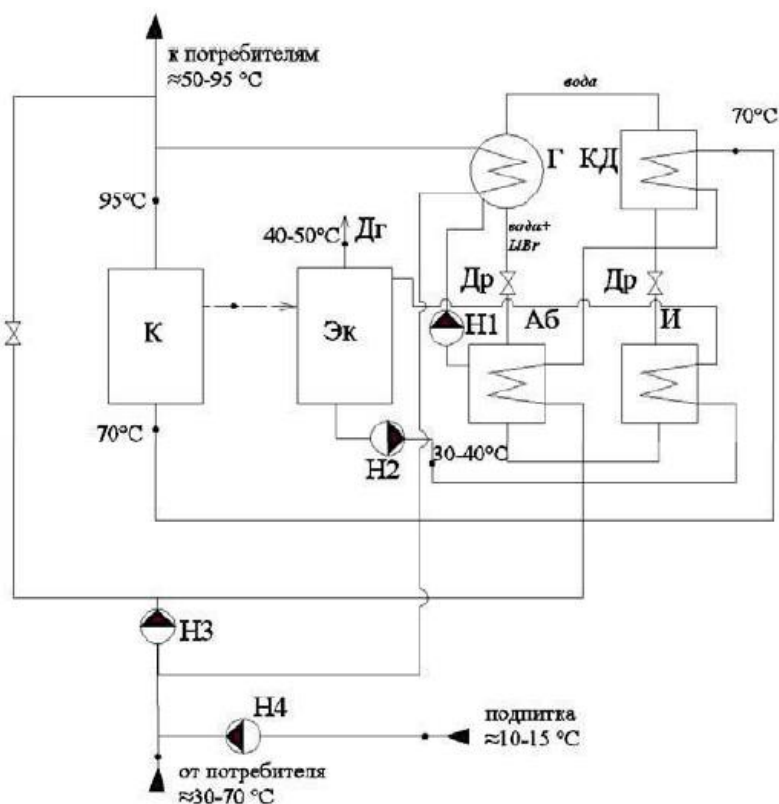


Рисунок 3 – Схема утилизации теплоты дымовых газов с использованием теплового насоса

Данная схема является четырехконтурной.

Первый контур состоит из насоса Н3, абсорбера, конденсатора. Вода в первом контуре, приходя от потребителя с температурой 30–70 °С, при помощи насоса Н3 подается в абсорбер и конденсатор, от которых отводится теплота, передаваемая нагреваемому теплоносителю – сетевой воде. Таким образом подогревается вода, поступающая в котел.

Во втором контуре дымовые газы после котла с температурой 130–170 °С поступают в экономайзер, где они охлаждаются водой до температуры

40–50 °С. После чего вода из экономайзера, нагретая дымовыми газами до температуры 30–40 °С при помощи насоса Н<sub>2</sub>, подается в испаритель, где она отдает свое тепло на испарение капель хладагента-воды, далее "холодная" вода после испарителя вновь поступает в экономайзер.

По третьему контуру, собственно АБТН, хладагент-вода попадает в испаритель. В условиях глубокого вакуума капли хладагента испаряются и забирают тепло из охлаждаемой воды, которая возвращается в экономайзер для охлаждения дымовых газов. Попадающие в абсорбер капли концентрированного раствора бромида лития (LiBr) абсорбируют пары хладагента-воды. Полученный после процесса абсорбции раствор бромида лития с помощью насоса Н<sub>1</sub> направляется в генератор. В генераторе из раствора выпаривается часть воды, что восстанавливает изначальную концентрацию раствора LiBr. Выпаренная вода-хладагент из генератора попадает в конденсатор, где происходит процесс ее конденсации и передача теплоты сетевой воде. После этого полученный жидкий хладагент вновь попадает в испаритель и испаряется, забирая при этом тепло из окружающего пространства [4].

Четвертый контур используется в качестве источника высокотемпературной теплоты.

### **Выводы**

Таким образом можно сделать выводы, что имеется не мало путей повысить эффективность котельных путем использования теплоты уходящих газов, однако, каждый из вышеперечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки.

1. При реализации схемы использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха возможно повысить КПД на 10–15 %, благодаря разогреву воздуха до 300–400 °С, но, одновременно с этим, сильно возрастает температура уходящих газов.

