

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО РЫБОЛОВСТВУ**



**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**



# **Образование, наука и молодежь – 2018**



**Керчь, 2018**

УДК 37:001:061.2

ББК 74+72+66.75

В сборник включены избранные статьи научно-практической конференции студентов и курсантов ФГБОУ ВО «КГМТУ» «Образование, наука и молодёжь - 2018», которая проходила с 2 апреля по 13 апреля 2018 года.

Рассматриваются вопросы развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации, повышения эффективности морского транспорта, судовых энергетических установок и электрооборудования, техники и технологии пищевой промышленности, экологии и охраны окружающей среды, марикультуры, региональной экономики и социологических исследований.

Материал предназначен для студентов, аспирантов и ученых в области технических, естественных, гуманитарно-экономических наук; педагогов среднего и высшего профессионального образования.

Тексты статей представлены в авторской редакции.

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Масюткин Е. П., председатель редакционной коллегии, канд. техн. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Просвирнин В. И., д-р техн. наук, профессор, Губанов Е.П., д-р биол. наук, профессор, Доровской В. А., д-р техн. наук, профессор, Фалько А. Л., д-р техн. наук, профессор, Попова Т. Н., д-р пед. наук, профессор, Гадеев А. В., д-р филос. наук, профессор, Назимко Е. И., д-р техн. наук, профессор, Золотницкий А. П., д-р биол. наук, профессор, Демчук О. В., д-р экон. наук, доцент, Логунова Н. А., д-р экон. наук, доцент, Яковенко М. Л., д-р филос. наук, профессор, Голиков С. П., канд. техн. наук, доцент, Ивановский Н. В., канд. техн. наук, доцент, Битютская О. Е., канд. техн. наук, доцент, Кулиш А. В., канд. биол. наук, доцент, Панов Б.Н., канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., Серёгин С. С., канд. экон. наук, доцент, Скоробогатова В. В., канд. экон. наук, доцент, Черный С. Г., канд. техн. наук, доцент, Кручина О. Н., канд. пед. наук, доцент, Конюков В.Л., канд. техн. наук, доцент, Ильин Б. В., канд. техн. наук, доцент, Ершов М. Н., канд. техн. наук, доцент, Яшонков А. А., канд. техн. наук.

### **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Председатель – Масюткин Евгений Петрович, канд. техн. наук, профессор ректор ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Члены организационного комитета: Степанов Д. В., канд. техн. наук, доцент, Ивановский Н. В., канд. техн. наук, доцент, Логунова Н. А., д-р экон. наук, Серёгин С. С., канд. экон. наук, доцент, Клименко Н. П., канд. техн. наук, Черный С. Г., канд. техн. наук, доцент, Попова Т. Н., д-р пед. наук, профессор, Гадеев А. В., д-р филос. наук, профессор, Кручина О. Н., канд. пед. наук, доцент, Букша С. Б., канд. пед. наук, доцент, Битютская О. Е., канд. техн. наук, доцент, Яшонков А. А., канд. техн. наук, Демчук О. В., д-р экон. наук, профессор кафедры, Скоробогатова В. В., канд. экон. наук, доцент, Назимко Е. И., д-р техн. наук, профессор, Кулиш А. В., канд. биол. наук, доцент, Калмыкова Г. И.

Редакция текста на английском языке выполнена кафедрой иностранных языков ФГБОУ ВО «КГМТУ».

**Рекомендовано к публикации Учёным советом ФГБОУ ВО «КГМТУ»  
(протокол № 9 от – 03.07.2018 г.)**

Образование, наука и молодёжь – 2018 [Электронный ресурс]: Сборник трудов по материалам научно-практических конференций ФГБОУ ВО «КГМТУ» 2018 г. / под общ. ред. Масюткина Е. П. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2018. – 190 с. – Режим доступа: <http://www.kgmtu.ru/documents/nauka/onm2018.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

© ФГБОУ ВО «Керченский государственный  
морской технологический университет», 2018

ISBN 978-5-6040333-6-4

© Коллектив авторов, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Гуманитарно – экономические науки**

Барон А.Д., Богдан А.В., Подольская О.Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛОЖЕНИЯ КАПИТАЛА .....	6
Кононенко Т.В. ЗНАЧЕНИЕ КАРДИОТРЕНИРОВОК В ПОДДЕРЖАНИИ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ .....	12
Маркелова О.С., Попова Т.Н., Уколова Ю.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЮМОРИСТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ СОСТАВЛЕНИЮ И РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	18
Мищенко А.В., Битютская О. Е., Лавриненко О.И. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА РЫНКА ИКРЫ ЧАСТИКОВЫХ РЫБ .....	25
Яценюк Т.А. ИЗОТОН КАК СОВРЕМЕННАЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.....	31

### **Естественные науки**

Корецкая А.В., Дорошенко Т.В., Сытник Н.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ .....	39
Кузьменко С.Н., Еськов Д.П. МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ВИХРЕВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ УСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ ЗАРЯДОВ.....	47
Кузьменко С.Н., Федоров И.В., Каплан Г.В. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.....	53
Терентьев А.С., Семик А.М., Пындык Д.Э. СОСТОЯНИЕ ЗООБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2016 г .....	58
Черток А.И., Белоус К.А., Сытник Н.А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МИДИЙ В ЧЕРНОМ МОРЕ.....	67
Шпатович Ю.Д., Подольская О.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КРИВЫХ МЕТОДОМ ИНВАРИАНТ .....	78
Юрченко А. А., Сытник Н. А. ОЦЕНКА УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРЕДПРИЯТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИМЕРЕ КЕРЧЕНСКОГО ФИЛИАЛА ГУП РК "ВОДА КРЫМА" .....	85
<b>Технические науки</b> Андросова Е.Е., Битютская О.Е. РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ПОЛУКОНСЕРВОВ РЫБОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ.....	100
Белякова И.А., Битютская О.Е., Глубоковских Ю.Р. КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ МОРСКОГО ПЕКТИНА.....	110

Вислоушкина А.С., Жаворонкова А.М., Булли Л.И. РАЗМЕРНЫЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ANADARA KAGOSHIMENSIS КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА.....	119
Дытченко А.Л., Сушков О.Д. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОНСЕРВАЦИИ .....	127
Зубрилов П.В., Попова Т.Н., Уколов А.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА КАПЛИ ВОДЫ НА СУПЕРГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛЬ МАРКИ А40S.....	132
Комиссаров Д.Ю., Вынга А.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СУДОВЫХ ПОЖАРНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА МАТЛАВ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F4 .....	138
Кукушкин М.Ю., Горбенко А.Н. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НЕУРАВНОВЕШЕННОГО РОТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА АНИЗОТРОПНЫХ ОПОРАХ.....	145
Павленко И.В. <sup>1</sup> , Никитенко В. А. <sup>2</sup> , Авдеев Б.А. <sup>3</sup> .....	156
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МАЛОМЕРНОГО СУДНА С ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЕМ.....	156
Платонов Е.В., Савенко А.Е. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ.....	161
Рейнгард А.В., Дурново М.А., Авдеев Б.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИВОДА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ РАЗОМКНУТОГО ТИПА.....	167
Старовойтов П.П., Шишкин И.С., Уколов А.И., Попова Т.Н. МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СУПЕРГИДРОФОБНОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ МАРКИ А40S .....	173
Таран Д.А., Авдеев Б.А. ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, НА ПРИМЕРЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЛОАГРЕГАТА «КОАВ–200» .....	178
Хутро Н.Н., Жидких К.С., Авдеев Б.А. УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СУШКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ВНЕШНИМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ .....	185

# **ГУМАНИТАРНО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК: 330.142.211

Барон А.Д.<sup>1</sup>, Богдан А.В.<sup>2</sup>, Подольская О.Г.<sup>3</sup><sup>1,2</sup>студентки 1 курса направления подготовки 38.03.01 «Экономика»,<sup>3</sup>канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры математики, физики и информатики  
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Россия

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛОЖЕНИЯ КАПИТАЛА

**Аннотация.** Определение оптимального налога на прибыль для определения возможности эффективного вложения капитала при размещении денег в банк и в производство для получения общей максимальной прибыли.

**Ключевые слова:** капитал, инвестирование, эффективность вложения, издержки, налог на прибыль.

**Annotation.** Determination of the optimal income tax to determine the possibility of effective investment in the placement of money in the Bank and in production for the total maximum profit.

**Keywords:** capital, investment, efficiency of investment, costs, income tax.

### Введение

Для эффективного управления экономикой важно знать процент на прибыль от вложения в производство, который позволит предпринимателю отчислять этот процент государству и при этом получать прибыль.

Рассмотрим оптимальный размер отчислений в виде налога на прибыль при решении следующей задачи в общем виде:

Пусть капитал в  $k$  (тыс. рублей) размещается в банк под  $P_r$  (%) годовых или может быть инвестирован в производство, причем эффективность вложения в производство ожидается в размере  $E_f$  (%), а издержки производства задаются квадратичной зависимостью  $\alpha x^2$ . Прибыль облагается налогом  $N$ , равным  $p$  (%).

Возникает закономерный вопрос о том, при каких значениях налога  $p$  вложение в производство является более эффективным, чем размещение капитала в банке?

Для решения поставленной задачи примем следующие обозначения:

Пусть  $x$  (тыс. рублей) инвестируются в производство;

$k-x$  (тыс. рублей) – размещается под проценты в банк;

Тогда размещенный капитал в банке через год станет равным:

$$(k - x)\left(1 + \frac{Pr}{100}\right), \quad (1)$$

а капитал, вложенный в производство:

$$x\left(1 + \frac{Ef}{100}\right). \quad (2)$$

Издержки определяются квадратичной зависимостью  $\alpha x^2$ , т.е. прибыль от вложения в производство равна

$$C = 2x - \alpha x^2 = x\left(1 + \frac{Ef}{100}\right) - \alpha x^2. \quad (3)$$

Налог на прибыль составит

$$N = x\left(1 + \frac{Ef}{100}\right)\frac{p}{100}, \quad (4)$$

т.е. чистая прибыль (ЧС) окажется равной:

$$\text{ЧС} = \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot C = \left(1 - \frac{p}{100}\right) \cdot \left[x\left(1 + \frac{Ef}{100}\right) - \alpha x^2\right]. \quad (5)$$

Общая сумма через год составит:

$$A(x) = \left\{(k - x)\left(1 + \frac{Pr}{100}\right)\right\} + \left\{\left(1 - \frac{p}{100}\right)\left(x\left(1 + \frac{Ef}{100}\right) - \alpha x^2\right)\left(\frac{p}{100}\right)\right\}, \quad (6)$$

и требуется найти максимальное значение этой функции на отрезке  $[0;k]$ .

Определим первую производную (6), т.е. имеем

$$A'(x) = \left\{ -1 - \frac{Pr}{100} \right\} + \left\{ \frac{p}{100} + \frac{p}{100} \cdot \frac{Ef}{100} - 3x^2 \cdot \alpha \cdot \frac{p}{100} - \frac{p^2}{100^2} - \frac{Ef}{100} \cdot \frac{p^2}{100^2} - 3x^2 \cdot \alpha \cdot \frac{p^2}{100^2} \right\} \quad (7)$$

Приравняем полученную производную нулю, чтобы определить экстремальное значение:

$$-1 - \frac{Pr}{100} + \frac{p}{100} + \frac{p}{100} \cdot \frac{Ef}{100} - 3\alpha \cdot \frac{p}{100} \cdot x^2 \left( 1 - \frac{p}{100} \right) - \frac{Ef}{100} \cdot \frac{p^2}{100^2} - \frac{p^2}{100^2} = 0 \quad (8)$$

Производная равна нулю  $A'(x) = 0$  при значении  $x = x_0$ .

$$x_0 = \sqrt{\frac{-1 - \frac{Pr}{100} + \frac{p}{100} + \frac{p}{100} \cdot \frac{Ef}{100} - \frac{Ef}{100} \cdot \frac{p^2}{100^2} - \frac{p^2}{100^2}}{3\alpha \cdot \frac{p}{100} \cdot \left( 1 - \frac{p}{100} \right)}} \quad (9)$$

Вторая производная определяет вид экстремума:

$$A''(x) = -6\alpha \cdot x \cdot \frac{p}{100} \left( 1 - \frac{p}{100} \right) < 0, \quad (10)$$

Так как вторая производная меньше нуля, следовательно, полученное значение  $A(x)$  максимально в точке  $x_0$ . Это означает, что полученный через год капитал  $A(x)$  примет наибольшее значение при  $x_0$ . Для того, чтобы  $x_0$  было максимальным, нужно чтобы значение налога на прибыль  $p$  находилось в интервале:

$$0 < \sqrt{-1 - \frac{Pr}{100} + \frac{p}{100} + \frac{p}{100} \cdot \frac{Ef}{100} - \frac{Ef}{100} \cdot \frac{p^2}{100^2} - \frac{p^2}{100^2}} < \sqrt{3\alpha \cdot \frac{p}{100} \cdot \left( 1 - \frac{p}{100} \right)}$$

Для тестирования полученной формулы, можно воспользоваться следующими исходными данными [1]:  $K=1$ (млн. руб.);  $Pr=50\%$ ;  $Ef=100\%$ . Полученное значение налога на прибыль оказалось меньше 25 % ( $p < 25$ ). В Российской Федерации налог на прибыль, согласно статье 284 НК РФ, устанавливается в размере 20%.

Таким образом, если  $p > 25$ , то выгоднее ничего не вкладывать в производство и разместить весь капитал в банк, в противном случае вложение в производство является более выгодным, чем чистое размещение под проценты в банк.

### **Цель исследования**

Определение оптимального налога на прибыль для определения возможности эффективного вложения капитала при размещении капитала в банк и в производство для получения общей максимальной прибыли.

### **Основная часть**

С учетом размера налога на прибыль была рассмотрена проверка полученных теоретических данных для реального туристического агенства.

Смета расходов на открытие туристического агентства взята из [2]:

1. Госпошлина и изготовление печати для ИП составят 1500 – 2000 руб.
2. Аренда офиса, телефон, интернет, коммунальные услуги составит порядка 50000 рублей.
3. Ежемесячные расходы на оплату труда составят от 50 000 до 60 000 рублей.
4. Расходы на покупку мебели, аксессуаров и оргтехники составят около 150 тыс. руб.
5. Расходы на разработку сайта, логотипа, визиток, рекламу туристической фирмы и других элементов обойдется порядка 60 000 руб.

После расчетов всех затрат получается сумма порядка 300000-500000 руб.

Предположим, что предприниматель имеет стартовый капитал в размере 800 000 тыс. руб. ( $K=800000$ ), который одинаковыми частями вкладывается в открытие туристического агентства и кладется на депозит в банк.

Исходя из порога вхождения в туристическое агентство:

$x=400$  тыс. руб. - инвестирует в производство (создание турфирмы);

$(K-x)=400$  тыс. руб. - размещает в банк под шесть процентов годовых.

В Крыму работает банк РНКБ, годовой процент составляет  $PR=6\%$ .

Эффективность в производство через год ожидаем в размере  $Ef = 210\%$ , т.е. вложенная сумма 400 тыс. рублей оборачивается в капитал 840 тыс. рублей; издержки задаются квадратичной зависимостью  $\alpha x^2$ , где  $\alpha = 0,0000031x$ , т.е. издержки производства составляют 496 тыс. рублей; налог на прибыль  $N=p= 20\%$ .

Перед нами стоит задача так распределить стартовый капитал между банком и производством, чтобы через год получить максимальную прибыль и определить ее величину.

Используя расчеты в Excel и полученные формулы, получили следующие результаты.

Через год в банке станет  $(K - x) \left(1 - \frac{PR}{100}\right) = 424$  тыс. руб., т.е. прибыль составит 24 тыс. руб.

Так как эффективность вложения в производство ожидается в размере 210%, то есть вложенные 400 тыс. рублей превратятся в 840 тыс. рублей. Издержки задаются квадратичной зависимостью  $0,0000031x^2$ . Остаток после вычета издержек составит  $(2,1x - 0,0000031x^2) = 344$  тыс. рублей. Так как,  $N= 20\%$  от этой суммы, поэтому останется  $ON=80\%$  этой суммы, поэтому через год в банке прибыль составит:

$$ON = 0,8 * (2,1x - 0,0000031x^2) = 275\ 200 \text{ тыс. рублей}$$

Рассмотрим полученный в конце года доход от вложения в производство:

$$A(x) = (K - x) \left(1 - \frac{PR}{100}\right) + N - x$$

$$A(x) = 424000 + 275\,200 - 400\,000 = 299\,200 \text{ тыс. рублей}$$

Итак, прибыль от вложения в производство оказалась намного больше, чем прибыль от размещения в банк под проценты.

**Выводы:**

1. Рассчитали формулу нахождения оптимального налога на прибыль предприятия, которое оказалось не должно превышать 25 процентов.
2. Провели анализ между вложением части капитала в туристическое агентство с налогом на прибыль в размере 20% и частью вложенной в банк под 6 % годовых;
3. От вложения части капитала в производство, а именно: вложение в туристическое агентство, прибыль составила 299 200 рублей, а от размещения такой же части капитала под 6% в банке РНКБ доход составил 24 000 рублей.
4. Сравнив прибыли, пришли к выводу, что вложение части капитала в производство, а именно: вложение в туристическое агентство, выгоднее, чем размещение такой же части капитала под 6% в банке РНКБ.

**Список использованной литературы**

1. Кремер Н.Ш. Практикум по высшей математике для экономистов: учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, И.М. Тришин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 423с.
2. Лучшие бизнес – идеи со всего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gejzer.ru/plany/kak-organizovat-turisticheskij-biznes.html>. – Как открыть туристический бизнес. – (Дата обращения 14.04.2018).

УДК 796.015.1-057.875:612.17

Кононенко Т.В.  
студентка группы ЭМ-3 ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## ЗНАЧЕНИЕ КАРДИОТРЕНИРОВОК В ПОДДЕРЖАНИИ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные подходы к построению тренировок с использованием кардионагрузок. Представлены доступные формулы для самооценки уровня нагрузок и степени их переносимости организмом. Даны рекомендации по осуществлению кардиотренировок с использованием специального оборудования, а также в естественных природных условиях.

**Ключевые слова:** кардиотренировки, физическая нагрузка, выносливость, здоровье.

**Abstract.** The article considers different approaches to the construction of training using cardio. The available formulas for self-assessment of the level of loads and the degree of their tolerance by the body are presented. The recommendations for the implementation of cardio training using special equipment, as well as in natural conditions.

**Key words:** cardio, physical activity, endurance, health.

Основой гармоничного физического развития человека является высокая работоспособность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, так называемого кардио-респираторного аппарата. Поскольку кардионагрузки являются обязательной частью любой тренировки, их значение в развитии указанных систем сложно переоценить. Сегодня наблюдается непрофессиональный подход в построении тренировочного процесса, особенно в самостоятельных тренировках с использованием весов, специального оборудования, различных тренажеров. Занимающиеся, в погоне за красивыми и рельефными мышцами, часто пренебрегают аэробными упражнениями или считают их чем-то необязательным. В итоге, растущая масса мышц, особенно крупных мышц спины и пояса верхних конечностей, сдавливают грудную клетку и снижают ее подвижность, а неиспользование в тренировках кардиорежима приводит к тому, что сердце такого «тяжелоатлета» не способно выдерживать элементарные аэробные нагрузки в виде бега или плавания, или даже просто быстрой ходьбы [1].

Цель статьи – представить особенности построения тренировок с использованием кардионагрузок.

«Cardio», в переводе с латинского языка, обозначает «сердце», а кардиотренировка – это вид специальных нагрузок, при которых делается упор

на тренировку сердечно-сосудистой системы [2]. Кардиотренировка нужна каждому человеку, особенно начинающим спортсменам и молодым людям студенческого возраста. Тренируя сердце и сосуды, организм оптимально подготавливается к другим режимам нагрузок. Кардиотренировки не только улучшают работу сердца, но и нормализуют уровень холестерина в крови, уменьшают риск развития остеопороза, помогают сжигать калории и нормализовать вес, влияют на процессы возбуждения и торможения в нервной системе, являются своеобразным антистрессом, помогают избавиться от накопившегося адреналина [3]. Кардиотренировки могут включать различные виды нагрузок: прогулки пешком, бег трусцой, езда на велосипеде, плавание в бассейне и открытых водоемах, езда на лыжах, а также работа на специальных кардиотренажерах – беговых дорожках и велотренажерах, тредбане, тредмиле, орбитреке и других.

Американские ученые установили, что для сердца лучше всего такая схема тренировок: три-четыре занятия в неделю, каждое – не менее пролучаса, с интенсивностью пульса – 50-75 % от максимума. При этом важно контролировать пульс. Если он не поднимается выше 60 % от максимального (высчитывается для каждого индивидуально по формуле 220 минус возраст, количество лет), то тренировочного эффекта нет. Однако если пульс превышает 80 % от максимального, то занимающийся выходит из аэробной зоны. Таким образом, для кардиотренировки подходит диапазон пульса от 60 до 80 % от максимального. В таком режиме хорошо развивается общая выносливость, укрепляется сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Для определения собственного тренировочного диапазона пульса показатель максимальной частоты сердечных сокращений (220 минус возраст) следует умножить на коэффициенты 0,6 и 0,8. Мы получим два показателя индивидуальной аэробной зоны кардиотренировок – минимальный и максимальный [4]. Ниже минимального показателя не будет осуществляться тренировочный эффект, а выше – мы переходим в смешанную и анаэробную зону мощности работы.

Для быстрой экспресс оценки пульса занимающимся рекомендуется использовать минимальный отрезок времени в 6 секунд (1/10 минуты). Таким образом, полученные показатели минимальной и максимальной зоны пульса следует для удобства использования еще разделить на 6. В результате получается два показателя, представляющие собой верхний и нижний допустимые пределы 10 – секундной частоты пульса, легко контролируемые во время тренировок.

Кардиотренировки насыщают кровь кислородом, а она в свою очередь, интенсивно питает все группы мышц и способствует их оптимальному развитию. Разделив нижний и верхний пределы контрольного показателя количества ударов пульса в минуту на шесть, можно определить контрольные показатели 10 – секундной частоты пульса, которых следует придерживаться во время всей кардиотренировки. Несколько раз во время занятий нужно проверять пульс на лучевой, сонной или височной артериях, подсчитывая его за 10 секунд и определяя, находится ли сердце в рамках тренирующего аэробного режима. Также важно, чтобы кардиотренировка имела достаточную продолжительность и интенсивность, именно так развивается кардиовыносливость.

Во время аэробной работы разрешается умеренно пить воду, она доставляет клеткам организма питательные вещества и выводит продукты жизнедеятельности, делает возможным выделение пота, способствует оптимальной терморегуляции. Даже при небольшом обезвоживании, в пределах 3 – 5 %, человек чувствует упадок сил и ему сложно тренироваться [3]. Однако, опытные спортсмены воду пьют не во время, а перед тренировкой. А во время кардионагрузок потребляют минимум жидкости, буквально полощут рот или пьют воду на протяжении всего занятия маленькими глотками. Этим они облегчают работу сердца, которая усложняется при увеличении объема циркулирующей с кровью жидкости.

Ученые отмечают особую пользу кардионагрузок на свежем воздухе, в условиях действия естественной природной среды. Во время спортивной

ходьбы или пробежки в парке тратится намного больше энергии и калорий, чем на беговой дорожке в спортзале, где шаги делаются короче, сокращается амплитуда движений, нет порывов ветра и влажности среды, пересеченной местности и различного по плотности грунта. Однако, многие студенты выбирают тренировки в фитнес зале и поэтому мы хотим обратить внимание на выбор следующих тренажеров.

Лучше всего для кардиотренировок подходят специальные тренажеры, которые как раз для этого и рассчитаны, имеют несколько моделей тренировочных программ, а дисплей таких тренажеров позволяет отслеживать показания времени, расстояния, скорости шагов, расход калорий и частоту пульса [4]. Самый эффективный кардиотренажер – беговая дорожка, где есть возможность осуществлять бег с разной скоростью, включая в работу большое количество мышц. Также высокоэффективны велотренажеры, которые тренируют мышцы ног и спины, они особенно популярны в бытовых условиях квартир.

Эллиптические тренажеры целенаправленно воздействуют на «проблемные» зоны, такие как мышцы ног, ягодиц, бедер, а также на коленные суставы и суставы позвоночника. Движения рук в работе на эллиптическом «Орбитреке» позволяет включить в работу дополнительно мышцы спины, рук, шеи. Эти тренажеры популярны не только у молодых людей, но и у лиц среднего и старшего возраста, поскольку дают оптимальную нагрузку на суставы всего тела и противодействуют развитию остеохондроза.

Гребные тренажеры высокоэффективны для укрепления мышц позвоночника и развития правильной осанки. Кроме выраженной кардионагрузки, происходит симметричное воздействие на мышечный аппарат спины и пояса верхних конечностей. Такие тренажеры популярны у молодых людей, которые ходят иметь красивые рельефные мышцы спины, груди и рук.

Степперы (шаговые тренажеры) помимо общей для всех кардиотренажеров функции, активно тренируют мышцы ног и таза, помогают

укрепить ослабленные мышцы, сделать их более выразительными, исправить проблемные зоны бедер. Такие тренажеры популярны у девушек.

Что касается программ кардиотренировок, то каждому занимающемуся необходимо наблюдать за адаптацией организма к тренировкам, периодически контролировать пульс и частоту дыхания, наблюдать за сменой работоспособности в течение дня, за появлением таких неблагоприятных симптомов, как мышечные боли (если не проходят быстро), снижение аппетита, нарушение сна, головные боли и т.д. [4]. Часто во время бега начинающие спортсмены перенапрягают мышцы плечевого пояса, втягивают шею, неправильно дышат, не полностью ставят стопу и прочее [2]. При появлении вышеуказанных негативных явлений необходимо проконсультироваться у преподавателя физкультуры или специалиста тренажерного зала.

Для крымчан существует выгодная возможность сочетать несколько вариантов естественных кардионагрузок, особенно в летний период. Это и пешие прогулки, и велопоходы по пересеченной местности, и терренкуры (подъемы по пересеченной и горной местности); это плавание в море – самая мощная кардионагрузка, поскольку включаются в работу все мышцы тела, в условиях высокой плотности воды и закаливающего действия воздушных масс и солнечной радиации; это гребля на лодках и яликах; это возможность проводить занятия йогой и дыхательными практиками на берегу моря, в условиях действия аэроионов морского прибоя и фитонцидов крымского разнотравья.

Таким образом, важность включения в тренирующие программы кардионагрузок трудно переоценить. Такие тренировки общедоступны, эффективны, повышают физическую и психологическую устойчивость и работоспособность студентов. Кардиотренировки должны быть регулярными, они призваны улучшать состояние сердечно-сосудистой системы, повышать общую выносливость и закаленность организма, оказывать общее положительное воздействие на состояние человека. Важно понимать, что кардионагрузки должны присутствовать в каждом виде физических тренировок

и занятий в спортзале. Они разбавляют общую нагрузку, снижают риск развития негативных изменений в организме при силовой подготовке, подготавливают к хорошей переносимости больших нагрузок, развивают сильное и выносливое сердце, и объемные и функциональные легкие. Студенты и молодые спортсмены должны использовать положительные эффекты кардиотренировок в самостоятельной физической подготовке и уметь построить оздоровительную и развивающую программу.

### **Список использованной литературы:**

1. Светлова, Л.Ф. Омолаживающая гимнастика для сердца и сосудов / Л.Ф. Светлова. – СПб.: Питер, 2010. – 176 с.
2. Букша, С.Б. Лечебная ходьба и терренкур в физическом воспитании студентов с ослабленным здоровьем / С.Б. Букша, Н.И. Дербина, С.П. Васильченко // Приоритетные задачи и стратегии развития педагогики и психологии: сб. матер. межд. науч. – практ. конф., г. Тольятти, 25 мая 2018г. – С. 17-18.
3. Родионов, А.В. Здоровье сердца и сосудов / А.В. Родионов. – М. : Эксмо, 2014. – 160 с.
4. Амосов, Н.М. Физическая активность и сердце Амосов / Н.М. Амосов, Я.А. Бендет. – Киев: Здоровья, 1989. – 214 с.

УДК 372.8

Маркелова О.С.<sup>1</sup>, Попова Т.Н.<sup>2</sup>, Уколова Ю.В.<sup>3</sup>

1 – курсант 1-го курса направления подготовки «Эксплуатация судовых энергетических установок» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – д-р пед. наук, заведующий кафедрой математики, физики и информатики ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 – преподаватель Судомеханического техникума ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЮМОРИСТИЧЕСКИХ ПРИМЕРОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ СОСТАВЛЕНИЮ И РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**Аннотация.** Юмор помогает педагогам поддерживать положительную эмоциональную атмосферу в аудитории. С другой стороны, заинтересовывая учащихся, использование юмористических примеров при составлении и решении физических задач помогает им понимать и объяснять сложные примеры проявления физических законов в нашей жизни.

В статье рассматриваются примеры использования юмористических примеров в процессе изучения физических законов, явлений, терминологии, величин и единиц измерений.

**Ключевые слова:** обучение физике, методика физики, учитель физики, физические задачи, юмористические примеры.

**Annotation.** Humor helps teachers maintain a positive emotional atmosphere in the classroom. On the other hand, making students being interested, using humorous examples in drawing up and solving physical problems helps them understand and explain complicated examples of demonstration of physical laws in our lives.

Patterns of the use of humorous examples in the process of studying physical laws, phenomena, terminology, quantities and units of measurements are considered in the article.

**Key words:** physics education, methods of physics, physics teacher, physics problems, humorous examples.

**Введение.** Изучение физики, как и знания о природе и окружающем нас мире, формируют культурно-научное мировоззрение и духовный мир человека, влияя на формирование его общекультурных и общепрофессиональных компетенций.

В то же самое время студентам вузов изучение точных наук, в том числе физики, дается достаточно сложно. Их знание очень важно для дальнейшего усвоения профессиональных дисциплин. Преподаватели акцентируют внимание студентов на значение текущего учебного материала в дальнейшей учебе и будущей профессиональной деятельности. Но, к сожалению, студенты не внимают словам преподавателей. Именно поэтому педагоги решают проблему поиска целесообразных методов, форм, средств обучения, способствующих заинтересованности студентов в изучении различных дисциплин, глубокому пониманию и осмыслению полученных знаний,

развитию навыков, элементов культурного опыта, умений свободного ориентирования в социальном и культурном окружении.

Следуя высказыванию академика П. Л. Капицы: «Наука должна быть веселой, заинтересовывающей и простой» [1], преподаватели иногда выбирают юмористическую форму передачи научной (физической) информации.

Привлекающие внимание примеры шуток, афоризмов, изречений, забавных эпизодов из жизни выдающихся ученых формируют у обучающихся «...представление об ученых как личностях, обладающих обычными человеческими качествами, слабостями, позволяющими лучше понять те условия, в которых работали ученые» [2]. С другой стороны, смешные примеры помогает педагогам поддерживать положительную эмоциональную атмосферу в аудитории, а также меняет отношение к физике как строгой и сложной науке.

**Целью** данной работы является рассмотрение примеров использования юмористических примеров в процессе составления и решения студентами физических задач различных типов.

**Анализ дидактических источников.** Современная наука предстает перед обучающимися «... строгой, официальной, последовательной, состоящей из опытов, наблюдений, размышлений, выводов, формул, законов. Но есть в ней то, что часто забывается, на что не обращается внимание и, в то же время, делает науку привлекательной, гуманистической, очеловеченной, что оживляет ее» [2]. Это «что», по мнению В. М. Андрианова [3], Ю. А. Золотова [1], Ю. А. Королева [2], М. И. Станкина [4] и других методистов физики, составляет «... богатый юмористический материал: шутки, розыгрыши, парадоксы, смешные истории» [2], юморески, анекдоты и т.п. Тем самым, по мнению великого А. Эйнштейна, преподаватели выполняют одну из задач системы образования – «... готовят не будущих чиновников, ученых, доцентов, адвокатов и создателей книг, а настоящих живых людей» [3, с. 191] – врачей, учителей, инженеров и т.д.

Высказывания знаменитых ученых, современных методистов и педагогов подтверждают значение использования юмора в практике обучения физике.

**Основной текст.** Приведем примеры по использованию юмора и смешных ситуаций в количественных и качественных физических задачах и примерах, составленных студентами.

**Пример 1. Гидродинамика.** Однажды Ньютону гости пожаловались, что калитка в его сад туго открывается, и попросили сделать другую, получше.

– Я не знаю, куда лучше, – ответил физик. – И так каждый входящий наливает в бак для дома не меньше галлона воды. [5]

*Задание.* Галлон – мера объёма в английской системе мер, соответствующая от 3,79 до 4,55 литра (в зависимости от страны употребления). Американский галлон равен 3,785411784 литра. Если учесть, что к И. Ньютону в гости приходили от 1 до 12 гостей в день, и несколько раз в день он сам входил-выходил, открывая калитку, определить объем минимальный бака, в который наливалась вода для подачи в дом.

**Пример 2. Динамика.** Студент физики увлекся религией и перевелся в семинарию. Сидит от лекции и дремлет.

Батюшка по ходу лекции подходит к нему и спрашивает:

- Итак, отрок, скажи, что такое Божественная сила?
- Божественная масса, умноженная на Божественное ...! [6]

*Вопросы.* Как будет выглядеть физическая формула на «Божественном» языке? Какую ошибку совершил студент при ответе? Какой закон физики лежит в основе ответа студента?

*Задание.* Составьте и решите задачу на расчет «Божественной силы», необходимой для вывода спутника на околоземную орбиту.

**Пример 3. Мощность.** Диалог на экзамене. Преподаватель:

- Что такое лошадиная сила?
- Это сила, какую развивает лошадь ростом в один метр и весом в один килограмм.
- Да где же вы такую лошадь видели!?
- А ее так просто не увидишь. Она хранится в Париже, в Палате мер и весов. [7]

*Вопросы.* Единицу измерения какой физической величины представляет собой «лошадиная сила»? Какая физическая величина представляет собой «силу, которую развивает лошадь ростом в один метр и весом в один килограмм»?

*Задание.* Оцените величину, на которую ошибся студент, давая свое толкование «лошадиной силы».

**Пример 4. Термодинамика.** В 2017 году весь научный мир отметил 331-летие со дня рождения великого немецкого физика Г. Фаренгейта (1686-1736), что соответствует 175-летию со дня рождения А. Цельсия (1701-1744), 448-летию со дня рождения У. Т. Кельвина (1824-1907), 791-летию со дня рождения У. Д. М. Ренкин (1820-1872) или 144-летию со дня рождения Р. А. Реомюра (1683-1757). [7]

*Вопрос.* Измерение какой физической величины «объединяет» всех названных физиков? Соответствуют ли цифры «празднования названных годовщин» температурным шкалам названных ученых?

**Пример 5. Эффект Доплера.** Проехал физик на красный свет, его останавливает полицейский.

- Вы проехали на красный свет! Платите штраф!
- Эээ... а вы слышали когда-нибудь про эффект Доплера? Дело в том, что я ехал быстро и красный свет мне показался зеленым...
- Хорошо... Тогда платите за превышение скорости... [5]

*Вопрос.* Могло ли такое явление наблюдаться в реальных условиях?

*Задание.* Оцените скорость, с которой надо двигаться автомобилю, чтобы вместо красного света светофора увидеть красный.

**Пример 6. Закон Ома для участка цепи.** В честь дня физика город Омск переименован в Вольт-на-Амперск! [5]

*Вопрос.* Какой физический закон лежит в основе описанной абсурдной ситуации?

*Задание.* Запишите формулу Омска, объяснив свои обозначения.

**Пример 7.** *Типы соединения проводников.* Как отличить физика от математика? Надо задать вопрос: «Антоним слову параллельно?»...

Математик ответит: «Перпендикулярно».

– Физик – «Последовательно». [5]

*Задание.* Объясните рассуждения специалистов.

**Пример 8.** *Основы ядерной физики.* Разговаривают две подруги:

– Как прошло свидание с этим твоим физиком?

– Он сказал, что я как кварк второго поколения.

– Мда, профессиональная деформация...

– Так ведь он не уточнил, который!

– А что?

– Я посмотрела – их там два: Очаровательный и Странный! [8]

*Вопросы.* Какими кварками физик мог еще «назвать» девушку, чтоб ей было приятно от комплимента?

*Задание.* Составьте таблицу кварков и их характеристик?

Приведенные примеры смешных ситуаций являются маленькой частичкой, которую преподаватель физики может использовать в учебно-воспитательном процессе. Такие примеры не только позволяют поддерживать «атмосферу психологического комфорта» (по В. Ф. Шаталову), но и являются для обучающихся интересной иллюстрацией проявления физических законов в нестандартных ситуациях, иногда даже абсурдных. Объясняя парадоксальность приведенных ситуаций, решая физические задачи, условия которых с ними связаны, студенты учатся применять теоретические знания на практике, развивают навыки научного мышления при объяснении неизвестных явлений.

Важной методической особенностью использования юмора в процессе обучения является подбор материала, который *тематически взаимосвязан* с изучаемыми темами и соответствует психолого-педагогическим особенностям каждого обучающегося и коллектива в целом.

Вышесказанное позволяет нам сделать следующие **выводы**. Использование различных шуток, смешных высказываний известных физиков,

анекдотических ситуаций в учебном процессе, кроме активизации познавательной активности студентов и заинтересованности, приводит к созданию доброжелательной эмоциональной обстановке в аудитории.

Для объяснения некоторых абсурдных ситуаций обучающимся приходится использовать разнообразные знания из истории науки и культуры, межпредметные связи, отыскивать другие забавные примеры. Именно в этой деятельности начинают формироваться будущие общекультурные компетенции – знания, умения, навыки, элементы культурного опыта, позволяющие свободно ориентироваться в социальном и культурном окружении.

По мнению студентов (и нашему) самостоятельный поиск юмористических примеров развивает их любознательность, формирует интерес, что облегчает изучение физики – «делает понятными» ее сложные законы. Перечень смешных примеров, используемых в данной работе, является открытым для дальнейшего их использования в учебно-познавательном процессе.

Описанный в работе подход к изучению физики зависит от предпочтений участников процесса обучения, а также психолого-педагогических особенностей студентов. Здесь критерий только один – расширение возможностей преподавателя по обучению студентов научному обоснованию наблюдаемых явлений.

Перспективы дальнейших исследований мы видим в дальнейшем поиске юмористических примеров, которые могут быть использованы при изучении других тем по физике.

### **Список использованной литературы**

1. Анекдоты про физиков [Электронный ресурс]. – URL: [http://edu.ucoz.net/index/fizicheskie\\_anekdoty/0-7](http://edu.ucoz.net/index/fizicheskie_anekdoty/0-7)
2. Анекдоты про физиков [Электронный ресурс]. – URL: <https://anekdotovstreet.com/>
3. Анекдоты про физиков [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.anepedia.org/>

4. Анекдоты про физиков и о физике [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=235](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=235)
5. Золотов, Ю.А. Химики еще шутят [Текст] / Ю.А. Золотов. – Изд. 6-е, испр. и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 80 с.
6. Королев, Ю.А. Физика и юмор [Текст] / Ю.А. Королев // Физика в школе. – 1993. – № 2. – С. 31-33.
7. Станкин, М.И. Что Цицерон без острова словца? (об использовании учителем юмора) [Текст] / М.И. Станкин // Физика в школе. – 1990. – № 3. – С. 64-67.
8. Удивительный мир физики [Текст] / Сост. В.М. Андрианов. – Винница, 1996. – 214 с.

УДК 664.955:339.138

Мищенко А.В.<sup>1</sup>, Битютская О. Е.<sup>2</sup>, Лавриненко О.И.<sup>3</sup>

1 – студент 1-го курса магистратуры направления подготовки «Продукты питания животного происхождения» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – канд. тех. наук, доцент кафедры ТПП ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 – ст. преподаватель кафедры ТПП ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА РЫНКА ИКРЫ ЧАСТИКОВЫХ РЫБ

**Аннотация.** В статье приведены результаты маркетингового исследования деликатесных продуктов на основе икры частиковых рыб, приводятся данные пищевой ценности продуктов различных конкурирующих организаций.

**Ключевые слова:** икра частиковых рыб, пищевая ценность, маркетинговое исследование товара.

**Abstract.** The article presents marketing research results of delicatessen products based on fish eggs and nutritional values of products from various competing organizations.

**Keywords:** caviar of partial fish, nutritional value, marketing research of the products.

**Введение.** Российский рынок испытывает дефицит рыбы и рыбной продукции, вызванный эмбарго на импорт рыбы из стран, являвшихся ранее основными поставщиками. В то же время в 2012 – 2013 гг. уровень потребления рыбы в России достиг 24,8 кг/чел. в год, тогда как рекомендуемая Министерством здравоохранения Российской Федерации норма потребления рыбопродуктов составляет 22 кг/чел. в год. С 2014 г. в результате появления кризисных явлений в экономике потребление рыбы начало снижаться. Наиболее существенно оно упало в 2015 г. (на 13%), а в 2016 г. снизилось ещё на 2 % до 19,5 кг/чел. в год (рисунок 1) [1].

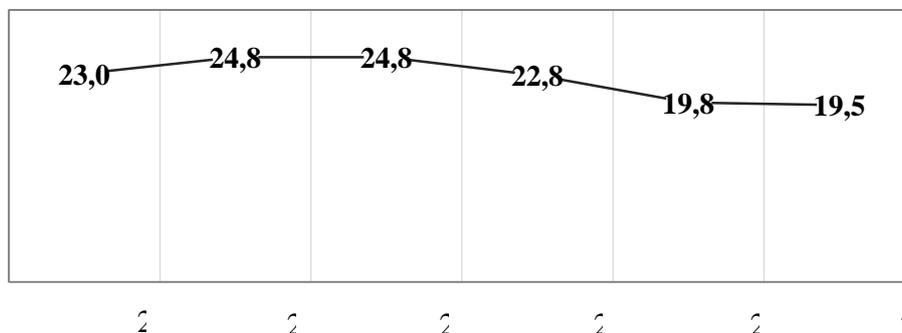


Рисунок 1 – Потребление рыбы и рыбопродукции (в живом весе) на душу населения по РФ, кг в год

Основной причиной резкого сокращения объемов потребляемой рыбы является значительный рост цен на неё и сокращение уровня покупательской активности. Однако уже в первом полугодии 2017 г., по данным Росрыболовства, уровень потребления начал восстанавливаться.

Икра рыб востребована вне зависимости от сезонности и дохода населения; динамика развития производства икры за последние годы имеет положительную тенденцию (рисунок 2). Икра частиковых рыб относится к более дешевому сегменту рынка, соответственно данный вид продукта является экономически более доступным потребителю.

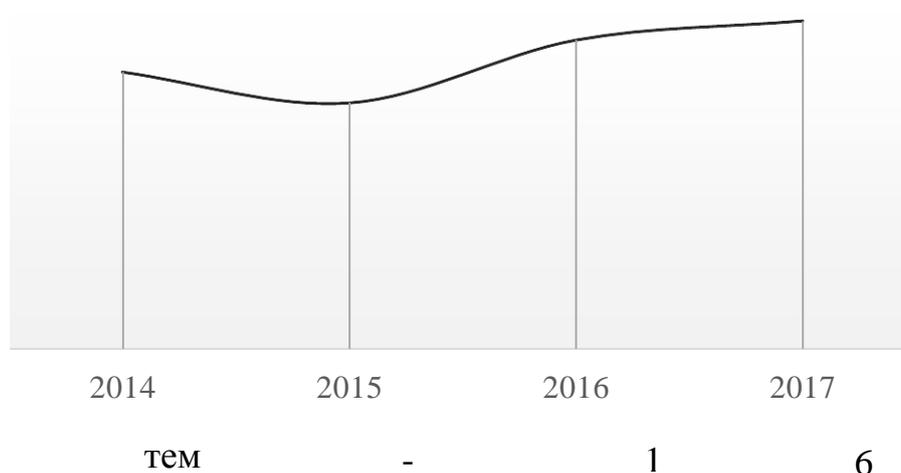


Рисунок 2 – Динамика объемов производства икры частиковых рыб в России в 2014 – 2017 гг.

Маркетинговое исследование товара, а именно деликатесных продуктов на основе икры рыб, предполагает изучение пищевой ценности продуктов различных конкурирующих организаций и определение потребительских предпочтений. Анализ и обоснование необходимости расширения ассортимента или усовершенствования известных технологий базируются на предварительном сборе такой информации, а также ее фильтрации и сортировке для дальнейшего исследования.

**Цель работы** – сбор информации для предварительной оценки ассортимента продуктов на основе икры частиковых рыб и её структурирование.

Изготавливают следующие виды икры частиковых рыб: мороженая (пробойная и ястычная), пастеризованная, соленая (пробойная и ястычная). Икра ястычная солёная производится двух видов: тарамы – из незрелых, покрытых жиром ястыков воблы, тарани или леща осеннего или раннего весеннего улова, и галаган – из ястыков икры судака, балхашского окуня, из морских видов рыб – пиленгаса, кефали.

Изделия из икры отличаются своеобразным приятным вкусом и высокой пищевой ценностью в связи с высоким содержанием в икре белковых веществ и витаминов. Пробойная икра щуки, сазана, леща, воблы содержит 23 – 27% белка, 1,0 – 2,5 % жира.

Анализ ассортимента икорных продуктов был проведен на базе сети супермаркетов г. Керчи (таблица 1) и включал не только икру частиковых рыб, но и икру промысловых малоценных рыб. Как видно из таблицы, относительно небольшой видовой ассортимент икры компенсируется разнообразием ингредиентов рецептур представленных продуктов, в частности на масложировой основе (в майонезной заливке и в виде спредов).

Таблица 1 – Характеристика продуктов из икры

Название продукта	Состав продукта	Пищевая ценность, г/100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал
		белки	жиры	углеводы	
ООО «Виктория», Россия, Московская область					
Икра окуня пробойная соленая пастеризованная	Икра окуня, соль, масло растительное, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	18	3	–	99
Икра карпа пробойная соленая пастеризованная	Икра карпа, соль, масло растительное, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	16	8	–	136
Икра минтая пробойная соленая пастеризованная	Икра минтая, ... (см. выше; ингредиенты рецептуры повторяются)	28	2	–	134

## Продолжение таблицы

Название продукта	Состав продукта	Пищевая ценность, г/100 г продукта		Энергетическая ценность, ккал	
		белки	жиры	углеводы	
ООО «РК Сардиния», Россия, Московская область					
Икра морской щуки	Икра лимонемы (морской щуки), подсолнечное масло, вода, соль, картофельный крахмал	11,5	7	0,4	120
Икра минтая	Икра минтая, подсолнечное масло, вода, соль, картофельный крахмал	11,5	7	0,4	120
ОАО ПКП «Меридиан», Россия, г. Москва					
Икорка мойвы подкопченная в сливочном соусе	Икра мойвы соленая, икра мойвы копченая, масло растительное, вода, сахар, яичный желток, ксантановая и камедь рожкового дерева, сухое цельное молоко, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	10,2	35,6	4,6	380
Икорка мойвы в сливочном соусе с копченым лососем	Состав тот же. Вместо мойвы копченой в рецептуру вводится копченый лосось	10,2	35,6	4,6	380
ООО «Русский рыбный мир», Россия, г. Москва					
Икра мойвы классическая в майонезном соусе	Икра мойвы соленая, майонез, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	7	37	–	360
Икра мойвы с креветкой в майонезном соусе	Икра мойвы соленая, майонез, мясо креветки варёное, краситель натуральный: кармин, экстракт паприки, ароматизатор креветки натуральный, консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	7	38	–	370
ООО «Санта – Бремор», Беларусь					

## Продолжение таблицы

Название продукта	Состав продукта	Пищевая ценность, г/100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал
		белки	жиры	углеводы	
Икра деликатесная мойвы классическая «Икра № 1»	Икра мойвы, масло растительное вода питьевая, сахар, соль, яичный желток, картофельный крахмал, загуститель ксантановая камедь, сухое обезжиренное молоко, сливки, регулятор кислотности кислота уксусная	5,3	36,6	3,9	366
Икра деликатесная мойвы с копченым лососем	Состав см. «Икра № 1»; вводятся ингредиенты: кусочки копченого лосося, красители: кармины, экстракт паприки	6	36,4	5,7	374
Икра деликатесная мойвы подкопченная	Состав см. «Икра № 1»; вводятся ингредиенты: икра мойвы копченая, краситель натуральный экстракт паприки	5,6	33,2	3,8	336
Икра деликатесная мойвы с копченым лососем	Состав см. «Икра № 1»; вводятся ингредиенты: кусочки копченого лосося, крахмал, кукурузный, ароматизатор, красители: кармины, экстракт паприки; консерванты: бензоат натрия, сорбат калия	4	32,8	5,2	332
Икра деликатесная мойвы с креветкой	Состав см. «Икра № 1»; вводятся ингредиенты: мясо креветки вареное	4,8	39,1	4,5	389

Интерес производителей к группе продуктов со смешанным составом усиливается благодаря снижению удельного расхода сырья. Спреды на сегодняшний день рассматривают как здоровый продукт с улучшенными свойствами. «Спред – эмульсионный жировой продукт с массовой долей

общего жира не менее 39 процентов, имеющий пластичную консистенцию, с температурой плавления жировой фазы не выше 36 градусов Цельсия, изготавливаемый из молочного жира, и (или) сливок, и (или) сливочного масла и немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел или только из немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов» [2, С. 7]. Отмечают пластичность и плотную консистенцию, блеск продукта, устойчивость к синерезису, насыщенный вкус (без привкуса жира). В виде спредовой продукции особенно широко представлена икра мойвы (производитель: ООО «Санта – Бремор», Беларусь). Следует отметить, увеличение калорийности икры в заливках на масложировой основе на 200 – 250 ккал (836 – 1046 кДж).

**Выводы.** Проведенный анализ ассортимента икры, представленный на рынке г. Керчи, позволил установить, что в сети супермаркетов икра представлена в виде пастеризованных консервов всего от одного производителя (ООО «Виктория»). В то же время следует отметить наполнение рынка ассортиментом икры океанической видов рыб в масложировой заливке. Вероятно, расширение ассортимента продуктов из икры частичковых за счет введения дополнительных ингредиентов и различных заливок позволит улучшить органолептические качества, придать насыщенный вкус, повысить пищевую ценность и конкурентную привлекательность готового продукта для потребителя.

### Список использованной литературы

1. Анализ рынка рыбы и рыбопродуктов в России. AFKGroup. Группа компаний аккуратная эффективность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docplayer.ru/68287315-Analiz-rynka-ryby-i-ryboproduktov-v-rossii.html> (дата обращения 25.07.2018).
2. Технический регламент на масложировую продукцию ТР ТС 024/2011, утв. решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 883 [Электронный ресурс]. – 37 с. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320571>.

УДК 378.016:613.71

Яценюк Т.А.

Студентка 3 курса, направление подготовки «Экономика», кафедра «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## ИЗОТОН КАК СОВРЕМЕННАЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Аннотация.** В статье представлена программа оздоровительных тренировок по системе доктора В.Н. Силуянова. Рассматриваются особенности программы, описываются упражнения и методы поддержания здоровья. Программа рассчитана для длительного применения и рекомендована студентам.

**Ключевые слова:** оздоровительная программа, изотонические упражнения, физическая культура.

**Abstract.** The article presents the program of health training on the system of doctor V. N. Siluyanov. The features of the program are considered, exercises and methods of maintaining health are described. The program is designed for long-term use and recommended to students.

**Key words:** health program, isotonic exercises, physical culture.

Оздоровительная физкультура – это использование форм, средств и методов физической культуры для укрепления и сохранения здоровья, повышения сопротивляемости организма вредным воздействиям внешней среды и предупреждения заболеваний. Занятия оздоровительной физической культурой не ставят задачей достижения каких-либо спортивных результатов или лечения болезней, они доступны практически всем людям.

Задачей оздоровительной физической культуры в вузе является не только общее оздоровление организма занимающихся, но и повышение тренированности и иммунитета, развитие основных жизненно важных функций и качеств студенческой молодежи. [1]

В данной работе рассматриваются особенности, принципы и задачи современной оздоровительной технологии ИЗОТОН.

Оздоровительная система ИЗОТОН была создана в середине 90-х годов прошлого столетия доктором биологических наук, профессором Селуяновым Виктором Николаевичем, специалистом в области биомеханики человека.

Созданная им система ИЗОТОН разрабатывалась на научной основе. Сначала ученый изучил характер влияния силовых и других упражнений на организм человека. Следующим этапом был анализ существующих

современных методик занятий: бодибилдинга, аэробики, калланетики, спортивных игр, стретчинга. Изучены были и восточные оздоровительные системы, такие как йога, цигун. Основные принципы влияния физических нагрузок были ориентированы на методики отечественной лечебной физкультуры. Научному анализу подверглись все наиболее популярные системы с точки зрения оздоровления организма.

Затем с помощью компьютерного моделирования было изучено, какая нагрузка наиболее благоприятно влияет на наш организм, как физиологические системы организма реагируют на нагрузку, какие биохимические процессы происходят в организме во время занятий бодибилдингом, аэробикой, калланетикой и другими видами физической активности. [2]

После проведенных исследований и знакомства с научными публикациями ученый убедился в том, что глубокого теоретического обоснования ни одна из перечисленных систем не имеет. Ученый также обратил внимание, что существуют публикации, в которых экспериментально доказана низкая эффективность многих популярных систем оздоровления.

Таким образом, созрела необходимость создания и обоснования отечественной оздоровительной системы ИЗОТОН. Суть ее такова: в основе биологического благополучия человека, как решающее условие поддержания его здоровья, лежит, прежде всего, нормальное состояние эндокринной и иммунной систем, а также других физиологических систем организма, играющих подчиненную роль в решении проблемы здоровья. Влияние физических нагрузок оздоровительного характера, прежде всего, должно быть кумулятивным, фоновым и постоянным. И система упражнений должна быть ориентирована на основные, самые доступные формы активности человека, не превышая его резервов и возможностей.

Система ИЗОТОН – это первая научно-обоснованная комплексная система оздоровительной физической культуры, разработанная российскими учеными. Название системы в переводе с греческого означает тонус, напряжение. Имея в виду особенности применения изотонических

упражнениях, слово «изотонический» предполагает равное напряжение мышц во время движения, как это происходит при простом подъеме руки или удержании статической и динамической позы. Во время проведения упражнений необходимо следить за равномерным фоновым (одинаковым) напряжением мышц. Цель системного применения изотонических упражнений – сделать человека здоровым, улучшить его самочувствие и работоспособность, изменить состав тела, привести в норму соотношение жировой и мышечной ткани, повысить активность и иммунитет, нормализовать работу внутренних органов.

При построении программы ИЗОТОН были реализованы две ведущие идеи:

Первая – основным средством физического воспитания практически здоровых людей являются силовые, статодинамические или изотонические упражнения.

Вторая – регулярное использование статодинамических упражнений в жизни человека создает условия для повышения адаптационных резервов, создает оптимальный жизненный тонус.

ИЗОТОН – целостный комплекс оздоровительных воздействий, каждый элемент которого логически связан с другими. Гарантированный эффект достигается только при выполнении следующих требований:

1. Перед началом занятия по системе ИЗОТОН необходимо провести полноценную разминку.
2. Силовые и другие нагрузочные упражнения преимущественно проводят в устойчивых исходных положениях и в положении лежа.
3. В силовых упражнениях следует задействовать минимальное количество мышц, особенно в том случае, если они работают в статодинамическом режиме.
4. Необходимо чередовать упражнения для больших и малых групп мышц.

В содержании системы ИЗОТОН присутствуют следующие основные компоненты:

*Тестирование.* Контроль состояния занимающихся предполагает использование разработанных для этих целей компьютерных программ и инструментария и включает:

- антропометрическое исследование для определения конституции, типа сложения, состава тканей и пропорций тела;

- функциональное тестирование для оценки состояния сердечно-сосудистой системы, выносливости мышц и расчета так называемого индекса физического состояния.

*Физическая тренировка* по системе ИЗОТОН она должна включать пять основных составляющих:

1. Изотоническую тренировку, в которой используются изотонические, статодинамические и статические упражнения, т.е. те, при которых отсутствует фаза расслабления мышц.

2. Аэробную тренировку различных видов: циклические упражнения, базовую, фанк-, степ- и другие виды аэробики, спортивные игры и так далее.

3. Стретчинг – как средство улучшения гибкости, эластичности мышц и сухожилий, «гимнастики суставов», релаксации.

4. Асаны (позы) – позаимствованы из хатха-йоги и адаптированы к требованиям программы тренировки в ИЗОТОНЕ. Используются для регулирования деятельности центральной нервной и сердечно-сосудистой системы, а также работы внутренних органов и в качестве психорегуляции.

5. Дыхательные упражнения, которые используются для нормализации работы органов брюшной полости, профилактики легочных заболеваний и для психорегуляции. [1]

*Система питания.* Известно, что рациональное питание является одним из важнейших факторов оздоровления организма человека, улучшения его работоспособности, активности, фигуры, состояния кожных покровов. В ИЗОТОНЕ подчеркивается, что сочетание физической тренировки и питания,

организованного определенным образом, является ключевым моментом системы.

*Внетренировочные компоненты ИЗОТОНА* – это самые разные виды массажа, сауна, электро- и биомеханическая стимуляция, закаливание, методики релаксации, медитации и многое другое.

Приведем пример несколько самых простых упражнений системы ИЗОТОН:

Упражнение 1: стоя руки на поясе – медленные вращения плечами вперед и назад с максимальной амплитудой. Мышцы «воротниковой» зоны напряжены и не расслабляются.

Упражнение 2: стоя, руки вытянуты вверх, ладонь одной руки с усилием прижата к тыльной стороне другой руки. Спина прямая, грудь вперед, лопатки сомкнуты. Не снижая напряжения, прижимая кисти друг к другу, медленно опускаем руки вниз за голову как можно ниже к области между лопатками, кисти могут поворачиваться вниз. Затем также медленно и с усилием поднимаем руки в исходное положение. Мышцы не расслабляются. Голову не наклонять. Продолжают выполнение упражнения до появления утомления.

Упражнение 3: стоя, руки за головой, в области шеи упираются одна в другую растопыренными пальцами. Медленно переводим руки вправо и влево за головой, не снижая давления пальцев друг на друга, без поворота туловища. Стоим прямо, смотрим вперед.

Аналогичные статодинамические упражнения рекомендованы для всех групп мышц.

Оптимальная недельная программа тренировки в системе ИЗОТОН, может выглядеть так:

- большой (основной) тренировочный комплекс (изотоническая тренировка продолжительностью 45-75 минут 2 раза в неделю. После основного комплекса можно выполнить несколько подходов на наиболее

интересующие мышечные группы. Никакая другая нагрузка в этот день не применяется;

- аэробная тренировка: 2-3 раза в неделю по 30-45 мин;

- профилактические, короткие тренировки по 10-15 минут: это комплексы оптимальных упражнения для ежедневного выполнения утром, днем на работе или вечером.

Если выполнение больших комплексов по каким либо причинам невозможно, допускается 3 раза в неделю проводить тренировку, используя две на выбор из трех условных частей комплекса, чередуя их. В этом случае комплекс также должен выполняться без пауз, общая продолжительность – 30-35 минут. [3]

Таким образом, можно сделать вывод, что современные физкультурно-оздоровительные технологии разрабатываются в соответствии с достижениями медицинской науки и применяются как целостный комплекс воздействий, каждый элемент которого логически связан с другими. Гарантированный эффект достигается при максимально полном выполнении всех принципов и требования оздоровительных систем.

Преимущества технологии ИЗОТОН в том, что система включает в себя не только реализацию оздоровительной программы, но и определение уровня здоровья, тестирование физической подготовленности занимающихся и поддерживает контроль за функциональным состоянием организма. Занятия в системе ИЗОТОН, как и в любой другой подобной системе, имеют конечной целью улучшение самочувствия, работоспособности, физического здоровья, внешнего вида, а также повышение социальной, бытовой и трудовой активности занимающихся.

Данный вид оздоровительной технологии целесообразно использовать на занятиях по физической культуре в вузе. Каждый студент должен заботиться о собственном физическом развитии и укреплении организма. Занятия по системе ИЗОТОН незаменимый помощник в вопросе поддержания, сохранения и приумножения здоровья студентов.

**Список использованной литературы:**

1. Невский, А. В. Энциклопедия фитнеса и физической культуры. Том 2 / А. В. Невский – М.: Зебра Е, 2011. – 839 с.
2. Макеева, В. С. Оздоровительная Физическая Культура Современного Студента / В. С. Макеева – М.: РГГУ, 2003. – 247с.
3. Мякинченко, Е.Б. Оздоровительная тренировка по системе Изотон / Е.Б. Мякинченко. – М.: ТВТ Дивизион, 2015. – 984 с.

# **Естественные науки**

Корецкая А.В.<sup>1</sup>, Дорошенко Т.В.<sup>2</sup>, Сытник Н.А.<sup>3</sup>

1 – магистрант 2-го года обучения направления подготовки «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – магистрант 2-го года обучения направления подготовки «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 – канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ**

**Аннотация.** В работе рассматривается влияние на растительный и животный мир при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив, в ходе которой было изучено возможное воздействие на растительный и животный мир в районах, находящихся в зоне строительства и эксплуатации объекта. Описан комплекс мероприятий по охране растительного и животного мира Керченского пролива на период строительства. Также изучены мероприятия по минимизации негативного воздействия на ихтиофауну и водных млекопитающих.

**Ключевые слова.** Растительный мир, животный мир, воздействие, Красная книга, строительство, транспортный переход.

**Abstract.** The paper considers the impact on flora and fauna in the construction of the transport crossing through the Kerch Strait, during which the possible impact on the flora and fauna in the areas located in the area of construction and operation of the facility was studied. The complex of measures on protection of flora and fauna of the Kerch Strait for the period of construction is offered. Measures to minimize the negative impact on ichthyofauna and aquatic mammals were also studied.

**Keywords.** Flora, fauna, impact, Red book, construction, transport crossing.

**Введение.** Строительство крупных объектов всегда затрагивает флору и фауну территории, на которой намечается их размещение. Развитие растительности зависит от климатических условий территории, геоботанической зоны, рельефа, почв и т.п. Видовой состав и размеры популяций животного мира тесно связаны с характером растительности на конкретной территории, кормовой базой, состоянием водотоков и водоемов, рельефом местности.

**Цель исследования.** Изучить воздействие на растительный и животный мир в районе строительства транспортного перехода через Керченский пролив.

**Материалы и методы исследования.** Исследования выполнены на основании изученного материала: теоретический анализ и обобщение научной литературы, изучение материалов проектной документации оценки воздействия

на окружающую среду, теоретический анализ, синтез, сравнение и сопоставление.

**Результаты исследования и их обсуждения.** Для района строительства характерны четыре основных типа растительности: степная растительность; луговая растительность; псаммо-галофитная растительность; галофитная растительность.

В районе строительства выявлен ряд объектов Красных книг Российской Федерации и Краснодарского края, а также являющихся редкими на Крымском полуострове - всего 41 вид сосудистых растений. В ходе обследования земельного отвода из вышеперечисленных видов обнаружены следующие редкие и охраняемые виды: синеголовник морской, бельвалия сарматская, ковыль перистый, катран морской, горчица морская, молочай прибрежный, зопник крымский, а также кубанский подвид козельца Туркевича.