2. В отличии от предыдущего метода, схема двухступенчатого использования теплоты уходящих газов путём подогрева вторичного воздуха и холодной воды позволяет повысить КПД котельных более чем на 50 %, в этом случае, температура уходящих газов будет находиться в пределах 130–150 °С. Однако данный метод требует применения дополнительного оборудования, что повышает стоимость обслуживания контура тепловой схемы.

3. Данная схема имеет наименьшие потери тепла, что позволяет максимально использовать теплоту от конденсации водяных паров, исключая при этом загрязнение воды вредными веществами. В данном случае температура уходящих газов будет составлять порядка 40–50 °С.

За счет вышеперечисленных методов можно получить энергию, потребляемую предприятием на собственные нужды, которая добывается, фактически, из отходов производства котельных. Что подтверждает экономическую и экологическую выгоду.

### **Библиографический список**

1. Аронов И. З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных. – М. : Энергия, 1967. – 192 с.
2. Арсеньев Л. В., Тырышкин В. Г. Комбинированные установки с газовыми турбинами. – Л. : Машиностроение, 1982. 247 с.
3. Длугосельский В. И., Земцов А. С. Эффективность использования в теплофикации газотурбинных и парогазовых технологий // Теплоэнергетика. – 2000. – №12. – С. 3–6.
4. Трояновский Б. М., Трухний А. Д., Грибин В. Г. Теплофикационная утилизационная парогазовая установка мощностью 210 МВт // Теплоэнергетика. – 1998. – №8. – С. 9–13.
5. Романов В. И., Кривуца В. А. Комбинированная газопаротурбинная установка мощностью 16–25 МВт с утилизацией тепла отходящих газов и регенерацией воды из парогазового потока // Теплоэнергетика. – 1996. – № 4. – С. 27–30.
6. Цой А. Д., Клевцов А. В., Корягин А. В. Математическое моделирование тепловых теплофикационных ПТУ // Промышленная энергетика. – 1997. – № 12. – С. 25–32.
7. Цой А. Д. О некоторых показателях теплофикационных парогазовых установок // Промышленная энергетика. – 2000. – № 4. – С. 50–52.

## **Влияние кавитации и неконденсируемых газов на процесс теплообмена**

**Новиков Д. И., Лебедев В. В., Кот А. В., Сатаев А. А., Братыгина В. С., Дунцев А. В.** (г. Нижний Новгород, ФГБОУ ВО "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева",  
*e-mail: dimnovikov@gmail.com*)

**Аннотация.** Рассмотрен принцип работы стенда исследования влияния парогазовой смеси на теплообменный процесс.

**Abstract.** This article describes principle how research stand of the influence of vapor-gas mixture on the heat exchange process works.

**Ключевые слова:** энергетическая установка, кавитация, неконденсируемые газы, парогазовая смесь, теплообмен

**Key words:** power plant, cavitation, non-condensable gases, para-gas mixture, heat transfer

На современном этапе развития энергетических установок основной тенденцией является повышение эффективности теплообменных аппаратов. Сокращение металлоёмкости конструкции, и увеличение коэффициента теплового использования теплообменников – важная цель, как с точки зрения технологии производства, так и с точки зрения экономичности и надёжности. Применительно к транспортным энергетическим установкам, был создан стенд исследования влияния парогазовой смеси на теплообменный процесс.

Для создания устойчивой кавитации, было рассчитано сужающееся сопло. Необходимое разрежение достигается при скорости потока более 14 м/с при диаметре проходного отверстия 4 мм.

Для создания двухкомпонентной среды использовался эжектор. Оценка эффективности производилась по соотношению балансовой мощности, т. е. по коэффициенту удержания тепла. По центральной трубе расход теплоносителя был постоянный и составлял 14 л/мин. Результат отображён в виде графиков.

Из графиков сравнения видно, что кавитатор увеличивает коэффициент удержания тепла, а заброс воздуха из атмосферы, наоборот снижает эффективность установки. Данный вывод ставит вопрос о физическом механизме процессов и применимости их в транспортных энергетических установках и будет рассматриваться в дальнейших этапах научно-исследовательской работы.

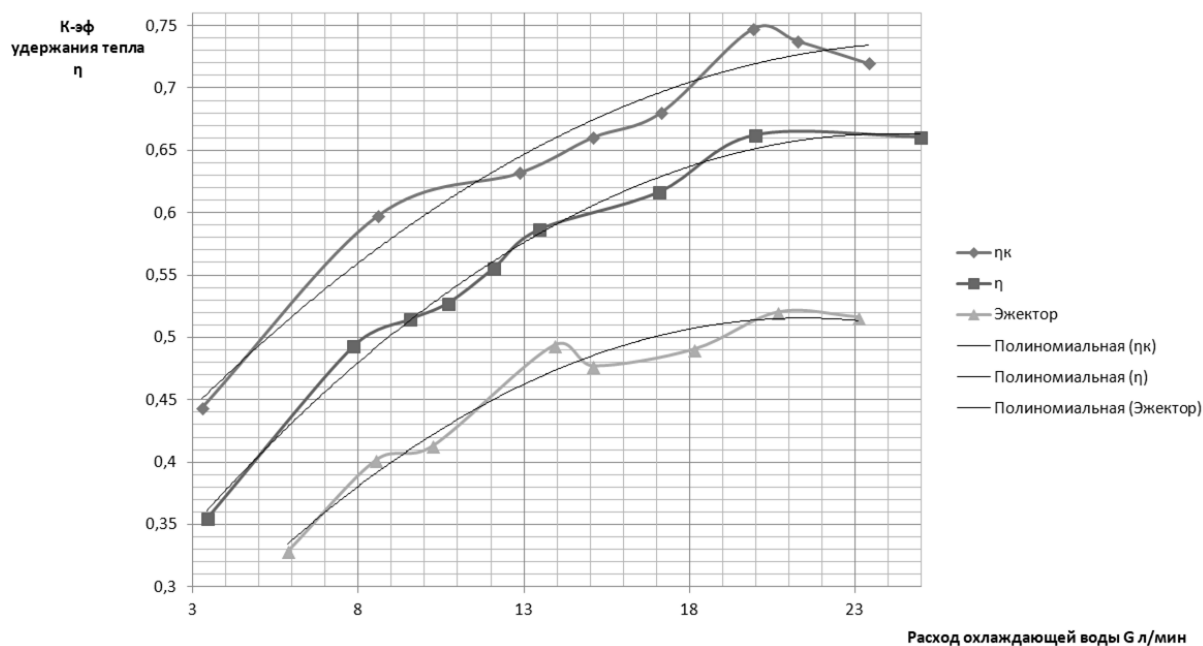


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента удержания тепла от расхода воды

### Библиографический список

1. Кириллов П. Л., Юрьев Ю. С., Бобков В. П. Справочник по тепло-гидравлическим расчётам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 360 с.
2. Герасимов В. В., Касперович А. И., Мартынова О. И. Водный режим атомных электростанций. – М. : Атомиздат, 1976. – 400 с.



## **Стенд исследования влияния парогазовой смеси на теплообменный процесс**

**Новиков Д. И., Лебедев В. В., Кот А. В., Сатаев А. А., Дунцев А. В.**  
(г. Нижний Новгород, ФГБОУ ВО "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева", e-mail: [dimnovikov@gmail.com](mailto:dimnovikov@gmail.com))

**Аннотация.** Рассмотрены конструкция и технические характеристики стенда исследования влияния парогазовой смеси на теплообменный процесс.

**Abstract.** This article describes design and specifications of research stand of the influence of vapor-gas mixture on the heat exchange process works.

**Ключевые слова:** энергетическая установка, конструкция, кавитация, парагазовая смесь, теплообменный процесс

**Key words:** power plant, cavitation, design, para-gas mixture, heat transfer process

На современном этапе развития транспортных ядерных энергетических установок важнейшими и определяющими параметрами являются экономичность, безопасность и надёжность. Непосредственное влияние на эти качества оказывают характеристики теплогидравлических процессов установки.

Для обеспечения теплотехнической надёжности, важно обеспечить постоянный и интенсивный теплосъём, со всем теплогенерирующих элементов установки. Ввиду условий ограниченности пространства в отсеках судовой ЯЭУ, добиться больших поверхностей теплообмена не удаётся, что приводит к необходимости интенсификации теплообмена.

В целях обоснования интенсификации теплообмена необходимо моделировать теплогидравлические процессы, оценивая эффективность установки в целом, прибегая к математическому и масштабному моделированию. На базе лабораторного комплекса экспериментальных теплофизических стендов, был создан стенд, который представляет собой секцию однострубно-прямотрубного парогенератора (рис. 1). Данный тип парогенераторов применяется на АЭС малой мощности типа ВБЭР-300, моноблочных судовых установках типа РИТМ.