В районе проведения работ достоверно установлено обитание 3 видов земноводных и 10 видов пресмыкающихся. На территории выявлены охраняемые согласно предписаниям Бернской конвенции: уж водяной, уж обыкновенный и ящурка разноцветная. Также встречаются объекты, занесенные в Красную книгу Российской Федерации: полоз желтобрюхий, гадюка степная.

Орнитофауна представлена 211 видами. В районе работ постоянно гнездятся редкие в Европе виды птиц: болотная сова (1-2 пары), огарь (3 пары), шилоклювка (до 20 пар), ходулочник (до 10 пар), морской зук (до 15 пар). Зимой многочисленны (до нескольких тысяч) птицы водно-болотного комплекса: кряква, чирок-трескунок, лысуха, большой баклан и др.

Основными видами воздействия объекта на растительность и животный мир при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив являются: изменение характера землепользования на территории строительства и прилегающих землях; нарушение условий развития растений и животных, биоценозов, параметров среды обитания в местах строительства; изменение пространственного распределения животных и площади кормовых угодий;

нарушение миграций и мест сезонных концентраций животных за счет фактора беспокойства (шум, визуальное влияние и т.д.).

При проведении строительных работ в сухопутной части объекта возможное воздействие может иметь место в следующих случаях: при строительстве постоянных и временных дорог, эстакад и подъездных развязок; при проведении работ по забивке свай; сооружении и обустройстве технологических и строительных площадок и проездов; проведении работ по устройству насыпи; проведении земляных работ; проведении работ по устройству очистных сооружений и др.

Основными неблагоприятными последствиями строительства являются снятие почвенно-растительного покрова и уничтожение растительных сообществ в границах площадок и временных дорог; возможная потеря отдельных экземпляров редких и охраняемых видов растений, а также сокращение площадей их местообитаний; появление участков с пониженным разнообразием растений или даже пятен, лишенных растительности в местах небольших утечек ГСМ, потерь химреагентов и скоплений бытового мусора.

Однако на границе со строительными площадками и подъездными дорогами, как правило, также наблюдаются механическое повреждение растительности; угнетение растений выбросами в атмосферу строительной пыли и вредных ЗВ; нарушения растительного покрова как следствие активизации разрушительных процессов (плоскостная и линейная эрозия, оползни и др.) в зоне строительства; возможно учащение пожаров.

Присутствие пыли и ЗВ в атмосфере может вызвать временную задержку роста и развития растений, снижение продуктивности, появление морфофизиологических отклонений, концентрацию ЗВ в организмах растений. Направление и дальность переноса пыли и ЗВ зависит от преобладающих ветров.

Воздействие на животный мир суши. В пределах площадок под опоры, площадок под складирование техники и оборудования и подъездных дорог ожидается уничтожение отдельных участков местообитаний при

осуществлении строительных и земляных работ; формирование искусственных преград для передвижения наземных позвоночных животных в виде насыпи и полотна железной дороги; шумовое, вибрационное, световое воздействия от транспортных средств и работы строительной техники. На прилегающих территориях ожидается: ухудшение условий местообитаний животных вследствие возможного загрязнения территории; вытеснение животных из зоны воздействия строительства за счет фактора беспокойства. Негативное влияние на состояние животного мира заключается в факторах прямого и косвенного (опосредованного) воздействия. Прямое воздействие негативных факторов на фауну обуславливается шумом транспортных и строительных средств, созданием искусственных препятствий на местах сезонных миграций, разрушением биотопов. Косвенное воздействие проявляется в сокращении площадей кормовых станций, загрязнении природной среды, нарушении трофических связей, аккумулярованию токсикантов в организме и др. При строительстве сооружений из-за нарушений местообитаний и шумового воздействия происходит откочевывание животных в соседние биотопы, их «уплотнение» в новых местах при снижении биологической продуктивности территории в районе трассы. При расчистке территории под объекты строительства возможна гибель единичных особей мелких млекопитающих, амфибий и рептилий. В гнездовой период фактор беспокойства может обусловить гибель значительного числа кладок птиц, в том числе являющихся редкими и охраняемыми. В период строительства частично будут уничтожены и трансформированы места обитания беспозвоночных животных. Для большинства мелких млекопитающих имеющаяся антропогенная трансформация территории, прилегающей к объекту, привела к разрушению местообитаний и сокращению их площади. Шумовое и вибрационное воздействие могут также вызывать перераспределение млекопитающих по территории.

Рост протяженности автодорог увеличивает риск гибели млекопитающих и герпетофауны под колесами автотранспорта.

При строительстве и эксплуатации объекта значимое воздействие, требующее разработки технических решений, транспортный переход оказывает на орнитофауну. За изменением структуры биоценозов следует пространственное и количественное перераспределение популяций большинства видов птиц. Сократится число потенциально пригодных гнездовых участков на оз.Тузла (Таманский полуостров) и о.Тузла, что приведет к переселению части популяции на другие территории. В результате прямого воздействия могут пострадать гнезда с кладками и птенцами. Одним из наиболее важных условий, влияющих на успешность гнездования птиц, является фактор беспокойства, который будет неуклонно расти.

В период эксплуатации велика возможность столкновения птиц с конструкцией моста в условиях плохой видимости. Освещение выступает как дезориентирующий фактор для птиц в ночное время, в первую очередь во время миграций. Расширение инфраструктуры может привести к уменьшению популяций ряда уязвимых видов на территории объекта в период эксплуатации.

С другой стороны, постройки привлекут синантропные виды птиц - белую трясогузку, домового воробья, ласточек и другие виды. В гнездовой период участок прохождения мостового перехода является местом поиска корма для птиц в гнездовой период. Изменения местообитаний в первую очередь скажется на гнездящихся видах (колониальные охраняемые виды: ходулочник, шилоклювка, морской голубок, чайконося и малая крачки, а также морской и малый зуйки, кулик-сорока, пеганка и др.), коренным образом изменятся или вовсе будут утрачены гнездовые станции. Для мигрантов и зимующих птиц прямое воздействие проявляется в подрыве кормовой базы, что снижает устойчивость к неблагоприятным условиям особенно в зимний период для многих видов птиц. Косвенная деятельность человека проявляется в факторе беспокойства, что предполагает невозможность кормиться и отдыхать в обычных для птиц местообитаниях.

Воздействие на водные биологические ресурсы. Основными видами рыб, постоянно или периодически встречающихся сегодня в зоне Керченского

пролива, являются: бычок (16 видов в Азовском море), азовская хамса, азовский пузанок (сельдь), черноморско-азовская (донская) проходная сельдь, кефаль-лобан, кефаль-сингиль, мелкая ставрида, барабуля, азовская камбала, камбала-глосса, тюлька, судак.

Строительные работы могут препятствовать нормальному ходу азовской хамсы следующих за ней азовок. Морские гидробионты являются неустойчивыми к стрессовым ситуациям, поэтому акустическое загрязнение подводной среды - шум, вызванный строительными работами, - может привести к беспокойству и нарушениям поведения животных, что увеличит риск запутывания в рыболовецких сетях. Строительный шум может стать причиной травм органов слуха. Возможное загрязнение акватории иловыми отложениями и, в целом, нарушение структуры донных осадков.

В качестве мероприятий по охране растительного и животного мира на период строительства и эксплуатации объекта предусмотрен ряд технических решений и организационных мероприятий общего характера, в том числе направленных на снижение негативного воздействия на биоту.

В качестве шумозащитных мероприятий проектом предусмотрены:

- шумозащитная посадка зеленых насаждений на Керченском полуострове: хвойных пород в шахматном порядке, высота не менее 5-8 м;
- установка шумопоглощающих Т-образных экранов с шириной верхней кромки не менее 1 м, высотой 6 м, протяженностью 400 м на Керченском и Таманском полуострове (на расстоянии 1,5-2 м от проезжей части автодороги с обеих сторон, а также с обеих сторон проезжей части ж/д полотна на расстоянии 5 м от оси ж/д пути;
- для обеспечения биологической безопасности птиц предложено использование для шумозащитных экранов непрозрачного материала (пористый материал, резонирующие панели, конструкции с перфорированным покрытием).

Одной из мер по снижению возможного негативного воздействия строительства транспортного перехода на объекты животного и растительного

мира является транслокация в подготовительный период и период проведения строительно-монтажных работ, включающая пересадку редких видов растений, многократное переселение земноводных.

В качестве компенсационных мероприятий для орнитофауны выбран вариант выполнения биотехнических мероприятий посредством обустройства искусственных мест гнездования и подкормки птиц и других представителей животного мира.

В целях минимизации негативного воздействия на ихтиофауну и водных млекопитающих предусмотрены мероприятия, предотвращающие поступление загрязняющих веществ в водную среду; искусственного воспроизводства водных биоресурсов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне; экологический контроль и мониторинг в период строительства и эксплуатации объекта.

**Вывод.** При оценке последствий воздействия на животный и растительный мир строительства Крымского моста был выявлен ряд негативных последствий: уничтожение растительности, сокращение экологических ниш, запасов кормов, нарушение трофических цепей, загрязнение среды обитания.

Однако, комплекс природоохранных мероприятий, предусмотренный проектной документацией, позволит существенно снизить степень негативного воздействия на флору и фауну, что в свою очередь подтверждается данными мониторинга, проводимого научно-исследовательскими институтами в рамках производственного экологического контроля.

Таким образом, можно сделать выводы о возможности реализации данного проектного решения в силу соответствия экологическим требованиям, установленным законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

**Список использованной литературы**

1. Журнал учета мнений и пожеланий по рассмотрению технического задания и предварительной оценки воздействия на окружающую среду по объекту «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», г. Керчь.
2. Изотов, И. Проект Керченского моста направлен на экспертизу / И. Изотов // Российская газета. – №128. – С.2.
3. Проектная документация «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив».
4. Результаты общественных обсуждений (в форме слушаний) материалов по оценке воздействия на окружающую среду объекта: «Строительство транспортного перехода через Керченский пролив», состоявшиеся 31.08.2015 в г. Керчь.
5. Сытник, Н.А. Охрана окружающей среды и водных биоресурсов при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив: Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов V Балтийский морской форум / Сытник Н.А // Всероссийская научная конференция. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2017. – С. 210-215.

## МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ВИХРЕВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ УСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ ЗАРЯДОВ

**Аннотация.** В работе показано, что вихревое электрическое поле при ускоренном движении зарядов возникает за счет искривления силовых линий электростатического поля. Такое искривление обусловлено конечной скоростью распространения электромагнитных процессов и их инерционностью. Вихревая составляющая положительных зарядов направлена против ускорения, т.е. против скорости при ускоренном движении и по скорости – при замедленном движении. Для отрицательных зарядов – наоборот.

**Ключевые слова:** электрические заряды, вихревое электрическое поле.

**Abstract.** It is shown that the vortex electric field at the accelerated motion of charges occurs due to the curvature of the electrostatic field lines. This curvature is due to the finite velocity of electromagnetic processes and their inertia. The vortex component of positive charges is directed against acceleration, i.e. against speed at accelerated motion and speed – at slow motion. For negative charges-on the contrary.

**Keywords:** the electric charges, the electric field.

В наиболее общей форме свойства вихревого электрического поля описываются системой уравнений Максвелла

$$\begin{aligned}
 \oiint \vec{E} d\vec{S} &= q \\
 \oint \vec{E} d\vec{l} &= -\frac{d}{dt} \iint \vec{B} d\vec{S} \\
 \oiint \vec{B} d\vec{S} &= 0 \\
 \oint \vec{B} d\vec{l} &= \iint \vec{j} d\vec{S} + \epsilon_0 \frac{d}{dt} \iint \vec{E} d\vec{S}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Непосредственно из второго уравнения следует, что вихревое поле порождается при изменении со временем магнитного потока

$$\Phi = \iint \vec{B} d\vec{S}. \tag{2}$$

Изменение магнитного потока (2) за счет изменения вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  возможно в двух существенно различных процессах:

- 1) при распространении электромагнитных волн;

2) при ускоренном движении зарядов.

В данной работе обсуждается механизм формирования вихревого электрического поля именно для второго случая – при ускоренном движении точечных зарядов.

Анализ поля ускоренно движущихся зарядов. Напряженность поля ускоренно движущегося точечного заряда в классическом приближении получается из решения уравнений Максвелла [1]:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = q \frac{\vec{r}}{r^3} + \frac{q}{c^2} \frac{\vec{r} \times (\vec{r} \times \vec{a})}{r^3}, \quad (3)$$

где  $\vec{r}$  – радиус-вектор от заряда до рассматриваемой точки поля (рис.1),  
 $\vec{a}$  – ускорение заряда.

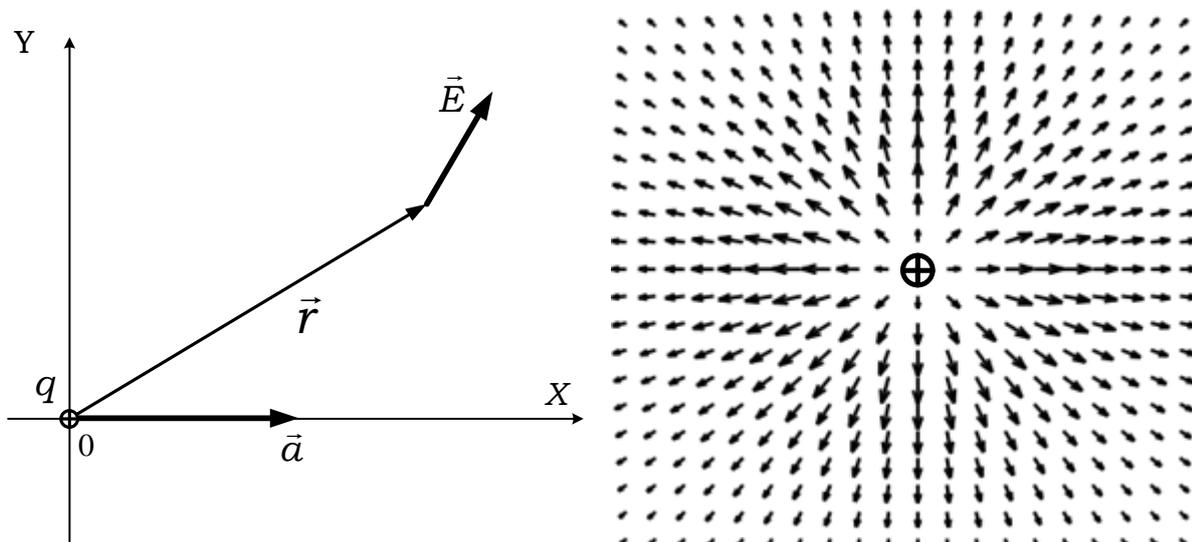


Рисунок 1 – Выбранная система координат: начало координат связано с зарядом, ускорение направлено вдоль оси X (слева). Картина кулоновского сферически симметричного поля (справа).

Первое слагаемое в выражении (3) соответствует сферически симметричному кулоновскому полю покоящегося точечного заряда. Второе слагаемое учитывает вклад, связанный с ускоренным движением заряда. Для остроения картины векторного поля выражение (3) преобразуется к координатной форме:

$$\vec{E} = \frac{q}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \left( \vec{i} \left( x - \frac{a}{c^2} y^2 \right) + \vec{j} \left( y + \frac{a}{c^2} yx \right) \right). \quad (4)$$

Соответствующая система координат и направление ускорения показаны на рисунке 1. С помощью выражений (3,4) построены векторные картины следующих полей.

На рисунке 1 справа представлено сферически симметричное кулоновское поле точечного заряда, соответствующее неподвижному заряду. Оно получается из выражений (3, 4) при нулевом ускорении, т.е. это составляющая поля:

$$\vec{E}_1 = q \frac{\vec{r}}{r^3}. \quad (5)$$

На рисунке 2 представлены поля положительного и отрицательного зарядов, движущихся ускоренно. Их ускорения направлены навстречу друг другу, что соответствует движению зарядов противоположного знака в электрическом поле одного направления. Видно, что ускоренное движение приводит к искривлению силовых линий поля, они «отстают» от заряда. Вид полей отдельных зарядов слабо проявляет вихревую составляющую их поля. В реальных проводниках ток протекает при условии электронейтральности: число положительных зарядов равно числу отрицательных. Для проявления механизма возникновения вихревого электрического поля необходимо смоделировать электронейтральность суммированием полей (3) для положительного и отрицательного зарядов.

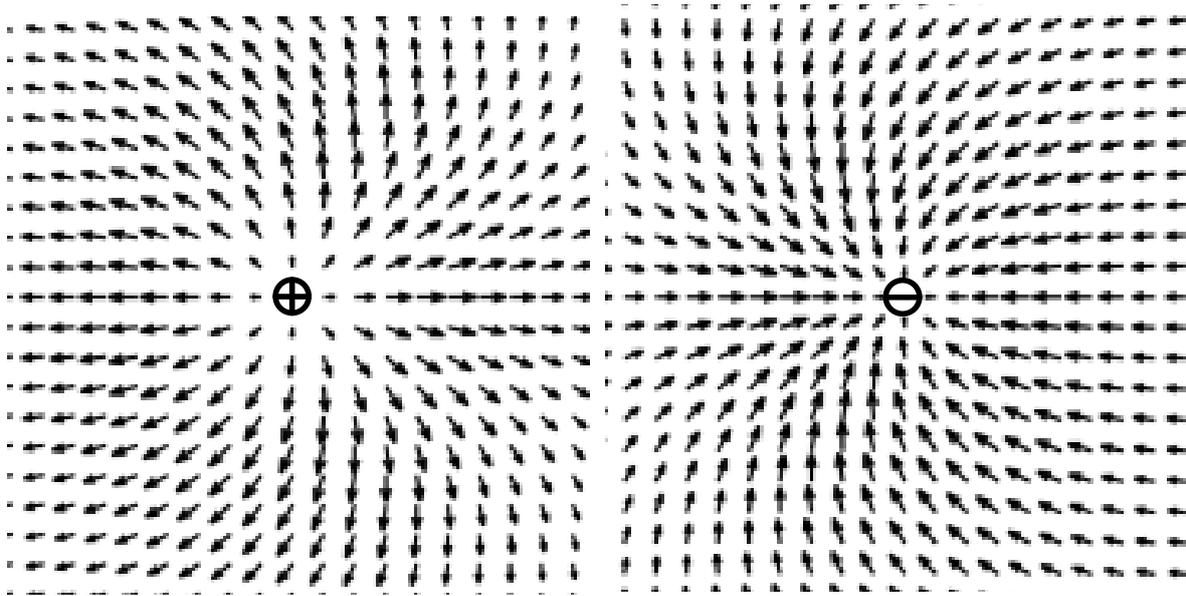


Рисунок 2 – Векторные поля положительного (слева) и отрицательного (справа) точечных зарядов, движущихся равноускорено навстречу друг другу.

Если в качестве проводников рассматривать металлы, то в них положительные заряды – ионы атомов кристаллической решетки неподвижны. Как следствие, их электрическое поле содержит только сферическую составляющую (5). Свободные электроны металла при ускоренном движении создают переменный ток, а их электрическое поле содержит обе составляющие (3). Следовательно, суммарное поле электрона и иона определяется выражением (формула 6) и содержит только вихревую составляющую, которая графически представлена на рисунке 3.

$$\vec{E} = \vec{E}_i + \vec{E}_e = \frac{q}{c^2} \frac{\vec{r} \times (\vec{r} \times \vec{a})}{r^3} = \frac{qa}{c^2} \frac{(-\vec{i}y^2 + \vec{j}yx)}{(x^2 + y^2)^{3/2}} \quad (6)$$

Интегрирование выражения (3) для прямолинейного тока, образованного равноускоренным движением электронов дает Результирующее вихревое электрическое поле.

$$\vec{E} = -\frac{2qa}{c^2 y} \quad (7)$$

Графически вихревое поле прямолинейного тока показано на рисунке 3. Характерной особенностью полей (6, 7) является изменение с расстоянием по закону  $1/r$ , т.е. заметно медленнее, чем закон обратных квадратов для электростатического поля.

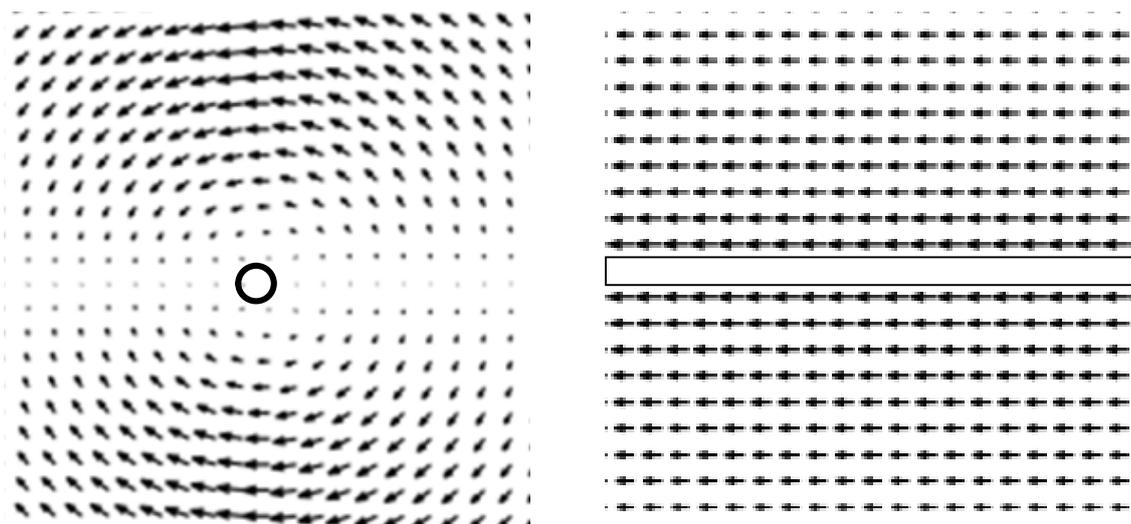


Рисунок 3 – Вихревая составляющая электрического поля положительного и отрицательного зарядов, движущихся навстречу (слева) и вихревое электрическое поле прямолинейного тока (справа).

**Выводы.** Вихревое электрическое поле при ускоренном движении зарядов возникает за счет искривления силовых линий электростатического поля. Такое искривление обусловлено конечной скоростью распространения электромагнитных процессов и инерционностью электромагнитных процессов. Вихревая составляющая положительных зарядов направлена против ускорения, т.е. против скорости при ускоренном движении и по

Образование, наука и молодежь – 2018

скорости – при замедленном движении. Для отрицательных зарядов – наоборот.

### **Список использованной литературы**

1. Левич, В.Г. Курс теоретической физики / В.Г. Левич. – М.: Наука, 2011. – 910 с.

Кузьменко С.Н.<sup>1</sup>, Федоров И.В.<sup>2</sup>, Каплан Г.В.<sup>3</sup><sup>1</sup>канд.физ.-мат.наук., доцент кафедры математики, физики и информатики, <sup>2,3</sup>курсанты 1-го курса специальности «Судовождение»**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

**Аннотация.** В работе анализируется влияние собственного магнитного поля на постоянный электрический ток. Показано, что такое воздействие приводит к сжатию потока зарядов, создающих ток. В металлах это приводит к появлению двойного электрического слоя на поверхности проводника. Получено выражение для оценки линейной плотности заряда в двойном электрическом слое. Показано, что этот эффект является очень слабым и может заметно проявляться только при очень больших токах.

**Ключевые слова:** электрические заряды, вихревое электрическое поле.

**Abstract.** The effect of an intrinsic magnetic field on a constant electric current is analyzed. It is shown that such an effect leads to a compression of the flow of charges creating a current. In metals, this leads to the appearance of a double electrical layer on the surface of the conductor. An expression is obtained for estimating the linear charge density in a double electric layer. It is shown that this effect is very weak and can be noticeably manifested only at very high currents.

**Keywords:** electric charges, vortex electric field.

При параллельном движении двух одноименных зарядов между ними действуют кулоновская сила отталкивания (1) и магнитная сила притяжения (сила Лоренца) (2):

$$F_e = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1)$$

$$F_m = qvB = \mu_0 v^2 \frac{q^2}{4\pi r^2}. \quad (2)$$

Последнее преобразование в выражении (2) выполнено с учетом того, что движущийся заряд создает магнитное поле с индукцией:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{qv}{r^2}. \quad (3)$$

Отношение магнитной и электрической сил с учетом соотношения преобразуется к виду (5) [1]:

$$\varepsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2}. \quad (4)$$

$$\frac{F_m}{F_e} = \left(\frac{v}{c}\right)^2. \quad (5)$$

Это одно из фундаментальных соотношений в нашем мире, указывающих на слабость магнитного взаимодействия по сравнению с электрическим. Сравнимыми они становятся только при скоростях движения зарядов, сравнимыми со скоростью света.

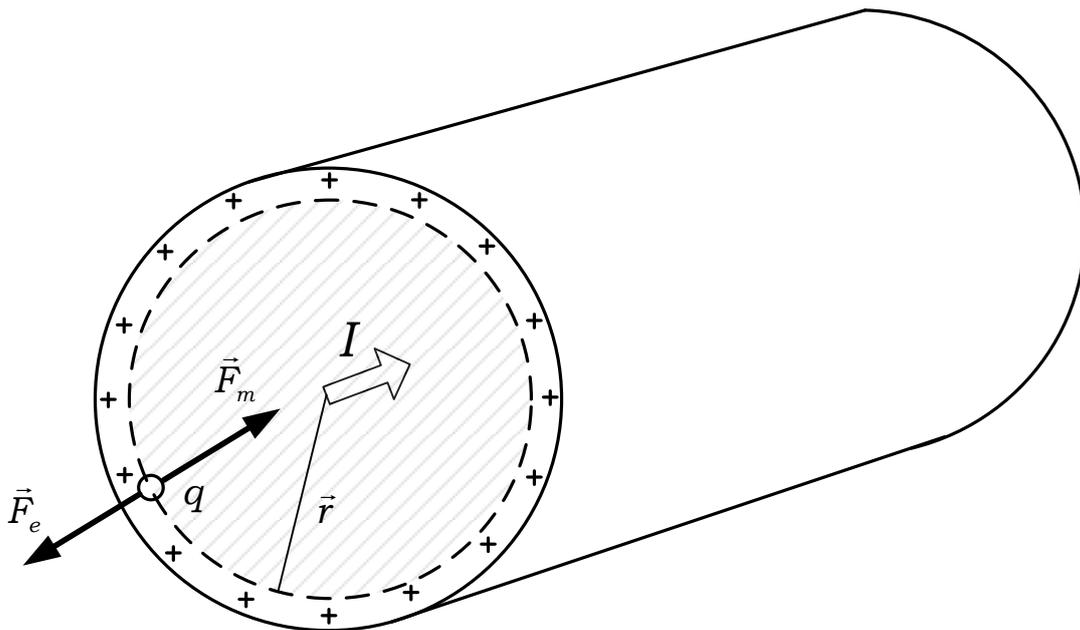


Рисунок 1 – Возникновение двойного электрического слоя в проводнике с током. Показаны также силы, действующие на электрон на внутренней границе двойного слоя.

Другой способ проявить магнитное взаимодействие состоит в компенсации электрических сил при рассмотрении электрических токов в электронейтральных проводниках. Возникающие эффекты существенно зависят

от свойств проводника. Для определенности сначала проанализируем эффект влияния собственного магнитного поля на постоянный электрический ток в металлах. В них электрический ток создается потоком свободных электронов. Между всеми электронами тока возникают силы притяжения, что приводит к сжатию электронного потока и возникновению двойного электрического слоя (рис.1). На поверхности проводника возникает положительный заряд ионов кристаллической решетки металла, а электронный поток приобретает эффективный отрицательный заряд, равный по модулю положительному. На внутренней границе двойного электрического слоя на электрон действуют (рис.1) электрическая сила (6) и магнитная сила Лоренца (7):

$$F_e = qE \quad (6)$$

$$F_m = qvB. \quad (7)$$

Соответствующее электрическое поле – это поле избыточного отрицательного заряда потока электронов с линейной плотностью  $\tau$

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r}. \quad (8)$$

Магнитное поле прямолинейного тока

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}. \quad (9)$$

После подстановки соотношений (6 – 9) в условие равновесия заряда

$$F_e - F_m = 0, \quad (10)$$

После преобразований получаем для линейной плотности заряда

$$\tau = \frac{v}{c^2} I = 1,11 \cdot 10^{-17} v I. \quad (11)$$

Из выражения (11) видно, что величина линейной плотности заряда в двойном электрическом слое очень мала и может быть заметной только при очень больших токах. Соотношению (11) можно придать более общий характер с учетом того, что сила тока связана с параметрами носителей

$$I = qn v S = qn v \pi r^2, \quad (12)$$

где  $n$  – концентрация носителей тока (в металлах – свободных электронов);

$v$  – скорость направленного движения зарядов,  $S$  – площадь поперечного сечения проводника;

$r$  – радиус проводника.

После подстановки (12) в (11) получаем:

$$\tau = qn \pi r^2 \left( \frac{v}{c} \right)^2.$$

$$\tau_0 = qn \pi r^2. \quad (13)$$

Произведение является линейной плотностью всех зарядов (электронов), участвующих в создании электрического тока. Тогда окончательное соотношение имеет вид:

$$\tau = \tau_0 \left( \frac{v}{c} \right)^2. \quad (14)$$

Видно, что также как и отношение сил (5) линейная плотность заряда квадратична по отношению  $v/c$ . Можно выделить два способа усилить эффект в металлах:

1) увеличение токов - это соответствует росту скорости  $v$ ;

2) увеличение радиуса проводника – это соответствует росту линейной плотности носителей тока (13).

Воздействие собственного магнитного поля на постоянный электрический ток приводит к сжатию тока. В металлах это приводит к появлению двойного электрического слоя, который ограничивает эффект сжатия тока. В полупроводниках и плазме эффект сжатия может быть большим, т.к. при подвижности носителей обоих знаков двойной электрический слой возникать не будет.

### **Список использованной литературы**

1. Джексон, Д. Классическая электродинамика / Д. Джексон – М.: Изд-во Мир, 2011. – 702 с.

УДК: 591.524.11

Терентьев А.С.<sup>1</sup>, Сёмик А.М.<sup>2</sup>, Пындык Д.Э.<sup>3</sup>

1 – научный сотрудник Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», 2 – зав. сектором гипергалинных озёр Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», 3 – магистрант кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## СОСТОЯНИЕ ЗООБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2016 Г

**Аннотация.** По видовому богатству преобладали ракообразные, полихеты и двусторчатые моллюски. Плотность видов колебалась от 2 до 7 вид/м<sup>2</sup>, в среднем равнялась 4,8±0,6 вид/м<sup>2</sup>. Численность зообентоса изменялась от 80 до 4080 экз./м<sup>2</sup>, в среднем равнялась 890±440 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса находилась в пределах от 0,08 до 359,80 г/м<sup>2</sup>. В среднем она равнялась 68±41 г/м<sup>2</sup>. Наиболее высокая численность зообентоса отмечалась в зарослях макрофитов. На долю кормовых видов приходилось 20% общей численности и 8% биомассы зообентоса. В среднем их численность равнялась 173±39 экз./м<sup>2</sup>, при биомассе – 5,2±2,6 г/м<sup>2</sup>. Главную роль в трофической структуре зообентоса играли сестонофаги. На их долю приходилось 29% видового богатства, 52% численности и 72% биомассы зообентоса. На долю детритофагов приходилось соответственно 39, 11 и 1,3 %.

**Ключевые слова:** Крым, озеро Донузлав, зообентос, таксономический состав, трофическая структура

**Abstract.** Crustaceans, polychaetes and bivalves dominated in the species composition. The species density varied from 2 to 7 species/m<sup>2</sup>, making up the average of 4,8 ± 0,6 species/m<sup>2</sup>. The zoobenthos abundance varied within the limits of 80-4,080 ind/m<sup>2</sup>, with the average of 890 ± 440 ind/m<sup>2</sup>. The zoobenthos biomass fell in the range from 0.08 to 359,8 g/m<sup>2</sup>. On average, it made up 68 ± 41 g/m<sup>2</sup>. The highest zoobenthos abundance was reported from the macrophyte thickets. Fodder species percentage rate in the total abundance equaled 20 % and that of the zoobenthos biomass – 8 %. Their average abundance was 173 ± 39 ind/m<sup>2</sup> with the biomass equaling 5,2 ± 2,6 g/m<sup>2</sup>. Sestonophages prevailed in the zoobenthos trophic structure: 29 % of the species composition, 52 % of abundance and 72 % of the zoobenthos biomass. The share of detritophages reached 39, 11 and 1,3%, respectively.

**Keywords:** Crimea, Donuzlav estuary, zoobenthos, taxonomic composition, trophic structure

### Введение

Озеро Донузлав – самое крупное и глубокое озеро Крыма. В настоящее время это скорее лиман, поскольку пересыпь, отделявшая его от Черного моря, была прорыта в 1961 г. в результате чего озеро соединилось с морем. В настоящее время его фауна представляет собой типичную для Черного моря зообентосную фауну, сформировавшуюся сравнительно недавно. Видовой состав и общее состояние зообентоса интересно не только тем, что она сформировалась недавно, но и тем, что она находится в практически закрытом водоеме, подверженном сильной антропогенной нагрузке. В озере функционирует порт, где осуществляется добыча строительного песка.

**Материал и методы исследования:**

В июне 2016 г. на акватории оз. Донузлав было выполнено 9 станции на глубине до 12 м. Пробы отбирались ручным дночерпателем ДЧ-0,025, площадью охвата 0,025 м<sup>2</sup>. Отобранные пробы промывались через мельничный газ № 42. Обработка проб проводилась по общепринятым методикам [1]. Таксономическая обработка проб проводилась с помощью «Определителя фауны Черного и Азовского морей» [2], с уточнениями по номенклатурным изменениям [3, 4]. Таксономические группы и трофическая структура рассматривались по классификации Е.П. Турпаевой и А.П. Кузнецова [5, 6]. Учитывался видовой состав, численность и биомасса общая, а также отдельных видов.

**Результаты и обсуждение:**

В озере было обнаружено 31 вид донных животных, в котором по видовому богатству преобладали ракообразные, полихеты и двустворчатые моллюски (рис. 1).

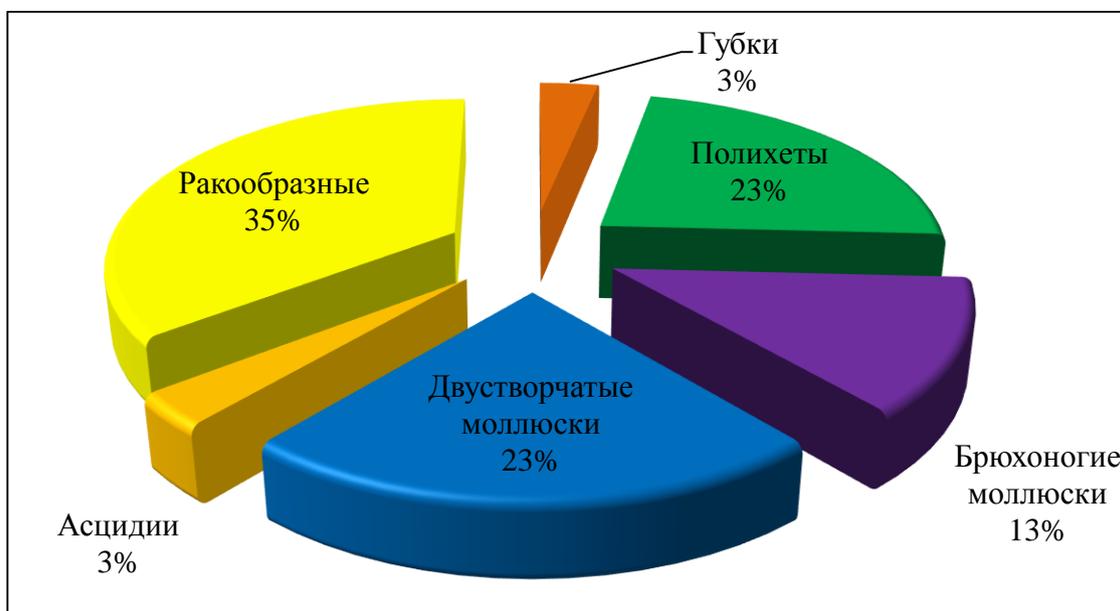


Рисунок 1 – Таксономический состав макрозообентоса оз. Донузлав в июне 2016 г.

Представителей ракообразных нами определено 11 видов. Из них преобладали представители разноногих: *Ampelisca diadema* (Costa, 1853), *Ampitho eramondi* Audouin, 1826, *Gammarus subtypicus* Stock, 1966 *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853, *Pontogammarus crassus* (G. O. Sars, 1894). Кроме того была встречена морская козочка *Caprellaa canthifera* Leach, 1814. Клешненоносных осликов представляли: *Apseudopsis ostroumovi* Bacescu & Carausu, 1947 и *Tanais dulongii* (Audouin, 1826). Усоногих ракообразных представлял *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854). Из кумовых была встречена *Pseudocuma (Stenocuma) cercarioides* Sars, 1894, а из равноногих – *Sphaeroma serratum* (Fabricius, 1787). Из бродячих полихет были встречались: *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767), *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Ceratonereis (Composetia) costae* (Grube, 1840), *Hedistedi versicolor* (O.F. Müller, 1776) и *Alitta succinea* (Leuckart, 1847). Из сидячих полихет отмечены *Lagiskoreni* Malmgren, 1866 и *Leiochone leiopygos* (Grube, 1860). Двустворчатых моллюсков представляли: *Abra nitidamilachewichi* Nevevskaja, 1963, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Gibbomodiola adriatica* (Lamarck, 1819), *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1781, *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) и *Politiapes aureus* (Gmelin, 1791). Брюхоногие моллюски представлены: *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), *Trigonia pulla* J. de C. Sowerby, 1826 и *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758). Также встречалась кремнеугольная губка – *Petrosia (Petrosia) ficiformis* (Poiret, 1789) и асцидия – *Molgula appendiculata* Heller, 1877. Чаще всего встречался *B. reticulatum* (табл.).

Таблица – Видовой состав, численность и биомасса макрозообентоса оз. Донузлав в июне 2016 г.

Вид	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Встречаемость, %
<b>Губки</b>			
<i>Petrosia (Petrosia) ficiformis</i>	8,9±3,3	1,680±0,63	11

Вид	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Встречаемость, %
<b>Полихеты</b>			
<i>Alitta succinea</i>	4,4±1,7	0,018±0,007	11
<i>Ceratonereis (Composetia) costae</i>	4,4±1,7	0,004±0,002	11
<i>Harmothoe imbricata</i>	4,4±1,7	0,124±0,047	11
<i>Hediste diversicolor</i>	4,4±1,7	0,164±0,062	11
<i>Lagis koreni</i>	4,4±1,7	0,520±0,190	11
<i>Leiochone leiopygos</i>	4,4±1,7	0,013±0,005	11
<i>Nephtys hombergii</i>	4,4±1,7	0,044±0,017	11
Сумма	31,1±4,4	0,880±0,210	
<b>Ракообразные</b>			
<i>Ampelisca diadema</i>	13,0±10,0	0,013±0,010	22
<i>Amphibalanus improvisus</i>	390,0±140,0	1,490±0,410	22
<i>Ampithoe ramondi</i>	4,4±1,7	0,004±0,002	11
<i>Apseudopsis ostroumovi</i>	13,0±10,0	0,013±0,010	22
<i>Caprella acanthifera</i>	4,4±1,7	0,089±0,003	11
<i>Gammarus subtypicus</i>	13,3±5,0	0,040±0,015	11
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	4,4±1,7	0,004±0,002	11
<i>Pontogammarus crassus</i>	4,4±1,7	0,009±0,003	11
<i>Pseudocuma (Stenocuma) cercarioides</i>	4,4±1,7	0,004±0,002	11
<i>Sphaeroma serratum</i>	4,4±1,7	0,178±0,067	11
<i>Tanais dulongii</i>	18,0±14,0	0,036±0,032	22
Сумма	480,0±150,0	1,800±0,420	
<b>Брюхоногие моллюски</b>			
<i>Bittium reticulatum</i>	280,0±120,0	12,300±7,200	67
<i>Hydrobia acuta</i>	8,9±6,2	0,022±0,016	22
<i>Trigonia pulla</i>	4,4±1,7	0,196±0,073	11
<i>Tritia reticulata</i>	8,9±3,3	5,000±1,900	11
Сумма	310,0±120,0	17,500±7,400	
<b>Двустворчатые моллюски</b>			
<i>Abranitida milachewichi</i>	4,4±1,7	0,018±0,007	11
<i>Chamelea gallina</i>	4,4±1,7	0,560±0,210	11
<i>Gibbomodiola adriatica</i>	4,4±1,7	0,400±0,150	11
<i>Mytilaster lineatus</i>	8,9±3,3	0,142±0,053	11
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	17,8±6,7	1,600±0,600	11
<i>Parvicardium exiguum</i>	8,9±6,2	2,800±2,500	22
<i>Polititapes aureus</i>	13,3±3,5	40,000±14,000	22
Сумма	62,0±11,0	45,000±14,00	
<b>Асцидии</b>			
<i>Molgula appendiculata</i>	4,4±1,7	0,480±0,180	11
Общая сумма	890,0±440,0	68,000±41,000	

Наиболее высокой биомассой отличались *Am. improvisus* и *B. reticulatum*.

Наиболее высокая биомасса была у *P. aureus* и *B. reticulatum*. Доминантным

видом следует считать *B. reticulatum*. На его долю приходилось 32% численности и 18% биомассы зообентоса.

Плотность видов колебалась от 2 до 7 вид/м<sup>2</sup>, в среднем равнялась  $4,8 \pm 0,6$  вид/м<sup>2</sup>. Численность зообентоса изменялась от 80 до 4080 экз./м<sup>2</sup>, в среднем равнялась  $890 \pm 440$  экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса находилась в пределах от 0,08 до 359,80 г/м<sup>2</sup>. В среднем она равнялась  $68 \pm 41$  г/м<sup>2</sup>.

Наиболее высокая доля в численности зообентоса наблюдалась у ракообразных. На долю которых в среднем приходилось 54% общей численности зообентоса. По биомассе доминировали двустворчатые моллюски. На их долю в среднем приходилось 67% общей биомассы зообентоса оз. Донузлав (рис. 2).



Рисунок 2 – Доля различных таксономических групп в численности и биомассе макрозообентоса оз. Донузлав в июне 2016 г.

Средняя численность ракообразных равнялась  $480 \pm 150$  экз./м<sup>2</sup>, при этом их биомасса в среднем равнялась  $1,80 \pm 0,42$  г/м<sup>2</sup>. Биомасса двустворчатых моллюсков в среднем равнялась  $45 \pm 14$  г/м<sup>2</sup>, при численности  $62 \pm 11$  экз./м<sup>2</sup>. Брюхоногие моллюски занимают третье место по численности и второе по биомассе. Их численность в среднем равнялась  $310 \pm 120$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $17,5 \pm 7,4$  г/м<sup>2</sup>. На их долю приходилось соответственно 35% общей численности и 26% общей биомассы зообентоса. Численность полихет в среднем равнялась  $31,1 \pm 4,4$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $0,88 \pm 0,21$  г/м<sup>2</sup>. Их доля в общей численности и биомассе зообентоса была относительно небольшой, всего около 4 и 1%.

Асцидии и губки играли относительно небольшую роль в численности и биомассе зообентоса оз. Донузлав. На долю кормовых видов приходилось 20% общей численности и 8% биомассы зообентоса (рис. 3).

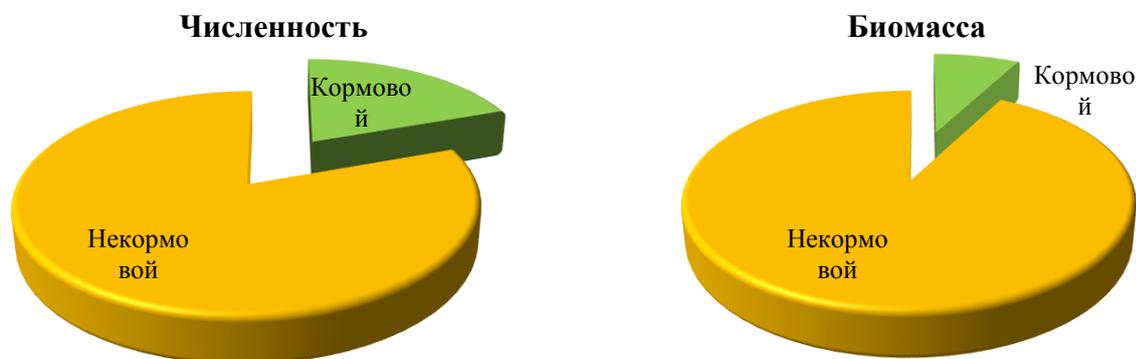


Рисунок 3 – Доля кормовых видов в общей численности и биомассе зообентоса оз. Донузлав в июне 2016 г.

На различных участках на долю кормового зообентоса приходилось от 2 до 100% общей численности и от 0,5 до 100% общей биомассы зообентоса.

Численность кормового зообентоса колебалась от 80 до 400 экз./м<sup>2</sup>, в среднем она равнялась 173±39 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса кормового зообентоса колебалась от 0,08 до 20,40 г/м<sup>2</sup>, в среднем она равнялась 5,2±2,6 г/м<sup>2</sup>. Главную роль в трофической структуре зообентоса играли сестонофаги (рис. 4).

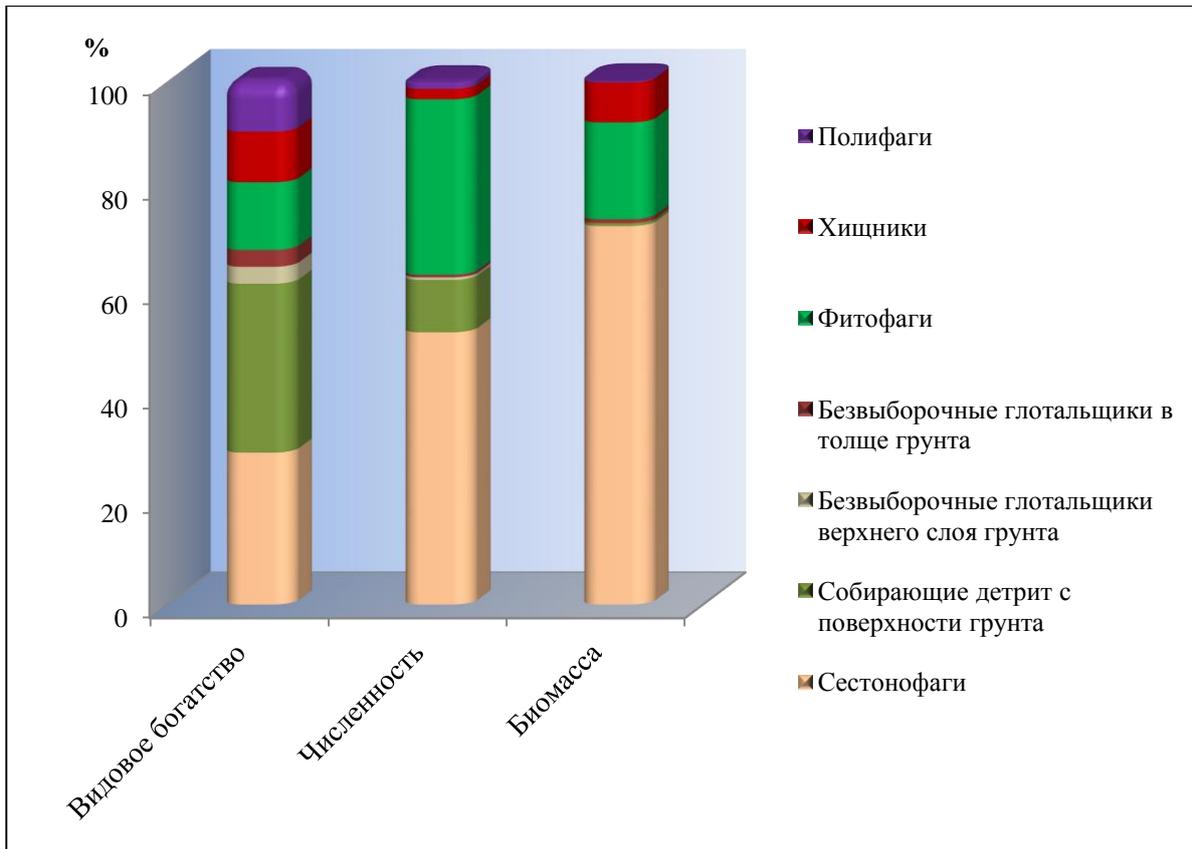


Рисунок 4 – Трофическая структура зообентоса оз. Донузлав в июне 2016 г.

Они были представлены 9 видами, на долю которых приходилось 29% общего видового разнообразия, 52% численности зообентоса и 72% его биомассы. В среднем численность сестонофагов в среднем равнялась  $460 \pm 150$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $49 \pm 14$  г/м<sup>2</sup>. Высоким видовым богатством отличались животные, собирающие детрит с поверхности грунта. Они были представлены 10 видами и по видовому богатству не уступали сестонофагам, но их численность и биомасса была намного ниже. В среднем численность этой трофической группировки равнялась  $89 \pm 22$  экз./м<sup>2</sup>, при биомассе –  $0,356 \pm 0,085$  г/м<sup>2</sup>. На их долю приходилось 32% видового богатства, 10% численности и около 0,5% биомассы всего зообентоса оз. Донузлав. Фитофаги были представлены 4 видами. В среднем их численность равнялась  $300 \pm 120$  экз./м<sup>2</sup>, при биомассе –  $12,5 \pm 7,2$  г/м<sup>2</sup>. Наиболее заметную роль фитофаги играли в численности зообентоса, где на их долю приходилось в среднем 34% от общей численности зообентоса. В биомассе их доля в среднем равнялась 18%, а в видовом богатстве – 13%.

Было обнаружено 3 вида хищных животных. Их численность в среднем равнялась  $17,8 \pm 4,1$  экз./м<sup>2</sup>, а биомасса –  $5,2 \pm 1,9$  г/м<sup>2</sup>. На их долю приходилось 2% численности и 8% биомассы зообентоса. Полифаги также были представлены 3 видами. Средняя численность этой трофической группировки равнялась  $13,3 \pm 2,9$  экз./м<sup>2</sup>, биомасса –  $0,187 \pm 0,062$  г/м<sup>2</sup>. На их долю приходилось около 10% всего видового богатства. Однако их роль в численности и биомассе зообентоса была не столь заметна. На их долю приходилось всего 1,5% общей численности зообентоса и менее 1% его биомассы. Остальные трофические группировки играли относительно небольшую роль в трофической структуре зообентоса оз. Донузлав.

### **Выводы:**

1. На акватории оз. Донузлав обнаружен 31 вид донных животных. По видовому богатству преобладали ракообразные, полихеты и двустворчатые моллюски.

2. Плотность видов колебалась от 2 до 7 вид/м<sup>2</sup>, в среднем равнялась  $4,8 \pm 0,6$  вид/м<sup>2</sup>. Численность зообентоса изменялась от 80 до 4080 экз./м<sup>2</sup>, в среднем равнялась  $890 \pm 440$  экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса находилась в пределах от 0,08 до 359,80 г/м<sup>2</sup>. В среднем она равнялась  $68 \pm 41$  г/м<sup>2</sup>. Наиболее высокая численность зообентоса отмечалась в зарослях макрофитов.

3. На долю кормовых видов приходилось 20% общей численности и 8% биомассы зообентоса. В среднем их численность равнялась  $173 \pm 39$  экз./м<sup>2</sup>, при биомассе –  $5,2 \pm 2,6$  г/м<sup>2</sup>.

4. Главную роль в трофической структуре зообентоса играли сестонофаги. На их долю приходилось 29% видового богатства, 52% численности и 72% биомассы зообентоса. На долю детритофагов приходилось соответственно 39, 11 и 1,3%.

### **Список использованной литературы**

1. Жадин, В. И. Методы гидробиологических исследований / В. И. Жадин. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1960 – 91 с.

2. Определитель фауны Черного и Азовского морей: справочник / В.А. Водяницкий [и др.] под ред. В.А. Водяницкого. – Т. 1 – 3. – Киев: Изд-во Наукова думка, 1968 – 1972. – 437 с.; 536 с.; 340 с.
3. Pitombo, F. B. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorpha) / F. B. Pitombo // *Zoologica Scripta*. – 2004. – vol. 33. – pp. 261-276.
4. World Register of Marine Species (WoRMS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marinespecies.org/index.php> – (дата обращения 21.09.2016).
5. Турпаева, Е.П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных / Е.П. Турпаева // Труды Института океанологии АН СССР. – М.: Наука. – 1953. – Т. 7. – С.259-299.
6. Кузнецов, А.П. О трофической структуре и зональности распределения донной фауны Азовского и Балтийского морей / А.П. Кузнецов // Экология и распределение морской донной фауны и флоры. Труды Института океанологии АН СССР. – М.: Наука. – 1970. – Т. 88. – С.81-97.

Черток А.И.<sup>1</sup>, Белоус К.А.<sup>2</sup>, Сытник Н.А.<sup>3</sup>

Студенка 1-го курса магистратуры направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – Студенка 1-го курса магистратуры направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 - канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МИДИЙ В ЧЕРНОМ МОРЕ

**Аннотация.** Исследование наиболее подходящих акваторий в Черном море для создания хозяйства марикультуры мидий. Изучение плотности, биомассы и размерно-весовых характеристик естественных популяций мидий.

**Ключевые слова:** акватория, Крым, мидии, марикультура, популяция

**Abstract:** Research of the most suitable water areas in the Black Sea to creation an economy of mussels mariculture. Studying of density, biomass and size-weight characteristics of natural populations of mussels.

**Key words:** water area, Crimea, mussels, mariculture, populations

**Введение:** После перехода Крыма под юрисдикцию Российской Федерации вновь возникла возможность возродить марикультуру моллюсков в Чёрном море. При этом следует отметить, что естественные запасы моллюсков в настоящее время в Черном море находятся в депрессивном состоянии и возможность добычи мидий резко ограничена. Это обстоятельство, а также большие перспективы использования моллюсков для производства обусловило необходимость создания в Черном море сначала одного, а затем комплекса морских хозяйств (ферм) по разведению и выращиванию различных видов моллюсков.

**Цель исследования:** изучить состояние естественных популяций мидий в Черном море для оценки рентабельности создания мидийной фермы в Крыму.

### **Материал и методы исследования.**

Исследования проводились сотрудниками ЮгНИРО в шельфовой зоне Керченского пролива и предпроливья Черного моря: переходная зона южной части Керченского пролива в предпроливье (м. Такиль- м. Кыз-Аул) и шельфовая зона от м. Кыз-Аул до м. Чауда. После более детального изучения этого района, прежде всего в океанографическом плане, границы отдельных его участков определяются более конкретно. Сбор материала проводили путем

полевых наблюдений и натурных испытаний. Объем собранного и обработанного материала представлен в таблице 1.

Изучение естественных поселений мидий в исследуемом районе осуществляли в августе, в ходе экспедиции, проводимой вдоль исследуемого побережья на автотранспорте, а также в октябре, в ходе выполнения на судне бентосной съемки по стандартной схеме станций (рис. 1). В первом случае, мидий с помощью водолазов снимали с субстрата в прибрежной зоне, на глубине 1,5 - 2 м. Во втором случае, на каждой станции проводили драгирование дна в течение определенного промежутка времени.

Таблица 1 – Объем собранного и обработанного материала

Название исследований	Объем работ
Гидробиологических станций	96
Бентосных станций	84
Собрано и обработано проб:	
- фитопланктона	86
- зоопланктона	93
Биологический анализ мидий естественных поселений	210
Обработано токсикологических проб	408
Собрано и обработано санитарно-бактериологических проб	287
Собрано и обработано паразитологических проб	138

Отловленная таким образом мидия взвешивалась и проводился расчет плотности ее поселения на 1 м<sup>2</sup>. Пробы мидии, отобранные в различных участках (рис. 1) подвергали полному биологическому анализу. Измеряли длину, высоту и выпуклость моллюсков, определяли общую массу, массу мяса и раковины моллюсков, а также рассчитывали массу мантийной жидкости.

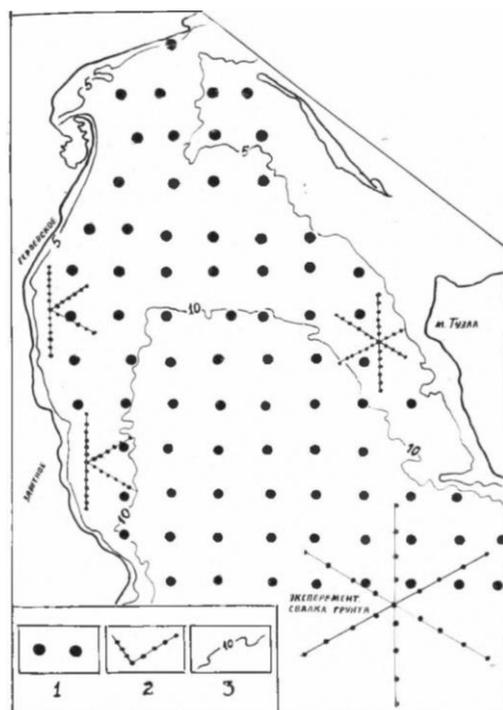


Рисунок 1 - Схема гидробиологических станций для сбора проб в Керченском проливе:

- 1 – станции макромасштабных исследований;
- 2 – станции микромасштабных исследований;
- 3 – изобаты

**Результаты исследования и их обсуждение.** В процессе проведения различных исследований другими авторами [1, 2, 3, 10] показано, что в северо-восточной части моря наиболее благоприятными являются акватории от Новороссийска до Сочи, далее следуют акватории южного берега Крыма (ЮБК), а за ними – акватории Керченского пролива и предпроливья. Первые два района относятся к зонам активного рекреационного использования прибрежных акваторий, поэтому предлагается для развития марикультуры использовать, в первую очередь, акватории Керченского пролива и предпроливья.

У берегов Крыма по гидрометеорологическим условиям для создания хозяйств подходят акватории от м. Такиль до м. Чауда (более 50 км восточного побережья Крыма и 2500 га площади подходящих акваторий). Здесь могут быть отработаны технологии функционирования морских ферм как в условиях относительно укрытого от сильного волнения мелководья (южная часть

Керченского пролива), так и в условиях открытого для волнения, относительно приглубого побережья (черноморское побережье Керченского полуострова) [9, 10, 11]. Хозяйство со всей своей инфраструктурой целесообразно расположить на южном побережье пролива в районе Керченского пролива или в районе предпроливья. Культивирование мидий можно проводить как в Керченском проливе (в районе оз. Тобечикское и п. Заветное), так и предпроливной части - от м. Такиль до м. Чауда (рис. 2).



Рисунок 2 - Подходящая акватория для застройки морской фермы на Керченском полуострове от м. Такиль до м. Чауда

При выращивании в условиях экстенсивной марикультуры моллюсков, в том числе и мидий, проблема посадочного материала является ключевой. Основными поставщиками личинок на коллекторы, являются репродуктивные части местной популяции мидий. Важным параметром состояния популяции является ее ежегодное пополнение молодью. В связи с этим представляет интерес изучить естественные популяции. Исходя из результатов бентосных съемок, выполненных ЮгНИРО на протяжении последних 30 лет [5, 7, 9, 10], были получены материалы по распределению и запасам (биомассе) мидий в Керченском проливе. Основные запасы мидий в нем сосредоточены у м. Белый, южной оконечности к. Чушка и на Церковной банке. Общий запас мидий на обследованных банках оценивается в 3,63 тыс. т на площади 2,38 км<sup>2</sup>.

Наибольшая плотность и биомасса мидий сконцентрирована у косы Чушка – 2,18 тыс. т на площади 2,29 км<sup>2</sup>, Белый га площади 0,37 расположено 0,28тыс.т., возле Церковной 0,82тыс.т. на 1,07км<sup>2</sup>.

Наибольшая плотность и биомасса мидий сконцентрирована у косы Чушка 2,18 тыс.т на площади 2,29 км<sup>2</sup>. Ниже приведена размерная структура популяции моллюсков, собранных в результате отбора бентосных проб в 2001 и 2008 гг. в этом районе (рис. 3).

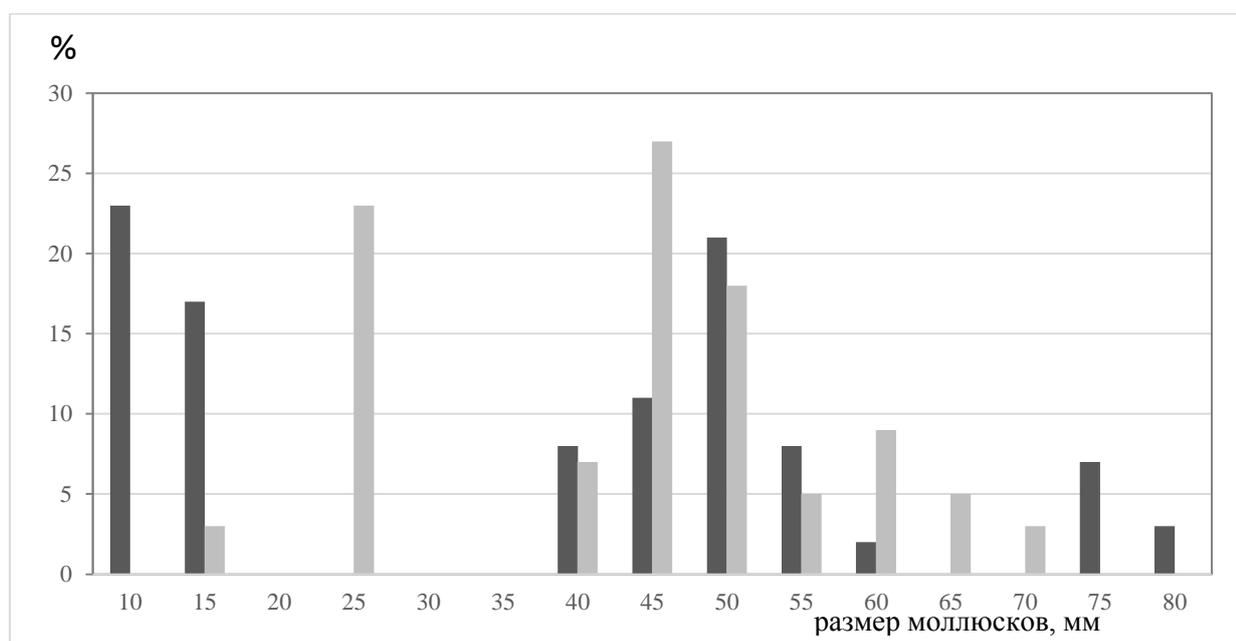


Рисунок 3 - Размерная структура популяции мидий во время бентосной съемки в октябре у косы Чушка (2001 г. – чёрные столбцы, 2008 г. – серые столбцы)

Из приведенного рисунка 3 видно, что размерные ряды моллюсков в разные годы имеют как определённое сходство, так и различие. В 2001 г. распределение плотности характеризовалось наличием 2-х модальных групп - 10 и 15 мм, т.е. сеголетками, а также более старшими особями – 40 и более мм, с модальной группой 45 мм. В 2008 г. ювенальная группа практически отсутствовала и наблюдалось одна группа в возрасте 1 года (25 мм) и более старшими возрастными группами моллюсков, с модальной группой 50 мм. В целом же, представленные группы мидий характеризуются достаточно близким характером распределения разных размерных групп мидий.