По направлению движения сред – противоточный. Греющая среда движется внутри трубы, второй контур в межтрубной пространстве. На входе в центральную трубу, имеется возможность установить кавитатор или эжектор для создания двухфазного потока или двухкомпонентной среды. Имеется окно визуализации. При помощи "лазерного ножа" и высокоскоростной

съёмки регистрируется истинное объёмное паросодержание. Подача горячей воды осуществляется с насосной станции. Так же имеется возможность поменять местами греющую и охлаждающую среду.

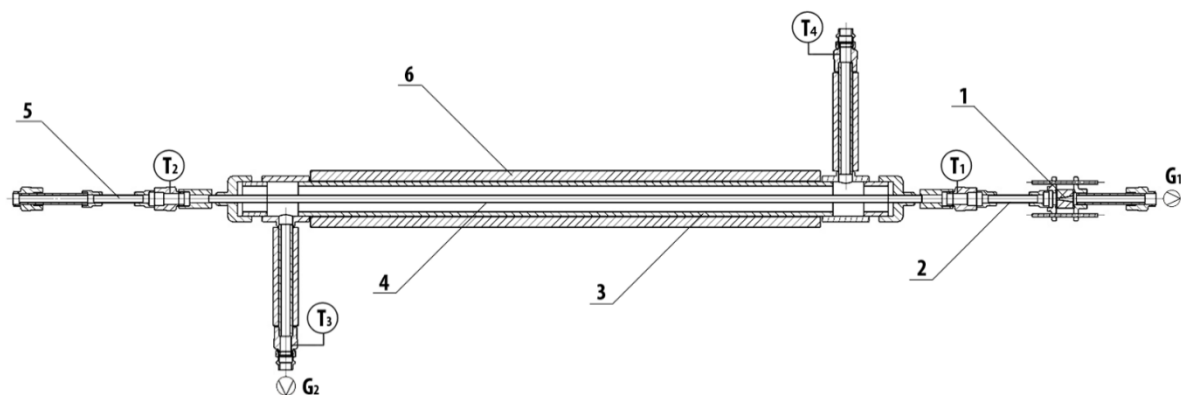


Рисунок 1 – Внешний вид модели: 1 – кавитатор; 2 – окно визуализации на входе; 3 – кожух; 4 – внутренняя труба; 5 – окно визуализации на выходе; 6 – теплоизолятор

Метод измерения – температурное зондирования терморезистивными датчиками.

Таблица 1 – Технические характеристики

Площадь теплопередающей поверхности	535 см <sup>2</sup>
Максимальное давление среды в межтрубном пространстве	0,6 МПа
Максимальное давление в центральной трубе	0,8 МПа
Максимальная температура среды по обоим контура	до 80°С
Глубина разряжения кавитатора	до 0,015 МПа
Скорость на выходе из кавитатора	13 м/с

Целью создания стенда является исследование влияния неконденсируемых газов и кавитации на теплогидравлические процессы.

### Библиографический список

1. Кириллов П. Л. Справочник по теплогидравлическим расчётам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) / Кириллов П. Л., Юрьев Ю. С., Бобков В. П. – М., Энергоатомиздат, 1990. – 360 с.

2. Африкантов И. И. Судовые атомные паропроизводительные установки / Африкантов И. И., Митенков Ф. М. – Л., Судостроение, 1965. – 376 с.

## Укрупненные параметры тепловой сети при выборе оптимальной трассы трубопроводов

**Чуйкина А. А.** (г. Воронеж, ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела, e-mail: a.a.chuykina@mail.ru)

**Аннотация.** Рассматриваются укрупненные критерии оптимальности и варианты их определения характерные для решения оптимизационных задач строительной отрасли. Выделяются критерии строительной технологичности системы, времени производства работ, надежности и экономической эффективности через статические и динамические приведенные затраты.

**Abstract.** The enlarged criteria of optimality and variants of their definition characteristic for the solution of optimization problems of construction branch are considered. The criteria of construction manufacturability of the system, time of work, reliability and economic efficiency through static and dynamic reduced costs are distinguished.

**Ключевые слова:** критерии оптимальности, многокритериальная оптимизация, системный анализ, теплоснабжение

**Key words:** optimality criteria, multi-criteria optimization, system analysis, heat supply

**Введение.** При территориальном планировании современных городов необходимо учитывать множество факторов, оказывающих влияние на их развитие. Одним из определяющих факторов является наличие требуемой инженерной инфраструктуры города и возможность ее переустройства с учетом изменяющихся потребностей в том или ином ресурсе. Особую актуальность данная проблема приобретает при проектировании, строительстве и эксплуатации систем теплоснабжения.