Различия, в основном, связаны с первым годом жизни, когда происходит оседание спата (молоди) моллюсков на различные субстраты. Принимая во внимание наличие столь крупных естественных популяций мидий в Керченском проливе, можно утверждать, что репродуктивный потенциал (4 млн. на самку массой 10 г) вполне достаточен для сбора необходимого количества спата и последующего выращивания не менее 20 тыс. т мидий.

В связи с имеющимися данными по естественной маточному составу мидий в Керченском проливе представляло интерес выяснить вопрос о распределении и концентрации личинок мидий в Керченском проливе (рис. 4).

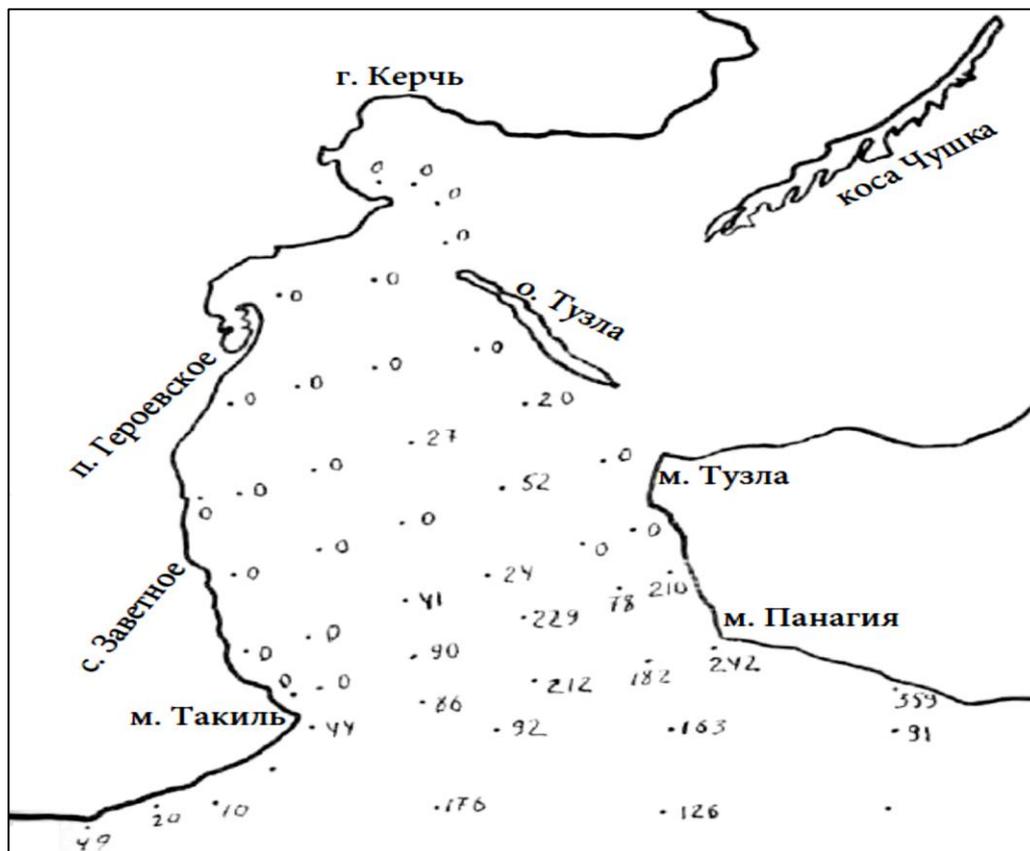


Рисунок 4 - Распределение личинок мидий (великонх) в Керченском проливе (экз./м<sup>3</sup>) в сентябре – начале октября 2007 г.

Исследования показали, что численность личинок весьма значительно варьирует – от 0 до 500 экз./м<sup>3</sup>. Анализ имеющихся материалов показал, что интенсивность оседания личинок на коллекторы подвержена значительным

флюктуациям, как при постановке их в разные годы, так и установленных в один и тот же год (рис. 5). Обнаружено, что число осевших личинок на 1 пм субстрата отличалось между собой более чем на порядок (в 50 раз). Указанные различия могут быть следствием ряда биотических факторов - интенсивности размножения маточных стад, выживаемостью личинок на различных фазах онтогенеза, поведенческими реакциями и физиологическими особенностями зоопланктона, обусловленными внутри- и межвидовой конкуренцией.

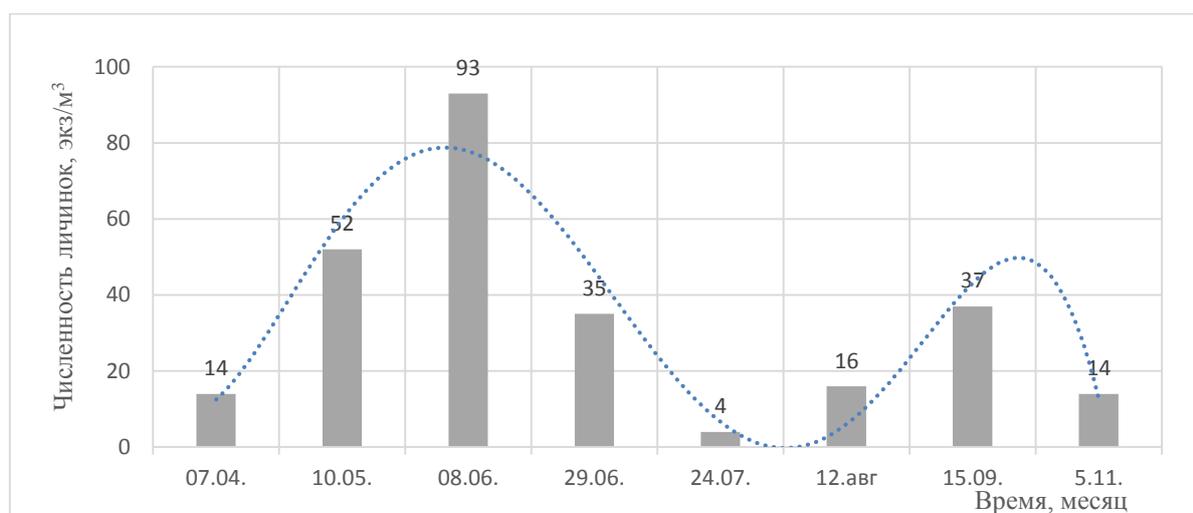


Рисунок 5 – Динамика численности личинок мидий (великонх) в Керченском проливе (экз./м³) в апреле – ноябре 2007 г.

В связи с возможным размещением мидийного опытно-промышленного хозяйства в предпроливной зоне Чёрного моря представляет анализ районов и запасов мидий в этом районе. Из рисунка б видно, что обширные поселения мидий встречаются на всем протяжении шельфа от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Результаты бентосных съемок, показали наличие довольно значительных запасов моллюсков, составляющих более 6,9 тыс. т.

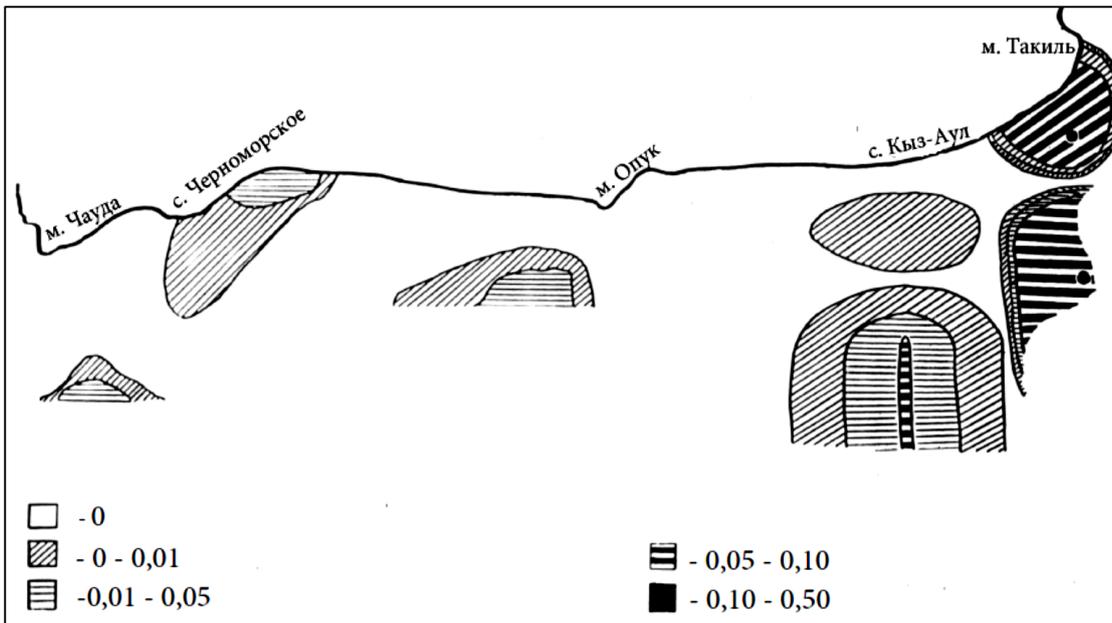


Рисунок 6 - Распределение биомассы мидий ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ) в Керченском предпроливье Черного моря

В этом биотопе мидии представлены как скаловой, так и иловой формой. На глубинах 10 м и выше, на протяжении большей части исследуемого шельфа, грунты представлены песком, песком с илом и ракушечником, который является одним из наиболее благоприятных субстратов для оседания личинок и образования устойчивых многолетних поселений этого вида. Проведенная в октябре бентосная съемка по достаточно плотной сетке станций (рис. 6), выявила обширные площади, заселенные мидией, принадлежащей, большей частью к иловому биотопу.

Таким образом, в исследуемом районе имеем достаточно большое маточное стадо мидий, которое способно обеспечить посадочным материалом (спатом) промышленные мидийные плантации на любом участке шельфа от м. Кыз-Аул до м. Чауда. Об этом также свидетельствуют результаты биологического анализа проб моллюсков, отобранных нами из разных мест обитания (таблица 2).

Таблица 2 – Размерно-весовые показатели мидий из разных биотопов Керченского предпроливья

Район	м. Кыз-Аул		м. Опук		с.Черноморское		м. Чауда	
	min-max	$X \pm \sigma_x$	min-max	$X \pm \sigma_x$	min-max	$X \pm \sigma_x$	min -max	$X \pm \sigma_x$
Длина раковины (мм)	33 – 83	59,1 ± 1,63	37-85	59,7±1,8	20 - 70	61,1±1,63	38-82	51,3±1,9
Общая масса (г)	3,1-55,5	19,3 ± 1,46	5,3-61	22,3±2,1	1,8 -39	22,3±1,76	4,3-55	13,5±1,1
Масса раковины (г)	1,7-26,2	11,1 ± 0,89	2,6-32	12,3±1,19	1,7-26	14,1±0,89	3,0-36	9,4±1,32
Масса мягких тканей (г)	0,31 6,5	5,5 ± 0,84	0,8-7,3	3,1 ± 0,24	0,6-6,1	3,1 ± 0,24	0,7-6	2,15±0,2

В ходе проведения бентосной съемки путем драгирования и обследования поселений мидий в прибрежной части водолазным методом были отобраны и проанализированы моллюски из четырех контрольных точек: м. Кыз-Аул, м. Опук, с. Черноморское и м. Чауда.

Результаты биологического анализа показали, что мидии, обитающие в прибрежной зоне на камнях, отличаются более выпуклой и массивной раковиной. В друзах в значительном количестве встречаются особи как младших (20-33 мм), так и старших размерно-возрастных групп, с максимальным размером раковины до 90 мм. Их размерный состав характеризуется значительным преобладанием особей, длиной от 40 до 65 мм. Количество молоди (моллюски размером до 45 мм) в популяции присутствуют в значительном количестве, особенно у мидий, обитающих на глубине, где их количество достигает 42 %.

**Выводы.** Таким образом, достаточно обширные поселения мидий на шельфе исследуемого района, благоприятный размерно-возрастной состав моллюсков, где значительный процент (от 7 до 42 %) занимает пополнение предыдущих 2-х лет, что свидетельствует о стабильности естественных поселений мидий в исследуемом районе и их высоком репродуктивном потенциале.

Это дает основание утверждать, что создаваемые здесь промышленные мидийные плантации будут в достаточной мере обеспечены посадочным материалом.

### Список использованной литературы:

1. Возрождение рыбохозяйственной отрасли Крыма. Основные направления и задачи научно-технического обеспечения /Е.П. Губанов, Е.П. Масюткин, Б.Н. Панов. О.Е. Битюцкая // Рыбн. хоз-во. - 2014. - № 2. - С. 15-18.
2. Агапов, С.А. Современное состояние водных биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и проблемы их рационального использования / С.А. Агапов, С.И. Дудкин //Мат. межд. науч. конф. посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского. 20-23 сентября 2010 года в г. Ростове-на-Дону. // Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИРХ»,2010. -358с.
3. Золотницкий, А.П. Биологические основы культивирования моллюсков в различных районах Чёрного моря: дис...докт. биол. наук: 03.00.17/ Золотницкий Александр Петрович. – К.: Институт Гидробиологии, 2004. – 408 с.
4. Иванов, А.И. Некоторые итоги и задачи разработки биотехнологии выращивания мидий в Черном море /А.И. Иванов // В сб.: Моллюски: результаты и перспективы их исследований. - Л.: Наука. – 1986. – С. 465-466.
5. Троценко Б. Г. Проблемы и перспективы развития аквакультуры в Крыму / Б.Г. Троценко, А.А. Солодовников // Рыбн. хоз-во Украины. – 2006. – № 5/6. –С. 41-46.
6. Скарлато, О.А. Класс двустворчатые моллюски – *Bivalvia*. Определитель фауны Черного и Азовского морей / О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатов. – К.: Наука, 1972. – Т. 3. – С. 178-249.
7. Воробьев, В.П. Мидии Черного моря / В.П. Воробьев // Тр. АзЧерНИРО. - 1938. - Вып. 11. - С. 3-25.
8. Шурова, Н.М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря: дис...докт. биол. наук: 03.00.17/ Шурова Нина Митрофановна. – Севастополь, 2009. – 379 с.
9. Панов, Б.Н. Океанографические предпосылки размещения аквахозяйств в Черном море / Б.Н. Панов //Тр. ВНИРО "Рыбохозяйственные исследования в Азово-Черноморском бассейне". - М.: ВНИРО, 1987. - С. 4-12.
10. Золотницкий, А.П. О возможных экологических последствиях крупномасштабного культивирования мидий в шельфовой зоне Черного моря / А.П. Золотницкий, В.Г. Крючков

// Межд. конф. «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна». Керчь, 26-27 июня 2006. – ЮгНИРО. - С. 30-35.

11. Марикультура мидий на Черном море / Ред. В.Н. Иванов // ИНБЮМ им. А.О. Ковалевского НАН Украины. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ - Гидрофизика», 2007. – 314 с.

УДК 517.5/9

Шпатович Ю.Д.<sup>1</sup>, Подольская О.Г.<sup>2</sup>

1 – курсант 2-го курса направления подготовки «Судовождение» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,  
2 – канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры математики, физики и информатики ФГБОУ ВО  
«КГМТУ»

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КРИВЫХ МЕТОДОМ ИНВАРИАНТ

**Аннотация.** Рассматривается методика построения и исследования кривых второго порядка с помощью метода инвариант.

**Ключевые слова:** кривые второго порядка, инвариант, поворот осей, параллельный перенос осей.

**Abstract.** A technique for constructing and investigating second-order curves in a course of linear algebra using the invariant method is considered.

**Keywords:** second-order curves, canonical equation, invariant, rotation of axes, parallel displacement of axes.

### Введение

Для курсантов морских специальностей большую важность при изучении раздела высшей математики имеет аналитическая геометрия, в частности, кривые второго порядка

На практике часто решаются задачи вычисления траектории движения судна и режима движения по заданной траектории на основе кривых второго порядка.

Изучение и построение кривых второго порядка является актуальной для курсантов специальности «Судовождение», т.к. решение этих задач приближает к реальным условиям.

В процессе преподавания выявились наибольшие сложности при расчете параметров при построении изображения линий второго порядка. Это, в первую очередь, относится к расчету угла поворота и параллельном переносе осей координат, и во-вторых, получение изображения кривой второго порядка, что требуется для построения канонического уравнения кривой.

Применение метода, предложенного в работе, а именно «метод инвариант» помогает курсантам уменьшить сложности при решении данных задач

### Цель работы

Изучение метода инвариант, как метод приведения уравнений линий второго порядка к каноническому виду и их построения. Рассмотрение примеров использования метода.

### Основная часть

Согласно теории, линией второго порядка называется множество всех точек плоскости, координаты которых удовлетворяют уравнению:

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0, \quad (1)$$

где  $A, B, C, D, E, F$  – вещественные коэффициенты, причем  $A^2 + B^2 + C^2 \neq 0$ .

Обычно общий вид уравнения кривой второго порядка (1) приводят к каноническому виду путем преобразование прямоугольной системы координат следующим образом:

- избавляются от членов уравнения (1), содержащих первые степени координат  $(2Dx, 2Ey)$  - путем параллельного переноса координатных осей;
- освобождаются от члена, содержащего произведение координат  $(2Bxy)$  путем поворота координатных осей на определенный расчетный угол.

Нахождение угла поворота осей и есть самая большая сложность для курсантов. Тригонометрические преобразования для расчета угла поворота системы координат [1] приводят к громоздким вычислениям, что иногда сопровождается ошибками.

Рассмотрим метод, который не содержит больших и сложных расчетов, получивший название «метод инвариант» (invariant (англ.) – неизменный, постоянный, инвариантный).

При исследовании общего уравнения кривой второго порядка (1) вычисляют два определителя  $(\delta, \Delta)$  по коэффициентам уравнения и число  $S$ :

$$\delta = \begin{vmatrix} A & B \\ B & C \end{vmatrix}, \quad \Delta = \begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ D & E & F \end{vmatrix}, \quad S = A + C; \quad (2)$$

где  $\delta, \Delta, S$  – инварианты, т.е. правило нахождения этих величин общее для любого уравнения кривой второго порядка; они не зависят от коэффициентов конкретной исследуемой линии.

При параллельном переносе осей координат освобождаемся от членов  $2Dx, 2Ey$ ; при повороте осей координат на угол  $\varphi$  освобождаемся от члена, содержащего  $2Bxy$  уравнения (1):

$$B = 0, D = 0, E = 0.$$

Следовательно, и для преобразованного уравнения, не содержащего коэффициенты  $2B, 2D$  и  $2E$ , инварианты будут вычисляться аналогично:

$$S = A + C = A_1 + C_1,$$

$$\delta = \begin{vmatrix} A & B \\ B & C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ B_1 & C_1 \end{vmatrix}; \quad \delta = \begin{vmatrix} A_1 & 0 \\ 0 & C_1 \end{vmatrix} = A_1 \cdot C_1,$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ D & E & F \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_1 & B_1 & D_1 \\ B_1 & C_1 & E_1 \\ D_1 & E_1 & F_1 \end{vmatrix}; \quad \Delta = \begin{vmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & C_1 & 0 \\ 0 & 0 & F_1 \end{vmatrix} = A_1 \cdot C_1 \cdot F_1.$$

Из исходного уравнения находим инварианты  $\delta, \Delta, S$ :

$$\begin{cases} A_1 + C_1 = S \\ A_1 * C_1 = \delta \\ A_1 * C_1 * F_1 = \Delta \end{cases} \quad (3)$$

После поворота координатных осей на угол  $\varphi$  и их параллельного переноса получено каноническое уравнение линии в новой системе координат  $\tilde{O}\tilde{X}\tilde{Y}$  следующего вида:

$$A_1 * \tilde{x}^2 + C_1 * \tilde{y}^2 + F_1 = 0 \quad (4)$$

где  $\tilde{O}(x_0; y_0)$  - координаты начала новой системы координат, определяются путем решения следующей системы:

$$\begin{cases} Ax_0 + By_0 + D = 0 \\ Bx_0 + Cy_0 + E = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Угол поворота  $\varphi$  системы координат  $\tilde{O}\tilde{X}\tilde{Y}$  относительно старой системы координат  $XOY$ , находятся следующим образом:

$$tg 2\varphi = \frac{2B}{A-C}; \quad (A-C \neq 0), \quad (6)$$

или

$$ctg 2\varphi = \frac{A-C}{2B}.$$

### Практическое применение метода

Необходимо построить линию второго порядка

$$2x^2 - 2xy + 2y^2 - 2x - 2y + 1 = 0.$$

Находим инварианты, используя коэффициенты исходного уравнения кривой (1):

$$A = 2; 2B = -2; B = -1; C = 2; 2D = -2; D = -1; 2E = -2; E = -1; F = 1.$$

$$S = A + C = 2 + 2 = 4,$$

$$\delta = \begin{vmatrix} A & B \\ B & C \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 3, \quad \Delta = \begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ D & E & F \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = -3.$$

Определим новые значения коэффициентов (3), решая систему:

$$\begin{cases} A_1 + C_1 = 4 \\ A_1 * C_1 = 3 \\ A_1 * C_1 * F_1 = -3 \\ F_1 = -1. \end{cases}$$

$$A_1 = 4 - C_1; \quad (4 - C_1) * C_1 = 3; \quad 4 * C_1 - C_1^2 = 3; \quad C_1^2 - 4C_1 + 3 = 0.$$

$$C_{1,2} = \frac{4 \pm 2}{2}; \quad 1) C_1 = 3 \Rightarrow A_1 = 4 - C_1 = 4 - 3 = 1; \quad 2) C_1 = 1 \Rightarrow A_1 = 4 - C_1 = 4 - 1 = 3.$$

В данном случае существует 2 пары решений:

$$1) A_1 = 1; \quad C_1 = 3; \quad F_1 = -1;$$

$$2) A_1 = 3; \quad C_1 = 1; \quad F_1 = -1.$$

Подставляя значения каждой пары в уравнение (4)  $A_1 * \tilde{x}^2 + C_1 * \tilde{y}^2 + F = 0$ , получим решения для двух уравнений линий:

$$\text{Решение 1. } \tilde{x}^2 + 3 * \tilde{y}^2 = 1.$$

Канонический вид данного уравнения - эллипс, с осями  $a = 1, b = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.6$  :

$$\frac{\tilde{x}^2}{1^2} + \frac{\tilde{y}^2}{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} = 1.$$

$$\text{Решение 2. } 3 * \tilde{x}^2 + \tilde{y}^2 = 1.$$

Канонический вид данного уравнения - эллипс, с осями  $a = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.6, b = 1$

$$\frac{\tilde{x}^2}{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} + \frac{\tilde{y}^2}{1^2} = 1.$$

Построим рисунок решения 1, т.к. график решения 2 будет повернут на угол 90 градусов.

Найдем координаты начала новой системы координат и угол поворота координатной оси  $\varphi$  с помощью системы (5):

$$\begin{cases} 2x_0 + 2y_0 + 0 = 0 \\ 2x_0 - 1y_0 + 0 = 0 \end{cases}; \quad \begin{cases} x_0 = 1 \\ y_0 = 1 \end{cases} \Rightarrow \tilde{O}(1;1)$$

Определим угол поворота координатной оси:

$$A - C = 2 - 2 = 0; \Rightarrow \operatorname{ctg} 2\varphi = \frac{2 - 2}{2 * (-1)} = 0. \quad (\varphi = 45^\circ).$$

На рисунке 1 изображено построение эллипса с поворотом осей на угол  $\varphi = 45^\circ$  и параллельным переносом начала координат в точку  $\tilde{O}(1;1)$

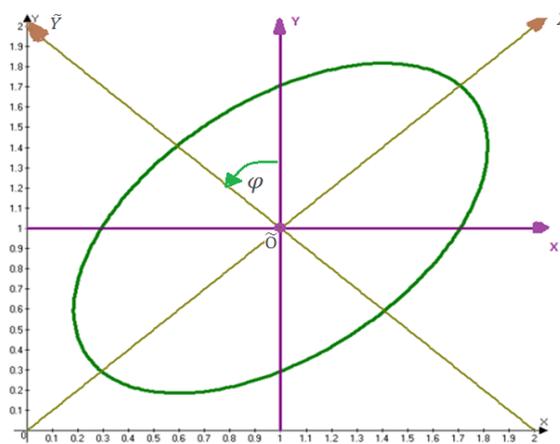


Рисунок 1 – Построение эллипса

$$2x^2 - 2xy + 2y^2 - 2x - 2y + 1 = 0.$$

### **Выводы**

1. Метод «инвариант» позволяет упростить:

а. решение практических задач при построении кривых второго порядка, заданных уравнением общего вида.

б. преобразование системы координат при переходе от общего к каноническому уравнению кривой второго порядка, путем поворота координатных осей на определяемый угол.

2. Применение данного метода на практических занятиях по математике представляется для курсантов простым для понимания и реализации.

3. Изучение и построение кривых второго порядка является актуальной для курсантов специальности «Судовождение» для последующего решения задач вычисления траектории движения судна и расчета режима движения по заданной траектории.

### **Список использованной литературы**

1. Минорский, В.П. Сборник задач по высшей математике / Минорский В.П. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – с.336.

2. Ильин, В.А. Аналитическая геометрия / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Наука, 1998. – с.392

УДК 502.3:504.5:696.1

Юрченко А. А.<sup>1</sup>, Сытник Н. А.<sup>2</sup>

1 – студент 4-го курса направления подготовки «Экология и природопользование» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРЕДПРИЯТИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИМЕРЕ КЕРЧЕНСКОГО ФИЛИАЛА ГУП РК "ВОДА КРЫМА"

**Аннотация.** Проведена оценка уровня выбросов вредных веществ в атмосферу предприятия водного хозяйства на примере Керченского филиала ГУП РК "Вода Крыма" на основе расчета с последующим анализом загрязненности атмосферы в пределах санитарно-защитной зоны объекта. Рассмотрены источники выбросов загрязняющих веществ и мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, атмосферный воздух, предельно-допустимые выбросы, негативное воздействие.

**Abstract.** The assessment of the level of emissions of harmful substances into the atmosphere of the water enterprise on the example of the Kerch branch of sue RK "water of the Crimea" on the basis of calculation with the subsequent analysis of air pollution within the sanitary protection zone of the object. The sources of pollutant emissions and measures to reduce the negative impact on the environment are considered.

**Keywords:** pollutants, atmospheric air, maximum permissible emissions, negative impact.

**Введение.** Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды [1].

Охрана воздушной среды от загрязнения промышленными выбросами является в нашей стране важной социальной и общегосударственной задачей, входящей в комплекс задач глобальной проблемы охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

Практика показала, что улучшение воздушной среды возможно только при разработке и внедрении комплексных мероприятий, в первую очередь модернизации производства и совершенствования технологического процесса, применения высокоэффективного пылегазоочистного оборудования, организации контроля за выбросами с помощью контрольно-сигнализирующей аппаратуры и приборов, рациональных планировочных мероприятий, создания санитарно-защитных зон, правильного взаиморазмещения промышленных и жилых зон.

**Цель исследования.** Оценить уровень выбросов вредных веществ в атмосферу предприятия Керченского филиала ГУП РК "Вода Крыма" на основе расчета с последующим анализом загрязненности атмосферы в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) объекта.

**Задачи.** Провести инвентаризацию источников выбросов загрязняющих веществ, проанализировать экологическую отчетность предприятия, провести расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, разработать программу мероприятий по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях.

Первичная Профсоюзная Организация Керченского Филиала Государственного Унитарного Предприятия Республики Крым "Вода Крыма" Общероссийского Профсоюза Работников Жизнеобеспечения' зарегистрирована 20 января 2015 года.

Керченский филиал ГУП РК «Вода Крыма» включает в себя:

- Городская водоочистная станция производительностью до 100 м/куб в сутки;
- 28 водопроводных насосных станций;
- 17 канализационных насосных станций;
- Резервуары чистой воды общей ёмкостью 37,15 тыс.м/куб.;
- Водопроводные сети протяженностью 559,5 км.;
- Канализационные сети протяженностью 280,7 км.;
- Бондаренковские очистные сооружения производительностью до 43 тыс. м/куб./сут.;
- Орджоникидзовские очистные сооружения производительностью до 20 тыс.м/куб./сут.;
- 50 единиц автотранспортной техники и механизмов.

Основные виды деятельности филиала:

- Подача воды из Станционного (Ново-Николаевского) водохранилища НС№4 на городскую водоочистительную станцию;
- Очистка и хлорирование воды на водоочистных сооружениях (ВОС);

обеспечение бесперебойной эксплуатации систем водоснабжения и канализации в соответствии с действующими нормативными требованиями, проведение своевременного и качественного его ремонта, технического перевооружения и реконструкции объектов;

Обеспечение работоспособности сетей водопровода и канализации.

Предприятие осуществляет свою деятельность на семнадцати производственных площадках, включающих канализационные очистные сооружения, канализационные насосные станции, артезианские скважины, производственную базу с вспомогательным производством: гараж и стоянка автотранспорта, автослесарные и механические мастерские, сварочные посты, стоянки автотранспорта, котельные, административные здания. Детально рассмотрим промплощадку № 1 (рис. 1).



Рисунок 1 – Промплощадка № 1

Промплощадка № 1. Производственная база, расположенная по адресу: г. Керчь, ул. Годыны, 2В, имеет следующие источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

- Механическая мастерская (источник 6001). Выброс осуществляется при механической обработке металлов. Выброс неорганизованный, через ворота, высота источника - 3,0 м. В результате работы участка в атмосферу неорганизованно поступают пыль абразивная, оксид железа.

- Зарядное устройство аккумуляторов (источник 0001). Выброс осуществляется при зарядке аккумуляторов. Выброс организованный, через вентиляционную Шахту, высота источника - 6,0 м, диаметр - 0,2 м. В

результате работы участка в атмосферу организованно поступает серная кислота.

- Сварочный пост (источник 6002). Выброс осуществляется при сварочных работах. Выброс неорганизованный, через ворота, высота источника - 2,0 м. В результате работы участка в атмосферу не организованно поступают оксид железа, марганец и его соединения, фтористый водород, азота диоксид, оксид углерода, пыль неорганическая,  $\text{SiO}_2$  20 -70%, Фтористые соединения плохо растворимые.

- Открытая стоянка автотранспорта (источник 6003). Выброс осуществляется при работе двигателей автотранспорта. Выброс неорганизованный, высота источника - 5,0 м. В результате работы участка в атмосферу неорганизовано поступают азота диоксид, азота оксид, бензин, керосин, сажа, оксиды серы, оксид углерода.

- Открытая стоянка технологического транспорта (источник 6004). Выброс осуществляется при работе двигателей автотранспорта. Выброс неорганизованный, высота источника - 5,0 м. В результате работы участка в атмосферу неорганизовано поступают азота диоксид, азота оксид, бензин, керосин, сажа, оксиды серы, оксид углерода.

- Служба водоотведения. Сварочный пост (источник 6005). Выброс осуществляется при сварочных работах. Выброс неорганизованный, через ворота, высота источника - 2,0 м. В результате работы участка в атмосферу не организованно поступают оксид железа, марганец и его соединения, фтористый водород, азота диоксид, оксид углерода, пыль неорганическая,  $\text{SiO}_2$  20 - 70%, Фтористые соединения плохо растворимые.

Производственная база, с расположенными на ней зданиями механической мастерской, сварочным постом, гаражными боксами и открытой автостоянкой применительно п. 7.1.12. СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [9], «Объекты по обслуживанию легковых, грузовых автомобилей с количеством постов не более 10, таксомоторный парк» относится к IV классу

санитарной классификации и имеет нормативный (ориентировочный) размер СЗЗ - 100 м. Фактически размер ориентировочной (нормативной) СЗЗ выдерживается.

Расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, осуществлялся в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия» (ОНД – 86) [3]. Данная методика предусматривает возможность учета фоновых концентраций при расчетах загрязнения атмосферы, а также установление фона расчетным путем.