Решение оптимизационных задач ведет путем составления ряда математических моделей, одной из основных составляющих которых являются критерии или параметры оптимизации. Поскольку наиболее полный анализ получаемых решений может быть проведен только при рассмотрении многокритериальной задачи оптимизации, становится актуально задача моделирования пространства критериев, в границах которого производится поиск оптимальных решений.

Выбор оптимальной трассы тепловой сети может проводиться на различных стадиях проектирования и с помощью различных методов, пример которых, например, представлен в работах [1–5] и др. Так, например, при проведении полного гидравлического расчета затрачивается значительное

количество времени, что приводит к увеличению сроков проектирования. Таким образом, перед более подробным этапом проектирования следует выбрать наиболее выгодные варианты трассировки. Этого можно добиться при использовании укрупненных показателей, не требующих точных расчетов и большого объема начальной информации. Рассмотрим основные укрупненные показатели, существующие на данный момент и упоминаемые в работах отечественных и зарубежных авторов, такие как: материальная характеристика тепловой сети; момент тепловой нагрузки; коэффициентом конфигурации тепловой сети; надежность тепловой сети; затрачиваемое время на строительство или реконструкцию; строительно-технологические показатели; трудоемкость и машиноёмкость строительных работ; годовые тепловые потери. Рассмотрим более подробно упомянутые критерии.

**1. Материальная характеристика тепловой сети.** Материальная характеристика тепловой сети определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n D_{вн} l_i, \quad (1)$$

где  $D_{вн}$  – внутренний диаметр трубопровода на участке тепловой сети;  $l$  – длина участка тепловой сети;  $n$  – количество участков тепловой сети.

Для определения материальной характеристики по формуле (1) необходимо провести гидравлический расчет. На начальной стадии проектирования, когда гидравлический расчет не проведен, данную величину можно определить с помощью заданного закона распределения тепловой нагрузки, без детального гидравлического расчета. Ниже приводятся формулы для определения материальной характеристики двухтрубной тепловой сети для нескольких типовых случаев распределения тепловой нагрузки вдоль тепловой сети.

Для транзитной магистрали (расход вдоль трубопровода не изменяется и равен  $G_n$ , т/ч). Диаметр трубопровода, м, для частного случая, при теплоносителе – вода, предлагается определять по формуле [1]

$$D = \frac{A_d^6 \cdot G^{0,38}}{R_l^{0,19}}, \quad (2)$$

где  $G$  – расход теплоносителя в магистрали, кг/с;  $R_l$  – удельное линейное падение давления, кг/(м<sup>2</sup>·м);  $A_d^6$  – коэффициент отнесенный к диаметру трубопровода, зависящий от шероховатости.

Коэффициент  $A_d$  может определяться по формуле

$$A_d = 0,63k_s^{0,0475} / \rho^{0,19}, \quad (3)$$

где  $R_{л}$  – удельное линейное падение давления в главной магистрали, Па/м, принимается равным 100 (50) Па/м;  $k_s$  – абсолютная эквивалентная шероховатость, равная 0,0005 м;  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>.

Решая совместно уравнения (1) и (2) (для теплоносителя – вода), получим следующую зависимость [1]

$$M = E \cdot G^{0,38} \cdot l m^2, \quad (4)$$

где  $E = \frac{A_d^B}{R_{л}^{0,19}}$ .

**2. Момент тепловой нагрузки. Коэффициентом конфигурации тепловой сети.** Момент тепловой нагрузки подробно разбирался в работах Папушкина В. Н., в которых отмечается, что для учета неравномерности тепловой нагрузки, распределенной в зоне действия предложен другой показатель, основанный на рассмотрении тепловых нагрузок как сосредоточенных в точках их присоединения к тепловым сетям. Этот показатель был назван Е. П. Шубиным оборотом тепла. Обосновывая введение этого показателя, автор принял, что с точки зрения транспорта тепловой энергии каждая точечная тепловая нагрузка характеризуется двумя величинами:

- расчетной тепловой нагрузкой  $Q_i^p$ ;
- расстоянием от источника тепла до точки ее присоединения, принятой по трассе тепловой сети (по вектору расстояния от точки до точки)  $l_i$ .

Произведение этих величин  $Z_i = Q_i^p \times l_i$  (Гкал. м/ч) названо моментом тепловой нагрузки относительно источника теплоснабжения. Чем больше величина этого момента, тем, очевидно, больше должна быть и материальная характеристика теплопровода, соединяющего источник теплоснабжения с точкой приложения тепловой нагрузки, причем материальная характеристика растет в зависимости от роста момента не прямо пропорционально, а в соответствии с известным степенным законом  $Z_i \rightarrow Q_i^{0,38}$ . Для тепловых сетей с количеством абонентов больше единицы характерной является величина суммы моментов тепловых нагрузок  $Z_T$ , Гкал. м/ч [6]

$$Z_T = \Sigma Z_i = \Sigma(Q_i^p \times l_i). \quad (5)$$

Эта величина названа теоретическим оборотом тепла для заданного расположения абонентов относительно источника теплоснабжения.

Так как при расчете этого оборота значения  $l_i$  измеряются по вектору, соединяющему источник тепла с точкой присоединения  $i$ -го абонента, то величина теоретического оборота не зависит от выбранной трассы и конфигурации тепловой сети. Вместе с тем, она отражает ту степень транзита тепла, которая является неизбежной при заданном расположении абонентов относительно источника теплоснабжения.

Связи величины оборота тепла с другими транспортными коэффициентами выражались, как правило, следующими соотношениями

$$R_{cp} = Z_T / Q_{сумм}^p = \Sigma(Q_i^p \times l_i) / \Sigma Q p_i; \quad (6)$$

$$Z_T = l_{cp} Q_{сумм}^p, \quad (7)$$

где  $R_{cp}$  – отношение оборота тепла к суммарной расчетной тепловой нагрузке всех абонентов, характеризующее собой среднюю удаленность абонентов от источника теплоснабжения или расстояние от этого источника до центра тяжести тепловых нагрузок всех абонентов сетей, м.

Такое определение радиуса теплоснабжения не совпадает с его утилитарным определением, принятом в большинстве научных и методических документов, где за радиус теплоснабжения принимают длину главной магистрали от источника теплоснабжения до самого удаленного потребителя, присоединенного к этой магистрали.

Если допустить, что выполнен выбор трассы тепловой сети и ее конфигурации, то можно также конкретизировать расчет оборота тепла, приняв в качестве длин, соединяющих источник теплоснабжения с конкретным потребителем, расстояние по трассе. Так как это расстояние всегда больше, чем вектор, то оборот тепла по конкретной трассе  $Z_c$  всегда больше теоретического оборота тепла  $Z_T$ . Безразмерное отношение этих двух значений оборотов тепла называется коэффициентом конфигурации тепловых сетей  $\chi$ :

$$\chi = Z_c / Z_T = \Sigma(Q_i^p \cdot l_{ic}) / \Sigma(Q_i^p \cdot l_{iT}). \quad (8)$$

**3. Надежность тепловой сети.** Надежность тепловой сети принято оценивать показателем надежности, который должен быть не ниже установленного уровня, чем он выше, тем надежнее система. Таким образом, критерий оптимизации примет вид [6]

$$R_{сумм}(t) = \frac{Q(t)}{Q_0} = 1 - \sum_{j=1}^{j=l} \frac{\Delta Q_j}{Q_0} \frac{\omega_j}{\sum \omega_i} (1 - e^{-\Sigma \omega_i t}) \rightarrow \max, \quad (9)$$

где  $Q_0$  – расчетный расход теплоты;  $\Delta Q_j$  – недоподача теплоты;  $Q(t)$  – математическое ожидание характеристики качества функционирования системы;  $t$  – время;  $\omega_i$  – параметр потока отказов, определяемый по формуле

$$\omega = \frac{\sum_{i=1}^N m_i}{N\Delta t} = \frac{m_{cp}(t)}{\Delta t}, \quad (10)$$

где  $m_i$  – число отказов;  $N$  – число одинаковых участков тепловой сети;  $\Delta t$  – время наблюдения;  $m_{cp}$  – среднее число отказов.

Для оценки наиболее ответственных отдельных узлов тепловой сети критерий надежности может быть найден по формуле

$$R_{узел}(t) = e^{-\sum \omega_i t} \rightarrow \max. \quad (11)$$

Данные критерии оценивают качественную характеристику системы, при необходимости перехода к количественной оценке надежности систем теплоснабжения приходится сталкиваться с большим количеством случайных факторов, совокупность которых оценивают с помощью теорий вероятности, математической статистики и случайных процессов. Согласно работе [7] связь между показателями надежности и эффективности может определяться по уравнению [6]

$$\varepsilon = M\sigma[\Phi(x(t), T)] + f(K), \quad (12)$$

где  $\sigma[\Phi(x(t), T)]$  – характеристика эффективности системы за время ее использования  $T$  с учетом затрат на восстановление при отказе;  $\Phi(x(t), T)$  – количественная характеристика надежности системы;  $f(K)$  – характеристика начальных капитальных вложений.