Для расчета использовалась компьютерная программа расчета приземных концентраций вредных веществ в атмосфере «Эколог», которая реализует основные зависимости и положения ОНД – 86 [3]. Программа позволяет по данным об источниках выбросов примесей, при выбранных пользователем направлениях и скоростях ветра в задаваемых точках рассчитать значения максимальной концентрации в этих точках, приземные концентрации как отдельных веществ, так и групп веществ с суммирующимся вредным действием. Расчет максимальных концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) проводится по данным об источниках выбросов примесей с учетом метеорологических характеристик, определяющих условия рассеивания ЗВ (табл. 1). Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ от промышленной площадки №1 представлены в таблице 2 и таблице 3.

Таблица 1 - Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Коэффициент рельефа местности в городе	1
Скорость ветра (и*) (по средним многолетним данным), повторяемость превышения которой составляет 5%, м/с	12
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т,	27,4

Наименование характеристик	Величина
Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца (для котельных, работающих по отопительному графику), Т, °С	-0,5
Среднегодовая роза ветров, %	
С	15,4
СВ	18,5

Таблица 2 – Перечень нормируемых загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от промышленной площадки №1 Керченского филиала ГУП РК «Вода Крыма»

Код	Вещество	Использ. критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества, т/год
	Наименование				
1	2	3	4	5	6
<b>Промышленная площадка №1</b>					
123	диЖелезо триоксид /в пересчете на железо/ (Железа	ПДКс.с.	0,04	3	0,054229
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДКм.р.	0,2	3	0,118369
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДКм.р.	0,4	3	0,019212
328	Углерод (Сажа)	ПДКм.р.	0,15	3	0,017457
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДКм.р.	0,5	3	0,013671
337	Углерод оксид	ПДКм.р.	5	4	1,716202
342	Фтористые газообразные соединения: - гидрофторид - кремний тетрафторид /в пересчете на фтор/	ПДКм.р.	0,02	2	0,000116
344	Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия	ПДКм.р.	0,2	2	0,00033
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) /в пересчете на	ПДКм.р.	5	4	0,220364
2732	Керосин	ОБУВ	1,2	-	0,037707
Всего веществ (10):					2,197657
в том числе твердых (3):					0,072016
жидких и газообразных (7):					2,125641
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:					
6053. Фтористый водород и плохо растворимые соли фтора					
6204. Азота диоксид, серы диоксид					
6205. Серы диоксид, фтористый водород					

Таблица 3 – Максимально-разовые и валовые выбросы ЗВ от промышленной площадки №1

Код	Загрязняющее вещество	Суммарный выброс		Расчетный параметр	
		г/с	т/год	g <sub>i</sub>	СН <sub>j</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Объект: 1. Керченский филиал ГУП РК «Воды Крыма»</b>					

Код	Загрязняющее вещество	Суммарный выброс		Расчетный параметр	
		г/с	т/год	g <sub>i</sub>	CH <sub>j</sub>
<b>Площадка: 1. Площадка №1. Производственная база</b>					
123	диЖелезо триоксид	0,0007288	0,054229	< 0,1	1,356
143	Марганец и его соединения	0,0000016	0,000266	< 0,1	0,266
301	Азота диоксид	0,0105169	0,118369	0,089	2,959
304	Азота оксид	0,0170875	0,019212	0,072	0,32
322	Серная кислота	0,0000075	0,0000018	< 0,1	0,00001
328	Сажа	0,0227746	0,017457	0,3064	0,349
330	Сера диоксид	0,0114006	0,013671	< 0,1	0,2734
337	Углерод оксид	1,9944988	1,716202	0,625	0,572
342	Фтора газообразные соединения	0,0000006	0,000116	< 0,1	0,0232
344	Фториды плохо растворимые	0,000003	0,00033	< 0,1	0,011
2704	Бензин	0,2611053	0,220364	0,083	0,147
2732	Керосин	0,0490256	0,037707	0,07	0,0314
2908	Пыль неорганическая: SiO <sub>2</sub> 20-70%	0,0000012	0,00014	< 0,1	0,0014
6041	Серы диоксид, кислота серная	-	-	< 0,1	-
6046	Углерода оксид и пыль цементного	-	-	< 0,1	-
6053	Фтористый водород и плохо растворимые соли	-	-	< 0,1	-
6204	Азота диоксид, серы диоксид	-	-	< 0,1	-
6205	Серы диоксид, фтористый водород	-	-	< 0,1	-
Предприятие относится к 3-й категории, т.к 0.1 < g <sub>пр</sub> = 0,625 < 1					

С целью рациональной организации работ по контролю соблюдения нормативов выбросов необходимо определение категории выброса определенного вещества из конкретного источника.

Установление категории проводится для сочетания “источник — вещество” для каждого, k-го, источника с каждым, выбрасываемым i-м загрязняющим веществом.

При определении категории выбросов рассчитываются параметры  $\Phi_{k,j}^k$  и  $Q_{k,j}^r$ , характеризующие влияние выброса j-го вещества из k-го источника на загрязнение воздуха прилегающих к предприятию территорий, по формулам:

$$\Phi_{k,j}^k = \frac{M_{k,j}}{H_k \cdot \text{ПДК}} \cdot \frac{100}{100 - \text{КПД}_{k,j}}, \tag{1}$$

$$Q_{k,j}^r = q_{r,k,j} \cdot \frac{100}{100 - \text{КПД}_{k,j}}, \tag{2}$$

где  $M_{k,j}(\text{г/с})$  - максимальная по всем режимам выброса величина выброса данного вещества;

$\text{ПДК}_j$  ( $\text{мг/м}^3$ ) - максимальная разовая предельно допустимая концентрация;

$q_{r,k,j}$  (в долях  $\text{ПДК}_j$ ) - максимальная по всем режимам выброса и метеоусловиям расчетная приземная концентрация данного вещества, создаваемая выбросом из рассматриваемого источника на границе ближайшей жилой застройки;

$\text{КПД}_{k,j}$  (%) - средний эксплуатационный коэффициент полезного действия пылегазоочистного оборудования;

$H_h(\text{м})$  - высота источника, для отдельных источников при  $H_h < 10$  м, принимается  $H_h = 10$  м.

Определение категории "источник - загрязняющее вещество" выполняется исходя из следующих условий:

**1 категория** - одновременно выполняются неравенства:

**1А**  $\Phi_{k,j}^k > 5$  и  $Q_{k,j}^r \geq 0,5$

**1В**  $0.001 \leq \Phi_{k,j}^k \leq 5$  и  $Q_{k,j}^r \geq 0,5$

**2 категория** - одновременно выполняются неравенства:

**2А**  $\Phi_{k,j}^k > 5$  и  $Q_{k,j}^r < 0,5$

**2В**  $0.001 \leq \Phi_{k,j}^k \leq 5$  и  $Q_{k,j}^r < 0,5$

**3 категория** - одновременно выполняются неравенства:

**3А**  $\Phi_{k,j}^k > 5$  и  $Q_{k,j}^r < 0,5$

**3В**  $0.001 \leq \Phi_{k,j}^k \leq 5$  и  $Q_{k,j}^r < 0,5$

**4 категория** - одновременно выполняются неравенства:

$\Phi_{k,j}^k < 0,001$  и  $Q_{k,j}^r < 0,5$

Исходя из категории сочетания "источник - загрязняющее вещество" устанавливается следующая периодичность контроля за соблюдением нормативов ПДВ (ВСВ) для каждого сочетания "источник - загрязняющее вещество":

- **1 категория**

**1А** - 1 раз в месяц

**1В** - 1 раз в квартал

- **2 категория**

**2А** - 1 раз в квартал

**2В** - 2 раза в год

- **3 категория**

**3А** - 2 раза в год

**3В** - 1 раз в год

- **4 категория** - 1 раз в 5 лет

На основании вышеизложенного, для всех веществ были проведены соответствующие расчеты с использованием перечисленных формул, а также карт рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе.

Параметры определения категории источников и их значение приведены в таблице 4, план-график контроля на источниках выбросов - в таблице 5.

В данной работе нами была определена категория хозяйствующего субъекта для промышленной площадки №1, что необходимо:

- для определения степени его воздействия на атмосферный воздух;
- для общей оценки экологической безопасности города (региона) в части оценки состояния выбросов и загрязнения атмосферного воздуха;
- для принятия природоохранных решений при разработке перспективных планов развития городов и промышленных комплексов;
- для определения периодичности и объема государственного (инспекторского) контроля воздухоохранной деятельности предприятия;
- и т.д.

По степени воздействия выбросов на атмосферный воздух хозяйствующие субъекты подразделяются на четыре категории (первая, вторая, третья, четвертая) в зависимости от вклада их выбросов в формируемые в атмосферном воздухе уровни концентраций загрязняющих веществ.

Категория хозяйствующего субъекта определяется на основании расчётов рассеивания выбросов с использованием унифицированной программы расчёта

загрязнения атмосферы (УПРЗА) в соответствии с методика расчета концентраций

в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) [3]. По результатам расчётов в разрезе каждого  $j$ -го загрязняющего вещества, выбрасываемого источниками хозяйствующего субъекта, рассчитывается параметр  $g_i$ .

Параметр  $g_i$  рассчитывается по формуле (3):

$$g_i = C_{Hj} + \begin{cases} C'_{фj} & \text{при } C_{Hj} > 0,1 \\ 0 & \text{при } C_{Hj} \leq 0,1 \end{cases} \quad (3)$$

где  $C_{Hj}$  – наибольшее значение (в долях ПДК) максимальной приземной концентрации  $j$ -го загрязняющего вещества при наиболее неблагоприятном режиме выбросов на границе территорий, в отношении которых устанавливаются нормативы допустимых выбросов.

ПДК $_i$  – наименьшее из значений гигиенических (ПДК $_{мр,j}$ , 10 ПДК $_{СС,j}$ , ОБУВ $_j$ ) и экологических (ПДК $_{эj}$ ) нормативов качества атмосферного воздуха.

$C'_{фj}$  – значение фоновой концентрации  $j$ -го вещества в зоне влияния источников выброса этого вещества без учета влияния выбросов других источников, не принадлежащих данному хозяйствующему субъекту.

Согласно методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятия (ОНД-86) [3], к третьей категории относятся хозяйствующие субъекты, для которых выполняется условие:

$$0,1 < g_{пр} < 1. \quad (4)$$

Согласно расчету (таблица 3)

$$0,1 < g_{пр} = 0,625 < 1 \quad (5)$$

Следовательно, данный хозяйствующий субъект по степени негативного воздействия на атмосферный воздух относится к третьей категории. К третьей категории относятся предприятия, выбросы которых, оказывая заметное воздействие на качество атмосферного воздуха, при этом не создают условий для превышения ПДК в селитебных зонах, или 0,8 ПДК в зонах, к которым предъявляются повышенные экологические требования. Для таких предприятий необходимо проведение расчетов загрязнения атмосферы, но не требуется разработка природоохранных мероприятий и нормативы ПДВ могут устанавливаться на уровне существующих выбросов. Необходимость проведения мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в период НМУ у предприятия III категории отсутствует.

Таблица 4 - Параметры определения категории источников при разработке схемы контроля нормативов выбросов загрязняющих веществ

Цех	№ источника	Загрязняющее вещество		Расчетный параметр			Категория выброса
		кол	наименование	$\Phi^{k_i}$	$O^{r_i}$	Чж.ч	
1	2	3	4	5	6	7	8
Объект: 1. Керченский филиал ГУП РК «Воды Крыма» Площадка: 1. Площадка №1. Производственная база							
1. Цех	6001	123	диЖелезо триоксид	0,000599	0,00499	0,00499	IV
		6002	301	Азота диоксид	0,0000018	0,0000138	0,00001
	123		диЖелезо триоксид	0,0000061	0,0000587	0,00005	IV
	337		Углерод оксид	0,0000006	0,0000049	0,00000	IV
	344		Фториды плохо растворимые	0,0000038	0,0000359	0,00003	IV
	342		Фтора газообразные	0,0000075	0,0000592	0,00005	IV
	6003		301	Азота диоксид	0,002404	0,0197	0,0197
		304	Азота оксид	0,001953	0,016	0,016	III
		2704	Бензин	0,00912	0,0748	0,0748	III
		2732	Керосин	0,001203	0,00986	0,00986	III
		328	Сажа	0,001392	0,01255	0,01255	III
		330	Сера диоксид	0,001065	0,00872	0,00872	III
		337	Углерод оксид	0,0563	0,461	0,461	III

Продолжение таблицы 4

Цех	№		Загрязняющее вещество		Расчетный параметр			Категория выборок
	источника	кол	наименование	$\Phi_{k,i}^k$	$O_{k,i}$	Чж.ч		
	6004	301	Азота диоксид	0,00811	0,0735	0,0735	III	
		304	Азота оксид	0,00659	0,0597	0,0597	III	
		2704	Бензин	0,00132	0,01197	0,01197	III	
		2732	Керосин	0,00697	0,0632	0,0632	III	
		328	Сажа	0,029	0,2983	0,2983	III	
		330	Сера диоксид	0,003496	0,0317	0,0317	III	
		337	Углерод оксид	0,0235	0,2132	0,2132	III	
	6005	301	Азота диоксид	0,0000018	0,0000148	0,00001	IV	
		123	диЖелезо триоксид	0,0000061	0,0000616	0,00006	IV	
		337	Углерод оксид	0,0000006	0,0000052	0,00000	IV	
		344	Фториды плохо растворимые	0,0000038	0,0000377	0,00003	IV	
		342	Фтора газообразные	0,0000075	0,0000633	0,00006	IV	

Таблица 5 – План-график контроля за соблюдением нормативов ПДВ по измерениям концентраций в атмосферном воздухе

Цех		Номер источника	Выбрасываемое вещество		Периодичность контроля	Норматив		Кем осуществляется контроль	Методика проведения контроля
номер	наименование		код	наименование		г/с	мг/м <sup>3</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Объект: 1. Керченский филиал ГУП РК «Воды Крыма» Площадка: 1. Площадка №1. Производственная база</b>									
1	Цех №1	6001	123	диЖелезо триоксид	1 раз в 5	0,000719	-	-	Расчётны
			6002	301	Азота диоксид	1 раз в 5	0,0000007	-	-
		123		диЖелезо триоксид	1 раз в 5	0,0000049	-	-	Расчётны
		337		Углерод оксид	1 раз в 5	0,0000062	-	-	Расчётны
		344		Фториды плохо растворимые	1 раз в 5	0,0000015	-	-	Расчётны
		342		Фтора газообразные соединения	1 раз в 5	0,0000003	-	-	Расчётны
		6003	301	Азота диоксид	1 раз в год	0,0024043	-	-	Расчётны
			304	Азота оксид	1 раз в год	0,0039069	-	-	Расчётны
			270	Бензин	1 раз в год	0,2281053	-	-	Расчётны
			273	Керосин	1 раз в год	0,00722	-	-	Расчётны
			328	Сажа	1 раз в год	0,001044	-	-	Расчётны
			330	Сера диоксид	1 раз в год	0,0026614	-	-	Расчётны
			337	Углерод оксид	1 раз в год	1,4064331	-	-	Расчётны
		6004	301	Азота диоксид	1 раз в год	0,0081112	-	-	Расчётны
			304	Азота оксид	1 раз в год	0,0131806	-	-	Расчётны
			270	Бензин	1 раз в год	0,033	-	-	Расчётны
			273	Керосин	1 раз в год	0,0418056	-	-	Расчётный
			328	Сажа	1 раз в год	0,0217306	-	-	Расчётный
			330	Сера диоксид	1 раз в год	0,0087392	-	-	Расчётный
		337	Углерод оксид	1 раз в год	0,5880533	-	-	Расчётный	

Цех		Номер источника	Выбрасываемое вещество		Периодичность контроля	Норматив		Кем осуществляется контроль	Методика проведения контроля
номер	наименование		код	наименование		г/с	мг/м <sup>3</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		6005	301	Азота диоксид	1 раз в 5 лет	0,0000007	-	-	Расчётный
			123	диЖелезо триоксид	1 раз в 5 лет	0,0000049	-	-	Расчётный
			337	Углерод оксид	1 раз в 5 лет	0,0000062	-	-	Расчётный
			344	Фториды плохо растворимые	1 раз в 5 лет	0,0000015	-	-	Расчётный
			342	Фтора газообразные соединения	1 раз в 5 лет	0,0000003	-	-	Расчётный

Таким образом, на основе проведенных исследований оценен уровень выбросов вредных веществ в атмосферу предприятия водного хозяйства на примере Керченского филиала ГУП РК "Вода Крыма". Проведена инвентаризация и расчет максимально-разовых и валовых выбросов ЗВ. На основе расчета с последующим анализом загрязненности атмосферы в пределах санитарно-защитной зоны объекта можно сделать следующие выводы:

- предприятие (промышленная площадка №1 Керченского филиала ГУП РК "Вода Крыма" относится к III категории;
- размер СЗЗ выдерживается;
- предприятие оказывает заметное воздействие на качество атмосферного воздуха, при этом не создают условий для превышения ПДК в селитебных зонах, или 0,8 ПДК в зонах, к которым предъявляются повышенные экологические требования;
- необходимость проведения мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в период НМУ отсутствует.

### Список использованной литературы

- 1.ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г, №96 - ФЗ. - С.7.
- 2.Постановление Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000г. «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него». – Москва, 2000г. – С. 22-24.
- 3.ОНД-86. «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». – Ленинград, Гидрометеоизд, 1987. - С.44-54.

4.ОНД-1-84 «Инструкция о порядке рассмотрения согласования и экспертизы воздухоохраных мероприятий и выдачи разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям». – Москва, Гидрометеиздат,1984. – С. 33-37

5.ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями». – Москва: Изд-во Стандартов, 1979. – С.16-19.

6.РД 50-210-80 Методические указания по внедрению ГОСТ 17.2.3.02-78 “Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ пром. предприятиями. – Москва: Изд-во Стандартов, 1981. - С. 11-29.

7.Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. – СПб., 2000г. – С. 3-5.

8.Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий. Госкомитет по охране природы. - М, 1989. – С. 19-21.

9.СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений. – Москва: Изд-во Минздрав России, 2003г. – С. 10-22.

# **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

## РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ПОЛУКОНСЕРВОВ РЫБОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ

**Аннотация.** В работе приведены результаты исследований по разработке полуконсервов рыбораствительных паштетов из мяса мерлузовых и бычковых. Установлено соответствие продукта статусу «диетический», присутствие в продуктах сбалансированного белка, витаминов и минеральных веществ. Проведена оценка конкурентоспособности полуконсервов.

**Ключевые слова:** полуконсервы, рыбный фарш, рыбораствительные паштеты, конкурентоспособность.

**Abstract.** The paper presents research results on the development of semi-canned fish pate from meat of merlucid hakes and goby. The compliance of the product with the status "dietary", the presence in the products of balanced protein, vitamins and minerals has been established. The competitiveness of semi-preserved fish was evaluated.

**Keywords:** semi-preserved, fish minced, fish pate, competitiveness.

**Введение.** Диетическое питание является одним из важнейших профилактических и лечебных средств, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения. Рыбные продукты традиционно входят в рационы диетического лечебного и профилактического питания, их включают в разнообразные диеты (например, диетические столы №№ 1, 5, 10, 15) при таких заболеваниях как язвенная болезнь желудка, холециститы, цирроз печени, ожирение, сахарный диабет и сердечно-сосудистые заболевания.

В 2017 г. нами был проведён анализ ассортимента диетических консервов, представленных в городской сети. Как видно из таблицы 1, на нашем рынке диетическая рыбная консервированная продукция практически отсутствует, мясные консервы для детского питания представлены более чем скромно.

На наш взгляд, перспективным направлением в развитии диетического питания является технология рыбных полуконсервов, в частности рыбных паштетов. «Полуконсервы – пищевая рыбная продукция в герметично укупоренной упаковке, подвергнутая тепловой обработке, обеспечивающей гибель нетермостойкой, неспорообразующей микрофлоры, уменьшающей

количество спорообразующей микрофлоры и гарантирующей микробиологическую стабильность и безопасность продукта при температуре хранения не выше 6 °С в течение срока годности, установленного изготовителем» [1].

Таблица 1 – Ассортимент детских консервов мясных и рыбных

Название марки	Название продукта	Состав, в г/100 г продукта
«ФрутоНяня», Россия	Пюре из говядины (свинины, курицы, индейки)	Говядина (свинина, курица, индейка), вода, мука рисовая (загуститель) Белок – 13,5, жир – 9,0; энергетическая ценность – 135 ккал.
«HiPP», Германия	Нежные овощи с телятиной	Вода, морковь, телятина, цветная капуста, масло рапсовое, мука рисовая Белок – 2,6, жир – 2,8, углеводы – 6,8; энергетическая ценность – 65 ккал.
«Semper», Швеция	Картофель с камбалой	Картофельное пюре, филе камбалы, морковное пюре, вода, укроп Белок – 2,2, жир – 3,0, углеводы – 9,7; энергетическая ценность – 76 ккал.
«Малышам», Россия	Пюре из мяса индейки	Мясо индейки, мука рисовая, вода, кукурузное масло Белок – 10,4, жир – 3,8, углеводы – 3,9; энергетическая ценность – 91,4
«НАМЕ», Чехия	Мясное пюре из индейки	Мясо индейки, вода, молоко сухое обезжиренное, мука рисовая Белок – 10,1, жир – 5,5, углеводы – 4,3; энергетическая ценность – 109 ккал

**Цель работы** – разработка ассортимента рыборастворительных паштетов для диетического питания.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие основные задачи:

- исследование сырьевой базы, выбор и обоснование ингредиентов и их соотношений в рецептурах полуконсервов;
- изучение технологии производства полуконсервов рыборастворительных паштетов;
- исследование пищевой и энергетической ценности готовых продуктов;

- разработка дегустационных листов и оценка органолептических характеристик полуконсервов;

- изучение в процессе хранения динамики микробиологических показателей готового продукта и установление сроков хранения.

**Материалы и методы исследования.** Сырье и материалы, использованные при изготовлении паштета, соответствовали действующей нормативной документации: хек мороженный, фарш рыбный мороженный, вода питьевая, масло подсолнечное, фасоль белая, чернослив, грецкий орех, соль поваренная пищевая.

В работе применялись общепринятые и стандартные методы исследований, позволяющие определить физико-химические, функционально-технологические, микробиологические и органолептические показатели сырья и готового продукта.

Методы отбора и подготовку проб к анализам осуществляли согласно с ГОСТ 8756.0 [2], ГОСТ 26668[3]. Физико-химический состав паштета определяли согласно ГОСТ 7457 [4]. Энергетическую ценность используемого сырья и готового продукта рассчитывали по методике А.А. Покровского [5]. Аминокислотную сбалансированность продуктов оценивали по комплексу показателей, рекомендуемых Н.Н. Липатовым: аминокислотный скор [6].

Проектирование рецептур осуществляли количественным подбором основных ингредиентов, в совокупности обеспечивающих формирование заданных пищевой, биологической и энергетической ценности продукта.

Органолептические показатели оценивали в соответствии с ГОСТ 7631 [7] и разработанной балльной шкале (Приложение А). Оценку конкурентоспособности проводили согласно Е. И. Лебедеву [8].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В качестве сырья для полуконсервов был выбран фарш хека и бычковых, мясо рыб обладает низкой калорийностью и сбалансированным аминокислотным составом и является более доступными в Южном регионе с экономической и транспортной точки зрения.

При разработке рецептуры рыборастворительного паштета учитывались диетические свойства и растительного сырья. Было решено ввести в рецептуру белую фасоль, грецкий орех и чернослив. Белая фасоль гармонично сочетается с рыбным сырьем, богата макро- и микроэлементами, витаминами, имеет сбалансированный аминокислотный состав. Введение чернослива обогащает паштет углеводами: в сухофрукте преобладает моносахарид глюкоза, присутствуют сахароза и мальтоза, из полисахаридов – пектин, клетчатка и крахмал. В составе грецкого ореха отмечены высокие значения ПНЖК (214 % РСП), витаминов группы В (21 – 27 % РСП) и токоферолов, а также присутствие в минеральном составе фосфора, магния, калия, меди, цинка и селена. Растительные компоненты придают продукту пикантность и приятное послевкусие.

Соотношение ингредиентов рецептур было подобрано экспериментально, при этом доля рыбного фарша составляла не менее 65 %, а растительного компонента не более 28 %.

Проведя анализ существующих способов получения паштетов из гидробионтов, была разработана технологическая схема, представленная на рисунке 3.

Рыбу размораживали в чистой проточной воде при температуре 15 °С. Соотношение массы рыбы и воды выдерживали 1:2. Размороженную рыбу разделяли на филе. Филе промывали в чистой проточной воде от слизи, крови, остатков внутренностей и измельчали до однородной массы.

Рыбный фарш из бычковых размораживали и сразу направляли в гомогенизатор для смешивания с другими ингредиентами.

Белую фасоль предварительно замачивали и варили в течение 60 – 80 мин; грецкий орех подвергали термической обработке; орех и чернослив мелко измельчали.

Затем в рыбный фарш вводили фасоль, соль, воду, растительное масло и перемешивали до однородности, добавляли измельченный чернослив или грецкий орех и повторно гомогенизировали до нежной, мажущейся

консистенции с размером частиц не более 0,3 мм. Допускается до 20 % частиц размером до 0,5 мм.

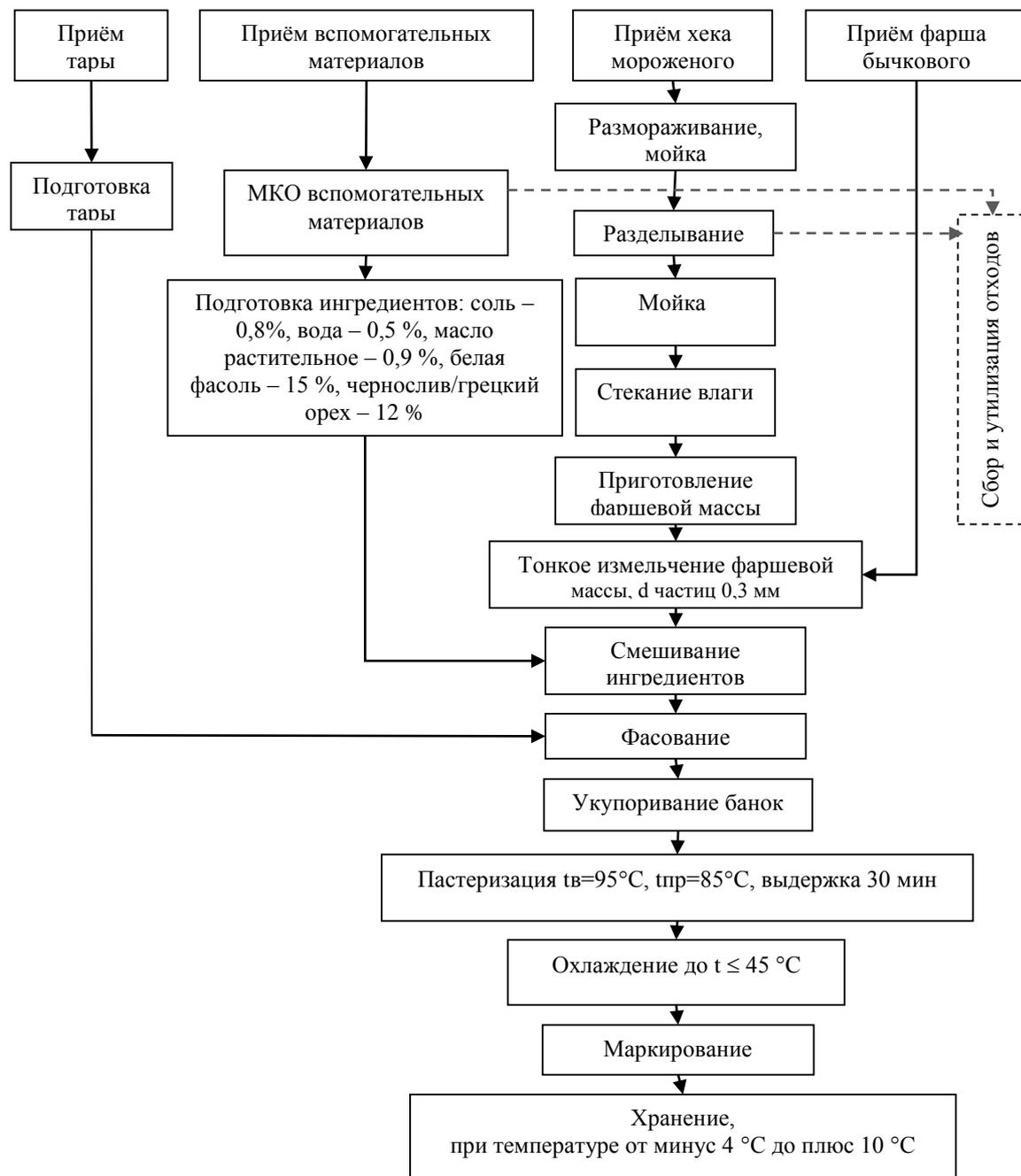


Рисунок 3 – Технологическая схема производства рыборастворительного паштета

Приготовленную паштетную массу фасовали плотно без пустот в стеклянную банку. Наполненные банки укупоривали герметично и погружали в водяную баню. Пастеризация проходила при температуре воды 95 °C до

достижения в продукте температуры 85 – 87 °С и выдержке при этой температуре 30 минут.

Затем полуконсервы охлаждали до температуры не более 45 °С и направляли на хранение (при температуре от минус 4 до 10 °С) и реализацию.

Данные по пищевой и биологической ценности паштетов приведены в сводной таблице 2, из которой видно, что введение в рецептуру рыбного паштета растительного компонента обогащает продукт углеводами, витаминами Е (32 % РСП) и РР (30 % РСП) и минеральными веществами: магнием (15 % РСП), фосфором (28 % РСП), калием (22 % РСП).

Следует отметить, что аминокислотный скор белков паштетов больше или равен 1, значения биологической ценности – 81,3 – 88,0 %.

Таблица 2 – Пищевая и биологическая ценность рыборастворительных паштетов

Содержание нутриентов в рыборастворительном паштете, в 100 г		«Полуконсервы. Паштет рыборастворительный»					
		Паштет из хека с белой фасолью и черносливом		Паштет из хека с белой фасолью и грецким орехом		Паштет из хека с белой фасолью	
Энергетическая ценность, ккал/кДж		175,45/733,381		179,73/751,27		156,44/653,91	
Белок, г		17,11		19,34		16,18	
Жиры, г		6,05		8,45		6,04	
Углеводы, г		18,14		11,58		9,34	
Клетчатка, г		4,00		3,00		2,00	
Витамин А, мкг	% РСП	9,04	1	9,35	1	8,45	1
Витамин В <sub>1</sub> , мг	% РСП	0,17	11	0,28	15	0,17	11
Витамин В <sub>2</sub> , мг	% РСП	0,11	6	0,11	6	0,09	5
Витамин С, мг	% РСП	1,98	2	2,56	2	1,38	1
Витамин Е, мг	% РСП	3,32	33	33,46	34	3,18	30
Витамин РР, мг	% РСП	5,92	29	6,45	32	5,68	28
Калий, мг	% РСП	604,61	24	546,18	22	475,36	19
Кальций, мг	% РСП	60,86	6	62,17	6	48,89	5
Магний, мг	% РСП	58,42	15	61,15	15	43,14	11
Фосфор, мг	% РСП	266,14	27	303,45	30	253,68	25
Натрий, мг	% РСП	50,84	2	50,31	2	49,38	2
Железо, мкг	% РСП	2,36	14	1,92	13	1,68	

Содержание нутриентов в рыборастительном паштете, в 100 г		«Полуконсервы. Паштет рыборастиельный»					
		Паштет из бычка с белой фасолью		Паштет из бычка с белой фасолью и грецким орехом		«Паштет из бычка»	
Энергетическая ценность, ккал/кДж		150,93/630,89		177,93/743,74		114,7/479,4	
Белок, г		18,56		19,26		14,32	
Жиры, г		6,25		8,21		6,38	
Углеводы, г		8,36		11,75		-	
Клетчатка, г		2,00		3,00		-	
Витамин А, мкг	% РСП	9,12		9,31	1	8,45	1
Витамин В <sub>1</sub> , мг	% РСП	0,19	12	0,24	16	0,08	6
Витамин В <sub>2</sub> , мг	% РСП	0,16	9	0,16	9	0,11	6
Витамин С, мг	% РСП	2,69	2	2,48	3	1,32	2
Витамин Е, мг	% РСП	30	3,13	31	3,25	32	0,78
Витамин РР, мг	% РСП	6,51	32	7,24	35	2,63	10
Калий, мг	% РСП	544,67	22	486,17	1	195,38	8
Кальций, мг	% РСП	72,45	7	73,48	7	30,71	3
Магний, мг	% РСП	62,27	16	64,92	16	26,38	7
Фосфор, мг	% РСП	258,14	26	295,91	30	78,14	7
Натрий, мг	% РСП	39,54	2	39,12	2	30,08	1
Железо, мкг	% РСП	2,25	15	2,79	14	0,54	4

В процессе хранения полуконсервов контроль за качеством осуществляли по микробиологическим показателям. Уровень общего бактериального обсеменения к концу хранения не превышал 100 КОЕ/г, количество дрожжей и плесеней – 60 КОЕ /г. БГКП, патогенная микрофлора в полуконсервах отсутствовали. Рекомендуемый срок хранения – 6 месяцев.

На основании проведенных исследований разработаны проекты Технических условий «Полуконсервы. Паштет рыборастиельный» и Технологическая инструкция.

В результате сенсорного анализа готовой продукции с учетом коэффициентов весомости максимальное количество баллов получил образец

паштет из хека с белой фасолью и черносливом – 25,8, 24,9 – у паштета из хека с белой фасолью и грецким орехом против 23 баллов у паштета из хека с белой фасолью; паштеты из бычковых с белой фасолью и фасолью с грецким орехом получили 25,6 и 23,5 балла, соответственно, против 21 балла у паштета из бычковых без растительных компонентов.

Оценка конкурентоспособности исследуемых образцов паштетов проводилась с учетом разработанной шкалы, учитывались сенсорные характеристики продуктов, их энергетическая, биологическая ценность и себестоимость. Наибольшее количество баллов получено паштетом из фарша хека, фасоли и чернослива ( $K_n = 92,4 \%$ ,  $K_{np} = 15,6 \%$ ) и паштетом из бычкового фарша, фасоли и грецкого ореха ( $K_n = 89,9 \%$ ,  $K_{np} = 15,2 \%$ ) (рисунок 2).

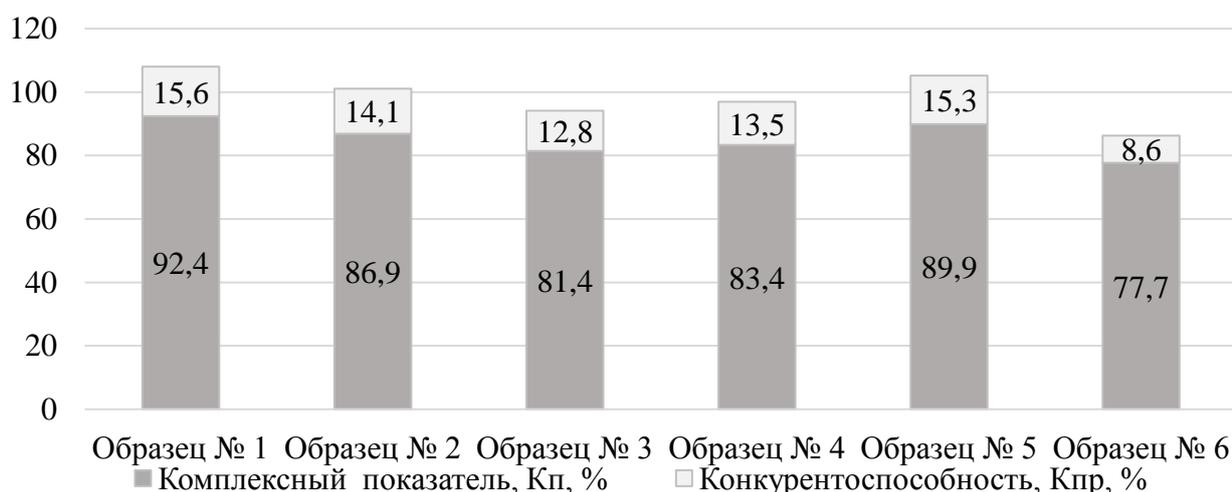


Рисунок 2 – Конкурентоспособность рыборастворительных паштетов: образец №1 – «Паштет из хека с белой фасолью и черносливом», образец № 2 – «Паштет из хека с белой фасолью и грецким орехом», образец № 3 – «Паштет из хека с белой фасолью», образец № 4 – «Паштет из бычка с белой фасолью», образец № 5 – «Паштет из бычка с белой фасолью и грецким орехом», образец № 6 – «Паштет из бычка»

**Выводы.** В результате анализа рынка установлено, что ассортимент диетической пищевой продукции из морепродуктов невелик. Учитывая современный спрос на продукцию низкокалорийную и диетическую, а также снижение пищевой ценности продукта при стерилизации, обоснована

актуальность разработки ассортимента полуконсервов из рыборастворительных паштетов.

На основе анализа теххимических характеристик, пищевой ценности разных видов рыб и растительных компонентов выбраны ингредиенты рыборастворительных паштетов: фарш из хека и рыб сем. бычковых, белая фасоль, чернослив и грецкий орех.

Обоснован выбор ингредиентов и разработана рецептура для пяти видов рыборастворительных паштетов.

Отработан режим пастеризации полуконсервов. Разработана технологическая схема производства рыборастворительных паштетов. Исследованы пищевая ценность и микробиологическая безопасность полуконсервов. Установлено соответствие продукта статусу «диетический», присутствие в продуктах сбалансированного белка (БЦ 81,3 – 88,0 %), витаминов и минеральных веществ (15 – 30 % РСН).

Расчет комплексного качественного показателя и перспективной конкурентоспособности паштетов позволяет сделать предположение о коммерческом успехе инновационных продуктов в условиях конкуренции.

### **Список использованной литературы**

1. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» от 18.10.2016 г. № 162. – С. 6.
2. ГОСТ 26668-1985 Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов [Текст]. – Введ. 1986-07-01. – М.: Стандартинформ, 1986. – 8 с.
3. ГОСТ 8756.0-1970 Продукты пищевые консервированные. Отбор проб и подготовка их к испытанию [Текст]. – Введ. 1971-07-01. – М.: Стандартинформ, 1971. – 7 с.
4. ГОСТ 7457-2007 Консервы-паштеты из рыбы. Технические условия [Текст]. – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартинформ, 2009. – 7с.
5. Покровский, А. А. О биологической и пищевой ценности пищевых продуктов [Текст] / А. А. Покровский // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25 – 40.
6. Липатов, Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов [Текст] / Н. Н. Липатов, А. Б. Лисицын, С. Б. Юдина //

Хранение и переработка сельскохозсырья. Россельхозакадемия. -Ставрополь. – 2012. – № 2. – С. 24 – 25.

7. ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей [Текст]. – Введ. 2009-01-01. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.

8. Лебедев, Е. И. Конкурентоспособность инновационных товаров [Текст] / Е. И. Лебедев, Е. В. Саватеев // Пищевая промышленность. –Москва, 2002. –№ 2. – С. 36 – 38.

УДК 664.959:[582.26/.27:547.458.88]

Белякова И. А.<sup>1</sup>, Битютская О. Е.<sup>2</sup>, Глубоковских Ю.Р.<sup>3</sup>

1 – студентка 1-го курса магистратуры направления подготовки «Продукты питания животного происхождения» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – канд. тех. наук, доцент кафедры ТПП ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 – ассистент кафедры ТПП ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ МОРСКОГО ПЕКТИНА

**Аннотация.** В статье рассматриваются способы получения полисахарида из морской травы – зостерина. Приведена краткая характеристика функционально-технологических свойств зостерина, рассмотрены возможности использования в пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** морская трава, пектин, зостерин, зостерат натрия.

**Abstract.** The article considers methods of obtaining polysaccharide from sea grass – zosterin. A brief description of the functional-technological properties of zosterin was given, and the possibilities of use in the food industry were considered.

**Keywords:** sea grass, pectin, zosterin, zosterat.

**Введение.** Морские травы, растущие в прибрежных акваториях, представляют промышленный интерес и могут быть использованы в различных отраслях производства, в т. ч. и пищевой промышленности. Существует возможность добычи морской травы семейства *Zosteraceae* в Азовском море, в Керченском предпроливье и Таманском заливе; запасы морской травы по данным 2015 г. составляют около 110 тыс. т, рекомендуемые объемы промысла в 2017 г. в Азовском и Черном морях – суммарно около 400 т. В настоящее время промысел этих объектов не ведется, вследствие отсутствия интереса добывающих компаний (рисунок 1) [1].

Морская трава является источником биологически активных веществ, к некоторым из них относятся морской пектин (зостерин), клетчатка и комплексы полифенольных соединений: флавоноидов (лютеолин, сульфаты лютеилина, апигенин, диосметин, хризозеиол, гиспидулин и некоторыми другими) и фенолкарбоновых кислот (п-гидроксibenзойная, протокатехиновая, ванилиновая, галловая, кофейная, розмариновая и феруловая). Морские травы синтезируют и накапливают полисахариды, которые не встречаются в высших растениях и обладают уникальными свойствами, которые изучены не полностью [2 – 6].

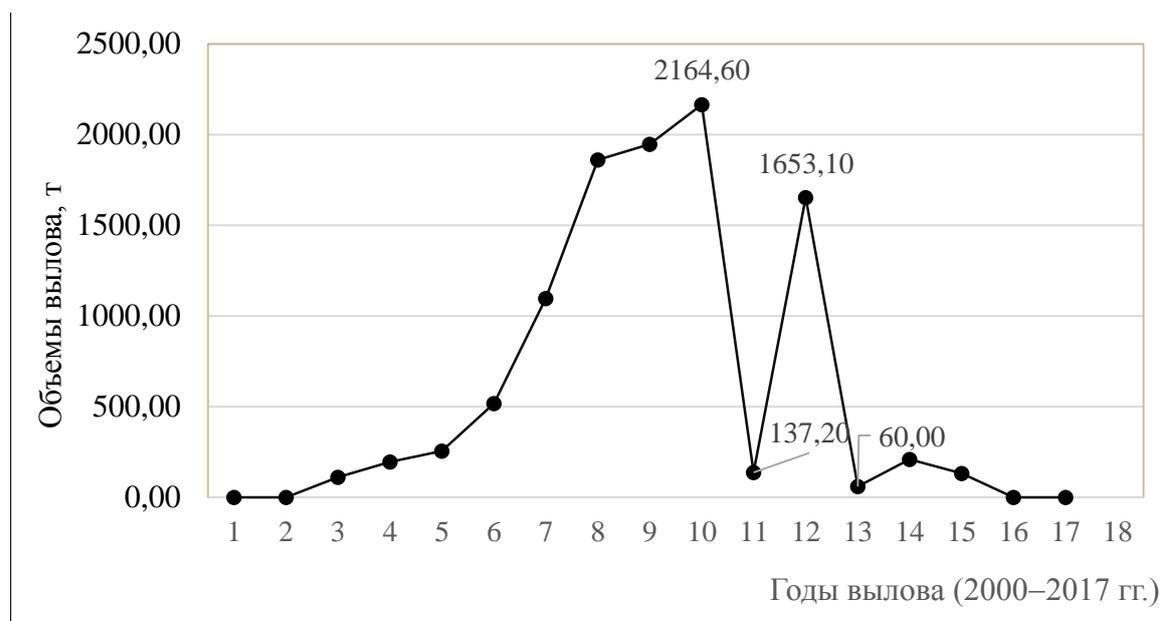


Рисунок 1 – Вылов ВБР в Черном море (Российская Федерация, Крым)

В результате многолетних исследований сотрудниками ТИБОХ (РФ) была полностью расшифрована структура молекулы зостерина, который представляет собой сложный полимер пектиновой природы, состоящий в основной цепи из блоков  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  полигалактуроновой кислоты, соединенных между собой  $(1 \rightarrow 2)$  связями рамнозы. Примерно на четверть молекула зостерина представляет собой апиогалактуронан, содержащий уникальный моносахарид D-апиозу, присоединенную  $(1 \rightarrow 2)$  и  $(1 \rightarrow 3)$  связями к галактуронану. Другие боковые цепи зостерина содержат D-ксилозу, D-галактозу, L-арабинозу и 2-O-метил-D-ксилозу [6].

Однако отсутствие до настоящего времени классификации пектинсодержащего сырья не позволяет создать универсальную технологию пектина, предусматривающую переработку различного сырья по одной процессно-аппаратурной схеме, и выявить другие сырьевые источники для получения пектиновых веществ [7].

**Цель работы** – исследование известных способов получения зостерина и зостерата натрия из морской травы.

В настоящее время известно несколько основных способов извлечения зостерина и его солей из морской травы. В середине прошлого столетия

В. И. Мирошников разработал схему комплексного использования zostеры с целью получения студнеобразующих продуктов (зостерина и зостератов). Способ заключается в следующем: zostеру заливают 0,5 – 1%-ным раствором серной или соляной кислоты, нагревают до температуры 80 – 100 °С и выдерживают в течение нескольких часов. Затем zostеру промывают водой, заливают 0,5 – 1%-ным раствором гидроксида натрия или калия и при нагревании до 70 – 100 °С экстрагируют в течение нескольких часов. Щелочной экстракт отделяют от травы, фильтруют и осаждают полисахарид из экстракта добавлением спирта, кислоты или раствора соли металла (в последнем случае осаждается соль зостерина, названная автором «зостерат»). Зостерин и зостераты выпадают в осадок в виде сильно гидратированного геля, содержащего большое количество воды, легко удаляемой прессованием. После высушивания зостерин и зостераты имеют, как правило, темно-коричневую окраску. Кроме окрашивающих веществ, зостерин содержит еще минеральные и посторонние органические вещества, от которых освобождаются различными способами очистки и обесцвечивания. Достаточно легко гель зостерина подвергается обесцвечиванию при обработке 1 – 2%-ным раствором хлорной извести.

При изучении зостерина В. И. Мирошниковым было установлено, что его основной структурный компонент – полигалактуроновая кислота (75 %), а также метилпентозы и небольшое количество метоксильных групп (0,178). Исследование элементного состава показало, что зостерин-пектин из морской травы zostеры содержит (%): С – 40,91; Н – 4,54; О – 54,55 [8]. Использование солей органических кислот (цитратов, оксалатов) вместо углекислого натрия дало возможность экстрагировать зостерин в более мягких условиях, в нейтральной и слабокислой среде.

В ТИНРО были проведены работы по экстракции зостерина и зостератов из двух видов zostеры: *Zostera marina* и *Zostera asiatica*, произрастающих вдоль побережья Приморья и Сахалина. В основу работ положена технология получения зостерата натрия [9]. Технологический процесс включает в себя

замачивание сушеной зостеры в воде, измельчение, обработку 1%-ным раствором формалина (ЖК 1:5) при 18 – 20 °С в течение 24 ч, затем 1%-ным раствором соляной кислоты (ЖК 1:20) при 80 – 85 °С в течение 2 ч. Траву промывают в воде, а затем экстрагируют зостерин в 1%-ном растворе щавелевокислого аммония (ЖК 1:20) при 50 °С в течение 3 ч. Экстракт отделяют от остатка травы фильтрацией, очищают центрифугированием. В очищенный экстракт вводят 10%-ный раствор хлорида кальция до полного осаждения полисахарида. Осажденный зостерат кальция отделяют от избытка жидкости, промывают водой, обрабатывают 2%-ным раствором соляной кислоты, промывают водой до pH 3, удаляют избыток воды, прессованием, затем сушат в конвективных сушилках, измельчают до порошкообразного состояния, расфасовывают и упаковывают. Таким образом, получают нерастворимую в воде соль зостериновой кислоты – зостерат кальция, используемую в качестве полуфабриката при изготовлении зостерина и различных солей зостериновой кислоты.

Однако в указанном способе получения зостерата натрия применяется формалин (формальдегид – пищевая добавка E240, запрещена к использованию в пищевом производстве на территории РФ), также следует отметить длительность процесса получения зостерата.

Согласно способу получения зостерина, предложенному А. В. Лускарёвым и соавт. [10], свежедобытую или размороженную морскую траву измельчают до размера 1 – 2 см, гидролизуют раствором минеральной или органической кислоты, в частности соляной или уксусной, с pH 3,0 – 5,0 при температуре 50 – 60 °С в течение не более 4 часов. Опытным путем было установлено, что предложенный интервал значений pH 3,0 – 5,0 кислотности среды обеспечивает оптимальные условия для получения качественного целевого продукта с хорошим выходом и одновременно позволяет избежать возможных явлений деструкции пектина в области значений pH, близких к 2. По окончании процесса гидролиза отделяют гидролизат от исходного сырья и промывают прогидролизованную морскую траву проточной водой до

нейтральной реакции промывных вод. Далее проводят экстрагирование пектина из прогидролизованного растительного сырья в экстракторе с «ложным» дном в условиях циркуляции экстрагента в две стадии: сначала предпочтительно 0,5%-ным раствором оксалата аммония в интервалах температур 45 – 50 °С и давления 1,5 – 2,5 атм в течение не более 40 мин, а затем предпочтительно 1,5%-ным раствором оксалата аммония в интервалах температур 75 – 80 °С и давления 3 – 4 атм в течение не более 50 мин. Экстрагирование пектина на первой стадии в условиях пониженной концентрации раствора оксалата аммония (0,5 %) оказывает мягкое воздействие на прогидролизованное сырье, в результате чего структура сырья становится менее плотной. Затем давление сбрасывают, доводят концентрацию раствора оксалата аммония до 1,5 %, повышают температуру до 75 – 80 °С, давление до 3 – 4 атм и продолжают экстракцию. В этих условиях экстракция пектина проходит более полно и интенсивно, что резко сокращает время экстракции и одновременно повышает выход целевого продукта. Наличие в экстракторе «ложного дна» с отверстиями позволяет организовать на обеих стадиях экстракции эффективную циркуляцию раствора оксалата аммония с помощью насоса, дополнительно сокращая общее время процесса экстракции. В частном случае осуществления изобретения используют экстрактор с «ложным» дном, в котором выполнены отверстия диаметром 3 – 5 мм и шагом 6 мм.

Явным преимуществом указанного способа является сокращение времени экстракции – не более 90 мин, в отличие от способов, приведенных выше, где время экстракции составляет 2,5 – 4 ч.

Очистка экстракта пектина с помощью ультрафильтрации была предложена Н. М. Аминой и соавт. [11]. Ультрафильтрационную очистку экстракта пектина от низкомолекулярных органических и неорганических примесей и концентрирование экстракта на установке УПВ-6 через полволоконный фильтр с пропускающей способностью 15000 Дальтон при давлении на уровне не более 2 атм, температуру экстракта для исключения студнеобразования поддерживают на уровне не ниже 40 °С, а примеси

отмывают дистиллированной водой. В результате ультрафильтрационной обработки экстракт очищается от примесей, а концентрация пектина в экстракте доводится до 3 %. Осаждение пектина из сконцентрированного экстракта проводят 96%-ным этиловым спиртом с добавлением в него соли хлорида натрия в количестве не более 10 г на литр спирта.

Способ получения зостерина, предложенный М. Д. Мукатовой и соавт. [12], осуществляется следующим образом: сырье обрабатывают 1%-ным раствором соляной кислоты при температуре 50 °С, гидромодуле 1:10 в течение 30 мин, промывают водой до pH 7, фильтруют для отделения кислой воды от травяной массы. Травяную массу подвергают ее 4-х стадийной обработке 1%-ным раствором гидроксида натрия при температуре 95 – 100 °С, гидромодуле 1:4,2 в течение 30 мин. Полученные экстракты отделяют от травяного остатка фильтрованием. Экстракты для получения зостерата натрия в первом варианте осаждают спиртом, отделяют спиртоводную смесь фильтрованием. Спиртоводную смесь направляют на регенерацию. Во втором для получения зостерина экстракт осаждают 3%-ным раствором серной кислоты до pH 2,5, фильтруют, промывают горячей водой от водорастворимых минеральных примесей. Полученные после фильтрования в первом варианте зостерат натрия и во втором зостерин отбеливают 40%-ным раствором перекиси водорода при гидромодуле 1:4, температуре 60 °С в течение 6 часов, подвергают сушке при температуре 60 °С, измельчают, фасуют и упаковывают. Травяной остаток, оставшийся после выделения пектиновых веществ, направляют на получение кормовой продукции [13]. На рисунке 2 приведена технологическая схема получения зостерина.

При получении опытных образцов зостерина и зостерата натрия описанный выше способ является наиболее простым в воспроизведении и доступным с экономической точки зрения.

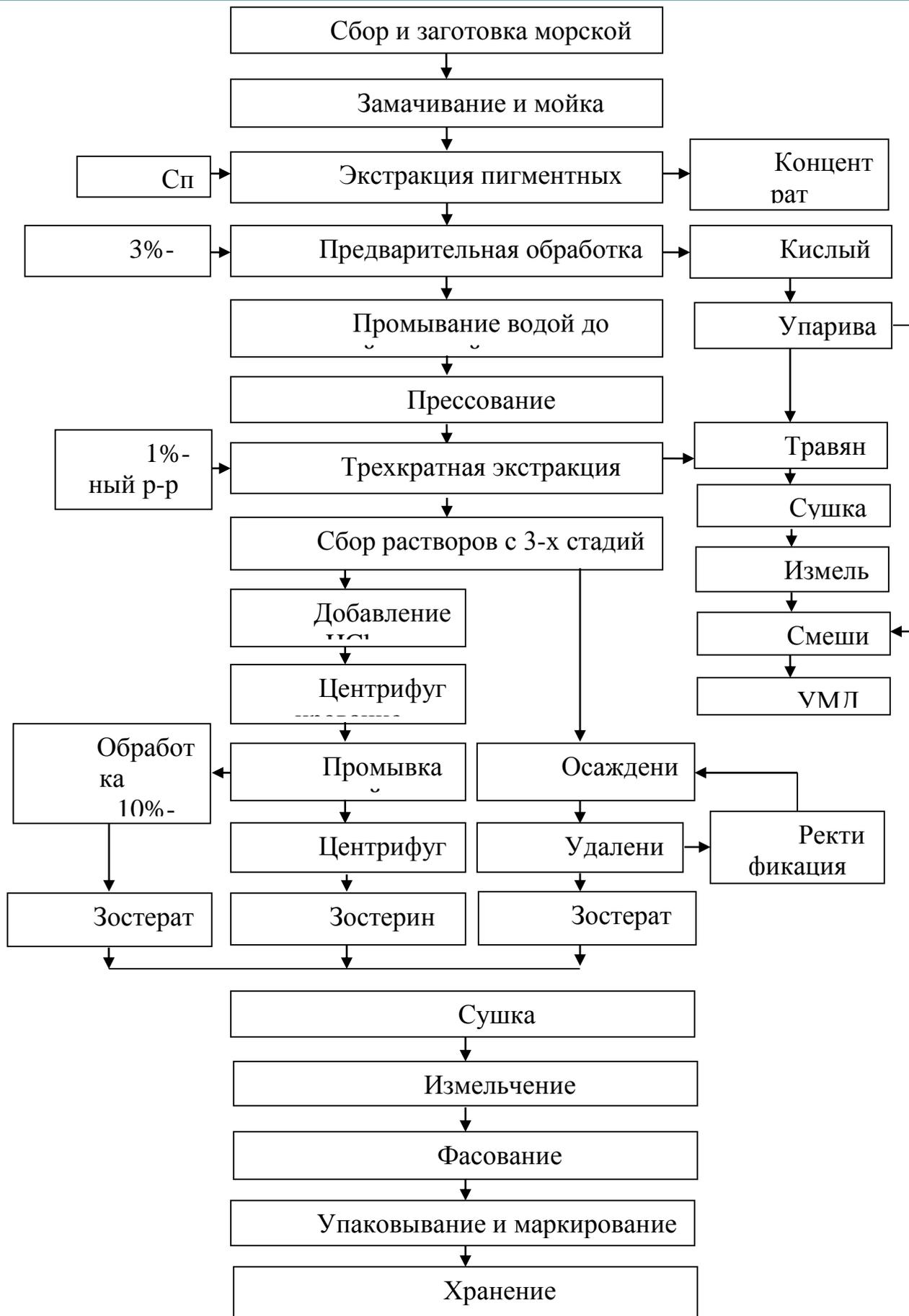


Рисунок 2 – Технологическая схема получения зостерина и его солей

**Вывод.** Анализ научно-технической информации, включающий патентный поиск, позволил выбрать способ получения полисахарида из морской травы *Z. marina* и сделать вывод о перспективности разработок, направленных на расширение ассортимента специальных и функциональных пищевых продуктов с его применением. Исследованы режимы и параметры технологии зостерина и зостерата натрия, следует отметить чистоту и высокий выход и готового продукта (до 16 %), возможность применения зостератов как в пищевых, так и в лечебно-профилактических целях.

### Список использованной литературы

1. FAO Fisheries Department, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series [Электронный ресурс]. – 2014. Режим доступа: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/ru> (дата обращения: 20.05.2018).
2. Зостерин: монография [Текст] / Ю. Н. Лоенко, А. А. Артюков, Э. П. Козловская, [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 212 с.
3. Корзун, В. Н. Ионизирующая радиация и питание детей [Текст] / В. Н. Корзун, Л. В. Курило, Е. И. Степанова, В. Ф. Торбин. – К.: Чернобыльинформ, 1997. – 124 с.
4. Корзун, В. Н. Використання чорноморської зостери як харчової добавки лікувально-профілактичного призначення [Текст] / В. Н. Корзун, М. А. Реус // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах: Зб. наук. праць. – 2001. – С. 126–130.
5. Артюков А. А. Разработка биотехнологических основ получения некоторых биологически активных веществ из океанического сырья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.14 / Артюков Александр Алексеевич. – Владивосток, 2012. – 50 с.
6. Донченко, Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов [Текст] / Людмила Владимировна Донченко. – М. : ДеЛи., 2000. – 186 с.
7. Подкорытова, А. В. 2005. Морские водоросли-макрофиты и травы [Текст] / Антонина Владимировна Подкорытова. – М.: Изд-во ВНИРО., 2005.– 175 с.
8. Технология обработки водного сырья [Текст] / В. П. Зайцев, И. В. Кизеветтр, Л. Л. Лагунов [и др.]. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 695 с.
9. Способ получения пектина из морских трав: пат. 2440009 РФ A23L1/0524 / Лускарёв Александр Викторович, Гнеденков Сергей Васильевич, Сергиенко Валентин Иванович; заявитель и патентообладатель «Учреждение Российской академии наук Институт химии Дальневосточного отделения РАН» (RU). – заявл. 16.08.2018, опубл. 20.01.2012. –

Бюл. № 2. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2440009.html> (дата обращения 25.07.2018).

10. Способ переработки морской травы с получением полисахаридов пектиновой природы: пат. 2223663 РФ (51) 7 A3L1/0532, A23L1/337 / Н. М. Аминина, И. А. Кадникова, О. А. Кушева; заявитель и патентообладатель ФГУП «Тихоокеанский науч.-исслед. рыбохоз. центр (ТИНРО-Центр). – № 2002120171; заявл. 24.07.02; опубл. 20.02.04. Режим доступа: <http://bd.patent.su/2223000-2223999/pat/servlet/servlet3fd2.html> (дата обращения 25.07.2018).

11. Способ комплексной переработки морской травы каспийской семейства Zosteraceae: пат. 2302746 РФ A23L1/0532 / А. В. Привезенцев, Р. Р. Утеушев, Н. А. Киричко, М. Д. Мукатова, [и др.]; заявитель и патентообладатель: Мукатова М. Д. Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Астраханский государственный технический университет (ФГОУ ВПО АГТУ) (RU) Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/230/2302746.html> (дата обращения 25.07.2018).

12. Мукатова М. Д. Полисахариды водных растений Волго-Каспия, способы извлечения и перспективы применения [Текст] / М. Д. Мукатова, А. Р. Салиева // Вестник АГТУ. – 2010. – № 1(49). – С. 51 – 54.

**УДК 594.1.134(262.54)**Вислоушкина А. С.<sup>1</sup>, Жаворонкова А.М.<sup>2</sup>, Булли Л.И.<sup>3</sup>

1 - магистрант 1-го курса направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – ассистент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 3 – канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»

**РАЗМЕРНЫЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ *ANADARA KAGOSHIMENSIS* КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА**

**Аннотация.** Исследован размерно-возрастной состав моллюска-аутоакклиматизата *Anadara kagoshimensis*, обитающего в Керченском проливе. Выявлено, что наиболее интенсивный рост длины и высоты раковины наблюдается в первые годы жизни моллюска. С возрастом скорость роста снижается. Семилетки являются самой старшей возрастной группой в водоеме, их количество в выборке составило 21,67 %, максимальная длина раковины равнялась 62 мм, высота – 54 мм. Доминирующая возрастная группа представлена четырехгодовиками (53,88 %). Молодь: годовики и двухгодовики, – малочисленны (5,28 и 8,89 %). Установлена периодичность в формировании шевронных борозд у анадары Керченского пролива: первая, самая близкая к краю макушки, присутствует у особей всех возрастных групп, вторая шевронная борозда формируется у особей старше 2-х лет, третья – у особей старше 4-х лет.

**Ключевые слова:** анадара, Керченский пролив, рост, возрастная группа, шевронные борозды

**Abstract:** The age related composition of the mollusk-autoacclimatizator *Anadara kagoshimensis*, which inhabits the Kerch Strait, was studied. It has been revealed that the most intensive growth of shell length and height is observed in the first years of the molluscan life, the growth rate decreases with age. Seven-year-olds are the oldest age group in the pond, their number in the sample was 21.67%, the maximum length of the shell was 62 mm, height 54 mm. The dominant age group is represented by four-year-olds (53.88%). Young growth: yearlings and two-year-olds are small in numbers (5.28 and 8.89%). The periodicity in the formation of chevron furrows in the *Anadara* of the Kerch Strait is established: the first, closest to the vertex of the crown, is present in individuals of all age groups, the second chevron furrow is formed by individuals older than 2 years, the third by individuals older than 4 years.

**Keywords:** anadara, Kerch Strait, age group, chevron furrows.

**Введение.** Анадара *Anadara kagoshimensis* Tokunaga, 1906 (ранее *A. cornea*, *A. inaequalvis*) широко распространена в Индийском и Тихом океанах [1-3]. Моллюска называют также кунсаркой, скафаркой и кровяной ракушкой, последнее вероятно связано с окрашенной в красный цвет гемолимфой [1-5].

Это эвритермный и эвригалинный вид, может выживать в условиях дефицита кислорода и даже в бескислородной среде (до 8 дней), имеет гемоглобинсодержащие эритроциты [6, 7]. Характерным местом обитания *Anadara* является морское побережье до глубины 30 м, где она встречается на песчаном и каменистом грунте, иле и песке с зарослями морских трав [1].

Проникновение анадары в Чёрное море, вероятно, произошло путем завоза личинок с балластными водами морских судов [4, 8]. За сравнительно короткое время моллюск распространился по всему шельфу Чёрного моря, а затем проник через Керченский пролив и в Азовское море [4, 8]. В Керченском проливе впервые отмечен в 1986 г. [1]. В Черном море этот вид достигает 80 мм, в Азовском – 52-54 мм при массе до 46 г. [9]. Настоящая работа посвящена анализу размерно-возрастной структуры популяции анадары Керченского пролива.