Поскольку состояние системы в произвольный момент времени зависит от нескольких параметров, то значение функции целесообразно определять на каждом участке отдельно, кроме того, получаемое выражение

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^{i=l} M\sigma_i[\Phi(x(t), T)] + f(K) \rightarrow \min, \quad (13)$$

**4. Затрачиваемое время на строительство или реконструкцию.** Зачастую, большое значение приобретает показатель затрачиваемого времени на строительство или реконструкцию тепловой сети. Подобная ситуация может возникнуть при проведении работ в отапливаемый период года, или в слу-

чае проведения работ, затрагивающих нормативное функционирование других инфраструктурных объектов (автомагистрали, железные дороги, системы водоснабжения и водоотведения и т. д.).

В подобных случаях, определяющим критерием оптимальности будет являться время строительства [6]

$$T_{cmp} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \frac{\theta_{kj} v_{kj}}{N_{kj}} \rightarrow \min, \quad (14)$$

где  $N_{kj}$  – состав исполнителей;  $\theta_{kj}$  – трудовые затраты на единицу строительных работ;  $v_{kj}$  – объем работ;  $k$  – типоразмеры ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $j$  – виды конструкций ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

**5. Строительно-технологические показатели. Трудоемкость и машиноёмкость строительных работ.** Под строительной технологичностью понимают совокупность технических свойств и конструктивных решений строительства, которая характеризует их соответствие требованиям техники и технологии строительства и эксплуатации. Анализ строительной технологичности проектного решения систем теплоснабжения можно осуществить по следующим показателям [7]

– показатель трудоемкости

$$\theta_{cmp} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \theta_{kj} v_{kj}, \quad (15)$$

где  $\theta_{kj}$  – трудовые затраты на единицу строительных работ;  $v_{kj}$  – объем работ;  $k$  – типоразмеры ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $j$  – виды конструкций ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

– показатель машиноёмкости

$$M_{cmp} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n M_{kj} v_{kj}, \quad (16)$$

где  $M_{kj}$  – машиноёмкость на единицу строительных работ.

Каждый из перечисленных показателей можно использовать как функцию поиска оптимального решения при их приведении к минимуму. Однако, как правило, в качестве критерия оптимальности для оценки строительной технологичности проектных решений систем теплоснабжения принимают минимум трудозатрат связанных с выполнением строительных работ ( $\theta_{cmp} \rightarrow \min$ ). При этом для минимизации данной функции вводят граничные условия, при которых  $v_{kj} \geq 0$ ,  $T_{cmp} < T$  ( $T = const$  – директивный срок строительства;  $T_{cmp}$  – затрачиваемое время на строительство объекта).



**6. Годовые тепловые потери.** На начальной стадии проектирования (когда не известна конструкция тепловой изоляции) величина годовых тепловых потерь, Гкал/год, может определяться по приближенной зависимости [2, 7]

$$Q_{m.n} = q \cdot M_{yc}, \quad (17)$$

где  $M_{yc}$  – условная материальная характеристика теплосети, рассчитанная по наружной поверхности изоляции,  $m^2$ ;  $q$  – удельные годовые теплотери, отнесенные к  $1 m^2$  условной материальной характеристики теплосети, Гкал/(год· $m^2$ ).

$$M_{yc} = M + 0,15\Sigma l, \quad (18)$$

где  $\Sigma l$  – суммарная длина трубопровода, м.

$$q = 3,6 \cdot \pi \cdot k \cdot (\tau_{cp} - t_0)(1 + \beta) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (19)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи теплопровода с учетом толщины и материала изоляции, канала и вида грунта, отнесенный условно к наружной поверхности изоляции, Вт/( $m^2 \cdot ^\circ C$ );  $\tau_{cp}$  – среднегодовая температура теплоносителя,  $^\circ C$ ;  $t_0$  – среднегодовая температура грунта или окружающей среды,  $^\circ C$ ;  $\beta$  – коэффициент местных тепловых потерь;  $n$  – число часов работы тепловой сети в год.

**7. Решение оптимизационной задачи.** Определение кратчайшей или "оптимальной" трассы трубопровода тепловой сети может проводиться с помощью множества методик решения оптимизационных задач. Наибольшее распространение получила методика, базирующаяся на следующем условии

$$H = \sum_i \sum_j \mu_j \varepsilon_{ij}, \quad (20)$$

где  $\mu_j$  – весовой коэффициент рассматриваемой карты факторов;  $\varepsilon_{ij}$  – значение  $i$ -го элемента на  $j$ -ой карте факторов.

Основной проблемой при решении данного уравнения является определения весового коэффициента каждого критерия. Например, всех шести критериев приведенных выше. Для их определения, как правило, применяют способ экспертных оценок. В работе [8] отмечается, что в простейшем варианте экспертизы каждый из  $m$  экспертов оценивает качество объекта одной оценкой (например, в балльной шкале). В итоге каждый объект получает

векторную оценку  $K(g) = (K_1(g), \dots, K_m(g))$ , где  $K_i(g)$  – оценка, данная  $i$ -м экспертом. Возникает задача сравнения объектов по предпочтительности на основе их векторных оценок. При ее решении необходимо, помимо всего прочего, учитывать компетентность экспертов и характер шкалы критериев. Известные методы учета компетентности обладают рядом недостатков. Поэтому разумно, по крайней мере на первых этапах обработки результатов экспертизы, поступить следующим образом: интерпретировать равную компетентность  $r$ -го и  $t$ -го экспертов в форме равноценности критериев  $K_r$  и  $K_t$ , а большую компетентность  $p$ -го эксперта по сравнению с  $q$ -м в форме превосходства в важности критерия  $K_p$  над  $K_q$  и использовать отношения  $R^\Omega$  и  $I^\Omega$ , где  $\Omega$  – информация о компетентности экспертов. Этот подход очевидным образом распространяется на более общие случаи. Так, если используются несколько  $n$  оценок, отражающих разные стороны качества объектов, то каждый объект  $g$  будет характеризоваться векторным критерием  $K(g) = (K_{11}(g), \dots, K_{1m}(g), K_{21}(g), \dots, K_{mn}(g))$  где  $K_{ij}(g)$  – оценка, данная  $i$ -м экспертом объекту  $g$  по  $j$ -му признаку качества. Здесь, например, критерий  $K_{pj}$  – будет важнее, чем  $K_{qj}$ , когда  $p$ -й эксперт компетентнее, чем  $q$ -й, в вопросе оценки  $j$ -го признака качества. Понятно, что эксперт может быть более компетентным в вопросе оценки одного признака и менее компетентным в вопросе оценки другого признака качества.

**Заключение.** Таким образом, из анализа современной литературы следует, что наиболее распространенными показателями, служащими для оценки систем теплоснабжения являются материальная характеристика, момент тепловой нагрузки, надежность, время строительства, машиноёмкость, трудоёмкость, кодовые тепловые потери. Наиболее подходящей зависимостью для определения материальной характеристикой, является случай с равномерным распределением теплоносителя и постоянным расходом воды на участке трубопровода. Так же, в качестве оценки момента тепловой нагрузки необходимо применять фактический показатель, поскольку теоретический практически не применим на практике. В связи с этим, построение искомого пространства должно осуществляться по зависимостям, определяющим данные критерии.

### **Библиографический список**

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. – М. : МЭИ, 2001. – 472 с.
2. Ионин А. А., Хлыбов Б. М., Братенков В. Н., Терлецкая Е. Н. Тепло-снабжение. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с.
3. Стенников В. А., Сеннова Е. В., Ощепкова Т. Б. Методы комплексной оптимизации развития теплоснабжающих систем // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2006. – №3. – С. 44–54.
4. Хасилев В. Я., Меренкова А. П. Методы и алгоритмы расчета тепловых сетей. – М. : Энергия, 1978. – 176 с.
5. Ловягин В. Ф., Панкрушин В. К. Иерархическая система процесса проектирования оптимальных трасс инженерных сооружений // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2001. – № 6. – С. 45–51.
6. Мелькумов В. Н., Кузнецов С. Н., Тульская С. Г., Чуйкина А. А. Влияние планировки функциональных зон городов на развитие систем теплоснабжения // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2019. – № 1(53). – С. 116–123.
7. Лобода А. В., Чуйкина А. А. Проектирование трасс систем теплоснабжения на основе системного анализа // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2019. – № 3(55). – С. 11–20.
8. Гвишиани Д. М., Емельянова С. В. Многокритериальные задачи принятия решений. – М. : Машиностроение, 1978. – 191 с.