**Цель исследования:** изучить размерно-возрастную структуру популяции *Anadara kagoshimensis* в Керченском проливе по годовым дугам прироста, а также выявить периодичность закладки шевронных борозд на лигаментной площадке.

**Материал и методы исследования.** Материалом для исследования возраста двустворчатого аркового моллюска послужили раковины разновозрастных особей, собранных в прибрежной части Керченского пролива в летний период 2015 и 2016 гг. Моллюски отбирались в канале Керченского пролива в районе Городского пляжа, в районе поселка Юркино и в районе поселка Заветное (рис. 1). Глубина в местах сбора материала варьировала от 50 см до 3 м, соленость воды - 11-14 ‰. Сбор моллюсков проводился вручную или с помощью драг. Всего было собрано и проанализировано 360 экземпляров.

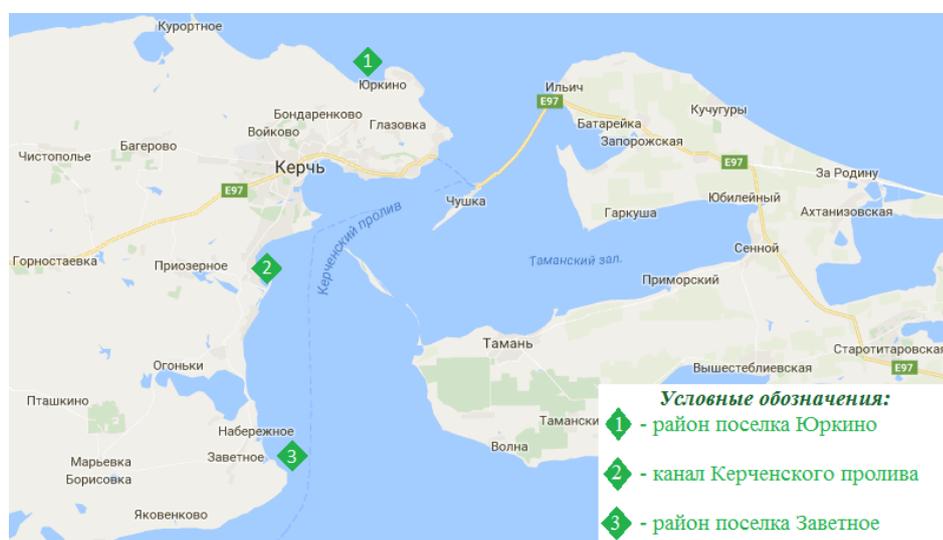


Рисунок 1 - Схема станций в Керченском проливе

Обработку проб проводили в лабораторных условиях. Размерные характеристики створок, такие как длина, высота и выпуклость определяли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Возраст моллюсков определяли по наружным скульптурным элементам раковины. Для этого раковину очищали от различных обрастателей, водорослей и песка. Также удаляли слой периостракума, после чего можно было хорошо рассмотреть все неровности раковины. Определение возраста *A. kagoshimensis* проводили по количеству годовых дуг прироста и шевронных борозд, которые находятся на лигаментной площадке моллюска. При подсчете дуг учитывали лишь те, которые полностью опоясывают створку и имеют выступающий, морщинистый край. Дуги, которые были лишены этих признаков, не учитывались.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Размерные и возрастные показатели анадары Керченского пролива представлены на рис. 2 и в табл. 1.

Возрастной состав анадары Керченского пролива представлен особями от 1 до 7 лет, что согласуется с данными других авторов по возрастной структуре популяций анадары в Азовском и Черном морях [1-3, 6].

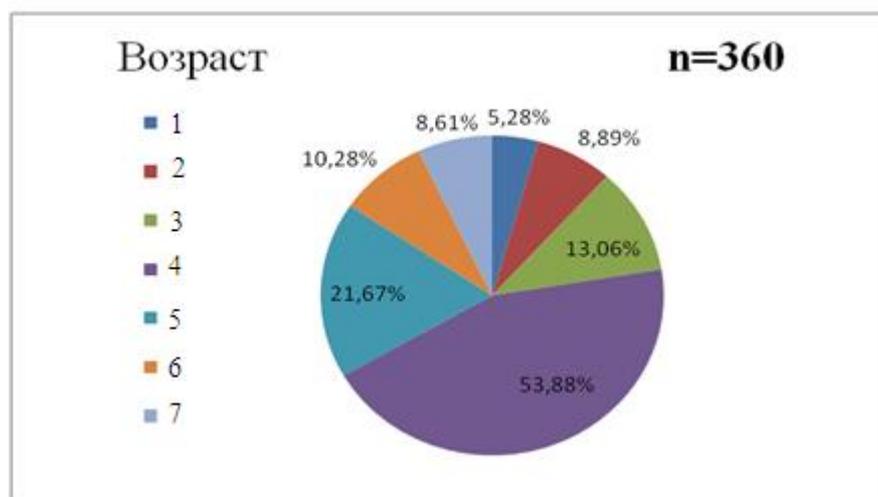


Рисунок 2 -Возрастной состав анадары в Керченском проливе

Как видно из данных таблицы, особи первого года роста имели длину 13-25 мм, что соответствует данным других авторов по различным районам Черного моря.

Таблица 1 - Размерно-возрастные показатели анадары Керченского пролива

Год роста	Кол-во экз. в выборке	Средняя длина (L), мм	Пределы варьирования длины, мм	Средняя высота (H), мм	Пределы варьирования высоты, мм	Кол-во шевронных борозд
1	19	17	13-25	13	12-19	1
2	32	29	17-33	24	16-26	1
3	47	36	22-38	30	18-32	2
4	116	41	25-44	34	21-38	2
5	78	43	29-49	37	25-39	3
6	37	46	32-53	39	26-42	3
7	31	48	45-62	42	34-54	3

В собранных нами пробах сеголетки и годовики встречались единично, их количество в выборке составило 5,28 % (рис. 2).

Двухгодовики также были немногочисленны и представлены в количестве 32 экземпляров, что соответствовало 8,89 %. Вероятно это может свидетельствовать о низкой выживаемости молоди анадары в условиях Керченского пролива. Как известно, наиболее уязвимыми в жизненном цикле анадары, наряду с личиночным развитием, являются первые два года жизни. В этот период моллюски, в силу еще недостаточной прочности створок раковины, являются доступным кормовым объектом рыб – бентофагов [6]. Кроме того, рост и выживаемость двустворчатых моллюсков зависят от различных экологических факторов, особенно от температуры воды и качества пищи. При увеличении загрязнения окружающей среды или воздействии других неблагоприятных факторов страдает, главным образом, молодь моллюсков. Уменьшение в общей массе доли молодых особей может свидетельствовать об их частичной гибели.

Количество трехгодовиков в исследуемой выборке моллюсков составило 13,06 %, а наиболее многочисленной группой оказались более старшие особи - четырехгодовики, составив 53,88 %. Шестигодовики составили 10,28 %, а

семигодовики - 8,61 %. Моллюски старше 7 лет обнаружены не были (см. табл. 1).

Толщина слоя ежегодного прироста высоты моллюска зависела от возраста и изменялась следующим образом: за первый год жизни она увеличилась на 13 мм, за второй год – 11 мм, третий – 6 мм, четвертый – 4 мм, пятый – 3 мм, шестой - 2 мм. Толщина слоя прироста высоты за 7-й год не установлена, так как самые старшие особи в выборке находись на седьмом году жизни и слой роста не был ограничен последующей дугой.

Определение размеров возрастных групп позволило установить годовой прирост длины анадары в Керченском проливе. Так, за 1-й год жизни средний прирост длины составил 17 мм, за 2-ой год – 12 мм, третий – 7 мм, четвертый – 5 мм, пятый – 3 мм, шестой - 2 мм. Полученные данные показывают, что самый интенсивный рост особей наблюдался в первые годы жизни моллюска. С возрастом и увеличением массы тела скорость роста устойчиво снижалась.

Следует отметить, что в первые 2 года жизни у анадары дуги прироста хорошо заметны, так как расстояние между ними составляет до 10 мм (за счет зимней задержки роста), однако с возрастом оно уменьшается, и как показано ранее [10], после 8 лет определить возраст по данному методу становится невозможно.

Наряду с элементами регистрирующей структуры, формирующимся под воздействием факторов внешней среды (периодических сезонных изменений ее параметров), раковина анадары содержит периодические элементы, периодичность которых не совпадает с периодичностью каких-либо внешних ритмов. Это шевронные борозды, которые формируются под воздействием эндогенных, то есть внутренних ритмов самого моллюска. По количеству шевронных борозд можно определить принадлежность особи к определенной возрастной группе, состоящей из нескольких генераций [10]. Интересно, что борозды формируются с многолетней периодичностью. Так у *Anadara broughtoni* в заливе Петра Великого (Японское море) первая борозда

присутствует у особей всех возрастов, вторая начинает формироваться в 7 лет, третья в 13 и т.д. каждые 5-6 лет закладывается новая борозда (рис. 3).

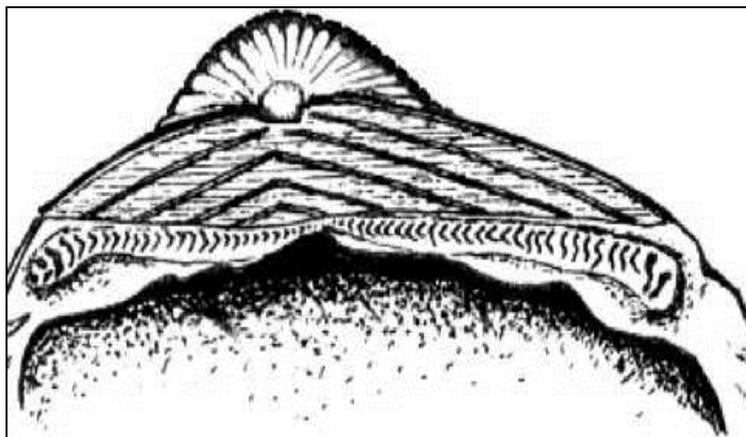


Рисунок 3 - Общий вид лигаментной площадки анадары с 5 шевронными бороздами [10]

Сопоставление числа шевронных борозд с индивидуальным возрастом анадары Керченского пролива (из различных возрастных групп) позволило выявить определенную периодичность в их формировании. Первая, самая близкая к краю макушки, шевронная борозда есть у моллюсков каждого возраста и, скорее всего, закладывается на стадии диссоконха. Вторая же шевронная борозда отмечается у особей старше 2 лет, третья - у моллюсков старше 4 лет (рис. 4). Более трех шевронных борозд у моллюсков из Керченского пролива, проанализированных нами, не отмечено.

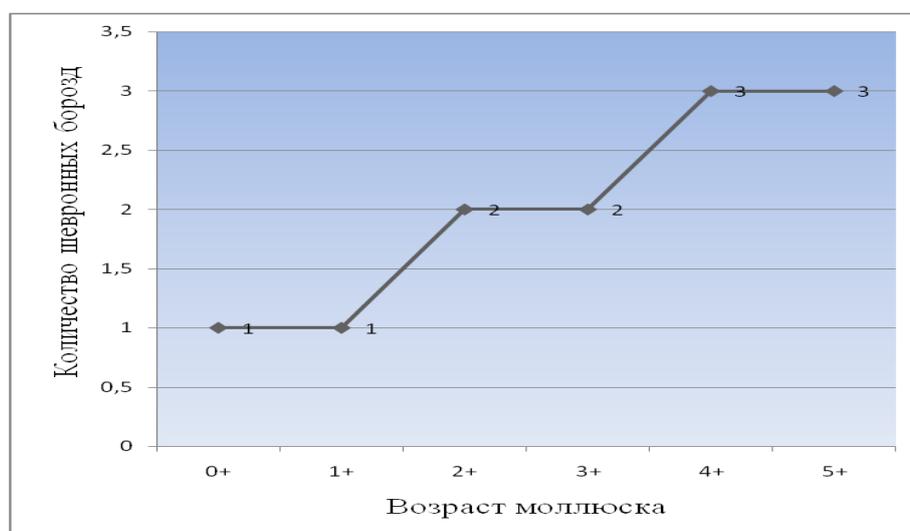


Рисунок 4 - Соотношение возраста анадары и числа шевронных борозд

**Выводы.** 1. Доминирующей возрастной группой анадары, обитающей в Керченском проливе, являются особи от 3 до 4 лет, составляя 53,88 %.

2. Молодь и самая старшая возрастная группы (семигодовики) – малочисленны, что, возможно, свидетельствует о прессе на популяцию естественных врагов (например, *Rapana venosa* и рыбы-бенитофаги).

3. Выявлено, что наиболее интенсивный рост длины и высоты раковины наблюдается в первые годы жизни моллюска. С возрастом скорость роста устойчиво снижается.

4. Установлено, что первая шевронная борозда присутствует у особей анадары всех возрастных групп, вторая наблюдается у особей возрастом старше 2-х лет, третья шевронная борозда закладывается у особей старше 4-х лет.

#### Список литературы

1. Золотарев, В. Н. Двустворчатый моллюск *Cunearcacornea* – новый элемент фауны Черного моря / В. Н. Золотарев, П. Н. Золотарев // Докл. АН СССР. - 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501 – 503.

2. Анистратенко В. В. Двустворчатый моллюск *Anadarainaequivalvis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна / В. В. Анистратенко, И. А. Халиман // Вест. зоологии. – 2006. – Т. 40, № 6. – С. 505–511.

3. Чикина, М. В. Аспекты биологии размножения *Scapharcainaequivalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море / М. В. Чикина, Г. А. Колючкина, Н. В. Кучерук // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 72-77.

4. Фроленко, Л. Н. Формирование биоценоза вселенца кунearки *Cunearcacornea* в Азовском море / Л. Н. Фроленко, О. В. Двинянинова // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. – Ростов-на-Дону, 1998 – С. 115-118.

5. Щербань, С. А. Современное состояние эколого-биологических исследований двустворчатого моллюска *Anadarakagosnimensis* (Tokunaga, 1906), как перспективного объекта культивирования в Чёрном море / С. А. Щербань, Н. К. Ревков // VIII Всеросс. науч. конф. по промысловым беспозвоночным (Калининград, 2-5 сент. 2015 г.): материалы докладов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. – С. 259-262.

6. Чихаев А. С. Новый вселенец в Азовское море / А. С. Чихаев, Л. Н. Фроленко, Ю. И. Ревков // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.

7. Новицкая В.Н. Эритроидные элементы гемолимфы *Anadarainaequivallis* (Brugiere, 1789) в условиях экспериментальной аноксии: функциональные и морфометрические характеристики / В. Н. Новицкая, А. А. Солдатов // Морской экологический журнал. – 2011. – Т. 10, № 1. – С. 56–64.

8. Иванов Д. А. Аутоакклиматизация промыслового моллюска *Cunearcacornea* в Керченском проливе / Д. А. Иванов // Биол. моря. – 1991. – № 5. – С. 95–98.

9. Жаворонкова А.М. О влиянии размера тела и температуры воды на удельную скорость роста анадары (*Anadarainaequivallis*, Brugière) / А. М. Жаворонкова, А. П. Золотницкий, Н. А. Сытник // Известия КГТУ, №47, 2017 г. С. 46-55.

10. Олифиренко А.Б. Особенности внутреннего строения раковины, регистрирующие структуры и экспресс-методика определения возраста анадары *Anadarabroughtoni* (Bivalvia, Arcidae) / А.Б. Олифиренко // Изв. ТИНРО. 2007. Т. 148. С. 57-68.

УДК 664.8.036.262:66-933.6

Дытченко А. Л.<sup>1</sup>, Сушков О.Д.<sup>2</sup>

1 – магистрант 2-го года обучения направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», 2 – канд. техн. наук, доцент кафедры МАПП ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОНСЕРВАЦИИ

**Аннотация.** Целью данной работы является определение необходимости автоматизации работы автоклавного парка на рыбоконсервном предприятии. Для этого предлагается рассмотреть некоторые возможности системы автоматизации автоклавов.

**Ключевые слова:** процесс стерилизации, консервы, автоматизация.

**Abstract.** The purpose of this work is to determine the need for automation of the autoclave park at the fish cannery. For this purpose, it is proposed to consider some possibilities of the autoclave automation system.

**Keywords:** process of sterilization, canning, automation.

Производству рыбных консервов, а именно их стерилизации, уделяется большое внимание во всех развитых странах мира, в том числе и в России. Причиной этому является необходимость избежать повышения брака продукции, вслед за этим, и пищевых отравлений потребителей. В Российской Федерации введены в работу предприятий научно обоснованные инструкции и правила, строго регламентирующие процесс стерилизации, обязательные к выполнению персоналом рыбоконсервных предприятий в первую очередь. Они периодически пересматриваются и уточняются в соответствии с новыми разработками. Также осуществляется модернизация аппаратного обеспечения процесса стерилизации с учетом результатов научных исследований и личного опыта.

Процесс стерилизация является основным завершающим этапом производства консервов. Этот необходим для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, опасных для здоровья человека и микроорганизмов, вызывающих порчу продукции, а также подавление ферментных систем, действие которых приводит к нежелательным изменениям качества продукции. Достижение этих целей должно осуществляться при условии максимального

сохранения органолептических свойств и пищевой ценности готовых консервов, их герметичности и нормального внешнего вида [1].

При стерилизации консервированных продуктов равномерность температурного поля автоклава является одним из важных факторов. Неравномерный нагрев приводит к частичному перевару продукции, что приводит к снижению качественных показателей, увеличению расхода энергоносителей и увеличению себестоимости.

Уничтожение всех патогенных микроорганизмов, которые могут вызвать порчу готовой продукции или сделать её опасной для здоровья потребителя, является основной целью процесса тепловой стерилизации консервов. Также необходимо в максимально сохранить органолептические качества и пищевую ценность консервов. Поэтому необходимо дать научное обоснование такому режиму стерилизации, который сохранил бы кулинарные качества консервов, вместе с тем обеспечил бы уничтожение микроорганизмов - возбудителей порчи. При разработке данного режима стерилизации необходимо учитывать следующие факторы:

- термостойкость микрофлоры продукта;
- химическую и физическую природу содержимого банки;
- скорость проникновения тепла к центру содержимого банки [2].

Мясные и рыбные продукты относятся к низкокислотным. При стерилизации этих продуктов должны быть уничтожены споры возбудителей ботулизма. Это связано с высокой опасностью отравлений токсином ботулизма. Бактерии ботулизма очень стойки к нагреванию и, образуя споры, выдерживают высокие температуры. В продуктах с высокой кислотностью не развиваются. Для предотвращения роста и выработки токсина режимы стерилизации должны быть тщательно выдержаны.

Современный подход к разработке режимов стерилизации консервов в общем виде заключается в определении условий нагревания консервов, при которых фактическая летальность процесса стерилизации в отношении

микрофлоры была бы не меньше требуемой летальности в процессе стерилизации.

Такой подход, естественно, дает несколько жесткое условие для режимов стерилизации, поскольку в реальности микроорганизмы распределены по всему объему консервов и при этом совершенно непредсказуемым образом. Экспериментальная проверка расчетов по прогреваемости консервов, отработка режимов стерилизации консервов в лабораторных и производственных условиях вызвали необходимость разработки аппаратуры и методики ведения исследований, позволяющих получать надежные результаты.

До принятия фундаментального условия разработка режимов стерилизации, в определенном смысле, осуществлялась "вслепую" — исходя из практического опыта или из каких-либо иных условий. Для определения необходимых параметров стерилизации проводились эксперименты, осуществлялась стерилизация консервов в разных типоразмерах тары при нескольких режимах, отличающихся длительностью этапа стерилизации. Далее, по прошествии определенной (не менее трех месяцев) выдержки, консервы анализировались на промышленную стерильность и тот режим, который давал отсутствие микробиологического брака при соответствии качества требованиям нормативно-технической документации, передавался на консервный завод для промышленной проверки. И только при положительном результате промышленной проверки режим стерилизации направлялся в промышленность для массового внедрения. Такой подход, конечно, был весьма длительным, но гарантировал доброкачественность вырабатываемой консервированной продукции и позволил экспериментально вывести необходимые параметры режимов стерилизации.

Огромный научный и практический опыт по разработке и внедрению режимов стерилизации консервов, накопленный в плодоовощной, мясомолочной и рыбной консервной промышленности позволил сделать некоторые обобщения и создать единую методику разработки режимов стерилизации консервов. Методика послужила надежной научно-технической

основой для всех последующих исследований в области разработки технологии стерилизации консервов. С развитием техники для стерилизации консервов, научных разработок и развития приборной базы, эта методика тоже постоянно совершенствуется, однако ее основные положения остались при всех доработках неизменными, что доказало правильность предположенного подхода к решению проблемы и оценки полученных результатов [1].

С появлением усовершенствованных систем автоматизированного контроля производства возникла необходимость их внедрения в консервную промышленность. Их несомненное преимущество по сравнению с аппаратами без систем автоматизации давало возможность получить продукцию более высокого качества с меньшими затратами трудовых и энергоресурсов. Система автоматического контроля позволяет вести все стадии процесса стерилизации: нагрев, выдержку и охлаждение без непосредственного участия человека, что позволяет обеспечивать стабильность качества выпускаемой продукции.

Перед началом работы оператор на панели управления вводит формулу стерилизации для каждого автоклава, задает необходимые параметры процесса, производит калибровку датчиков температуры и давления каждого автоклава. Температура и давление в автоклаве контролируется на всех этапах обработки данных, обеспечивая стабильность работы. Ход всего технологического процесса оператор может наблюдать на своем автоматизированном рабочем месте, куда передаются все данные с подключенных автоклавов. Таким образом оператор видит все подключенные автоклавы и стадию проходящего процесса стерилизации каждого из них. При любых неполадках в работе автоклавов система тотчас же оповестит звуковым и световым сигналом, давая возможность, при необходимости, в ручном режиме исправить неполадки. Таким образом можно сказать, что внедрение автоматизированных систем на предприятиях позволит:

- централизованно собирать данные процесса стерилизации;
- отображать текущую информацию о давлении и температуре в автоклаве;

- записывать и архивировать данные каждой варки в табличном или графическом виде;
- рассчитывать и регулировать процесс стерилизации;
- передавать данные из цеха на рабочее место оператора;
- контролировать ход техпроцесса с автоматизированного рабочего места оператора.

С внедрением автоматических систем стерилизации повысится точность соблюдения технологического режима, увеличится ресурс установки, улучшится и стабилизируется качество производимой продукции. Внедрение системы автоматизации процесса позволит сэкономить энергоресурсы за счет строгого соблюдения алгоритмов управления.

#### **Список использованной литературы:**

1. Бабарин, В. П. Тепловая стерилизация плодовоовощных консервов (теория и практика): дис. на соискание степени доктора технических наук: 05.18.13 / В. П. Бабарин; Российская Академия сельскохозяйственных наук. – М.: РАН, 1994. – 64 с.
2. Райская, М.Г. Введение в микробиологию консервированных продуктов: перевод с английского сотрудников ВНИИ консервной и овощесушильной промышленности / М.Г. Райская [и др.]; под ред. А.И. Рогачевой. - Москва : Пищепромиздат, 1958.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА КАПЛИ ВОДЫ НА СУПЕРГИДРОФОБНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛЬ МАРКИ А40S

**Аннотация.** В работе описана подробная методика определения краевого угла капли жидкости при различных видах обработки поверхности твердого тела. Разработана и сконструирована лабораторная установка при помощи, которой выполнены измерения краевого угла капли дистиллированной воды на поверхности судостроительной стали марки А40S. Полученные результаты измерения краевого угла на естественной, полированной и супергидрофобной поверхности хорошо согласуются с теорией смачивания и способствуют расширению области применения супергидрофобных покрытий на материалах, используемых под водой.

**Ключевые слова:** краевой угол, супергидрофобная поверхность, судостроительная сталь, смачивание

**Abstract.** In this paper, a detailed technique for determining the contact angle of a drop of liquid for various types of surface treatment of a solid is described. A laboratory installation has been designed and constructed with the help of which measurements of the edge angle of a drop of distilled water on the surface of A40S shipbuilding steel have been made. The obtained results of measurement of the contact angle on a natural, polished and superhydrophobic surface are in good agreement with the theory of wetting and contribute to the expansion of the field of application of superhydrophobic coatings on materials used under water.

**Keywords:** contact angle, superhydrophobic surface, shipbuilding steel, wetting

**Введение.** Смачивание – это физическое явление, которое наблюдается, когда жидкость контактирует с твердым телом, а слой жидкости проходит вдоль поверхности. Это явление достаточно эффектно проявляется в природе, учитывается в промышленности, при строительстве и ремонте, используется человеком.

В 1805 году Томас Юнг первым описал концепции краевого угла (КУ) и смачивания. В течение следующих двух столетий многие исследователи проводили теоретические исследования и разрабатывали аналитические методы для изучения свойств этого явления. Ученые показали, что различные межмолекулярные взаимодействия между жидкостью и твердым материалом приводят к различным свойствам смачивания [1]. Значительный прогресс был достигнут при изучении взаимосвязи между шероховатостью и

гидрофобностью, наблюдении гистерезиса КУ, открытии супергидрофобности, индуцированной микро- и наномасштабной иерархической структурой [2].

КУ – основной показатель (индекс), используемый для оценки смачивания твердой поверхности. Обычно он характеризует поведение жидкой капли на твердой поверхности в воздухе и определяется углом между касательной в трехфазной точке и твердой поверхностью. Как правило, твердые поверхности с  $KУ < 90^\circ$  считаются гидрофильными, а поверхности с  $KУ > 90^\circ$  считаются гидрофобными. Связь между КУ и коэффициентами поверхностного натяжения межфазных границ может быть описана уравнением Юнга:

$$\gamma_{SG} - \gamma_{SL} - \gamma_{LG} \cos \theta_c = 0, \quad (1)$$

где  $\theta_c$  представляет собой КУ,  $\gamma_{SG}$ ,  $\gamma_{SL}$  и  $\gamma_{LG}$  – коэффициенты поверхностного натяжения раздела границы твердое тело / газ, твердое тело / жидкость и жидкость / газ соответственно.

Способы измерения краевого угла, могут быть сгруппированы в методы тензиометрии и гониометрии.

Методы тензиметрии определяют значение угла контакта с помощью уравнения Юнга (1). Если коэффициенты поверхностного натяжения межфазных границ не изменяются, угол контакта является постоянным и может быть найден из уравнения (1). Проблемы при измерении КУ этим методом появляются: во-первых, если значения коэффициентов поверхностного натяжения неизвестны, во-вторых, примеси, адсорбция пара на твердую фазу, электростатический потенциал, шероховатость поверхности, гетерогенность и внешние силы приводят к изменению видимого угла контакта  $\theta_c$ .

В методах гониометрии контактный угол наблюдается и измеряется по двумерному изображению капель на твердой поверхности (рис. 1).



спирты, нанесенные путем равномерного распыления в 2-3 прохода с расстояния около 15 см в течение 3-4 с. Далее образец при нормальных условиях окружающей среды, поддерживающихся в лаборатории, оставляют на 30 минут. Второй слой наносится осаждением верхнего покрытия, содержащего наночастицы диоксида кремния. В течение примерно 12 часов поверхность обсушивается в обычных лабораторных условиях до проведения эксперимента и измерений.

Наблюдение и фотосъемка капель для определения КУ осуществлялась на специально сконструированной установке для определения краевого угла капли, которая представлена на рис. 2. На оптической скамье (1) для получения соосности изображения смонтированы держатель с образцом (2), источник света (3), собирающая линза (4), цифровая фотокамера Canon EOS 550D (5), сопряженная с компьютером ACER (6). Капля воды после осаждения на поверхность образца стали и оптического увеличения фиксируется при помощи видеоискателя в реальном времени компьютером.



Рисунок 2 – Экспериментальная установка для определения краевого угла капли

Полученные изображения анализировались при помощи программы sPlan 7.0, и встроенного в программу электронного транспорта.

**Результаты и обсуждение.** На рисунке 3 показано изображение капель воды на естественной (после проката), полированной и супергидрофобной

поверхности стали марки А40S.

Определение краевого угла капля при помощи графического анализа и электронного транспортира показало, что КУ зависит от качества обработки поверхности. При наличии грубого рельефа образца после проката стали капля переходит в состояние Вентцеля, что усиливает эффект смачивания и уменьшает КУ (рис. 3-а). Полировка исключает влияние неровностей и приводит к увеличению КУ (рис. 3-б).

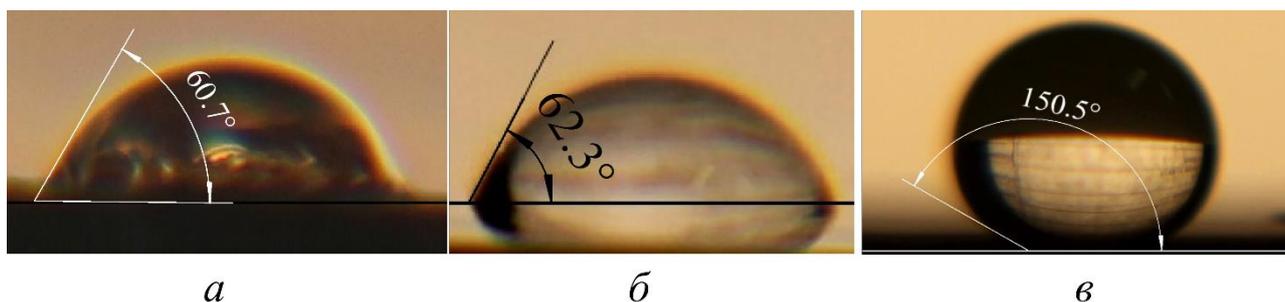


Рисунок 3 – Определение краевого угла капли воды на естественной (а), полированной (б) и супергидрофобной поверхности (в) судостроительной стали марки А40S

Осаждение микроструктурированного покрытия вызывает переход состояние Касси-Бакстера (рис. 3-в). В таком состоянии жидкость лежит сверху структурированной поверхности с газовым слоем. Этот газовый зазор является эффективной средой, обеспечивающей скольжение капли на жидкостно-газовой границе раздела. КУ полученной поверхности превышает значение  $150^\circ$ , что подтверждает ее супергидрофобные свойства.

**Выводы.** В работе описаны схема и принцип работы установки для графического определения краевого угла капли жидкости на поверхности твердого тела.

Проведенная апробация метода определения КУ на образцах судостроительной стали марки А40S с помощью описанной установки показала хорошее согласование с ранее используемыми научными методами.

Полученные супергидрофобные поверхности, изображения капель на

естественной (после проката), полированной и супергидрофобной поверхностях не противоречат теории смачивания, что дает возможность поиска путей по дальнейшему расширению применения супергидрофобных покрытий, в том числе в морских технологиях.

### **Список использованной литературы**

1. Bin, Su. Bioinspired Interfaces with Superwettability: From Materials to Chemistry [Text] / Bin Su, Ye Tian, Lei Jiang // Journal American Chemical Society. – 2016. – V. 138. – № 6. – P. 1727–1748.
2. Feng, L. Hydrophobic Surfaces: From Natural to Artificial [Text] / L. Feng, S. Li, Y. Li, H. Li, L. Zhang, J. Zhai, Y. Song, B. Liu, L. Jiang, D. Zhu // Advanced Materials. – 2002. – V.14. – № 24. – P. 1857-1860.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СУДОВЫХ ПОЖАРНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА МАТЛАБ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F4

**Аннотация.** Существующие пожарные системы обладают большим количеством датчиков и систем сигнализации. Для того, чтобы реализовать взаимодействие между элементами используется большое количество линий связи. Разработанная модернизированная система мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и микроконтроллера stm32f4 предлагает сократить количество связей, тем самым уменьшить габариты системы в целом. Так же с помощью разработанной системы мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и микроконтроллера stm32f4 возможно точно определять место возгорания.

**Ключевые слова:** Модернизация мониторинга, судовые пожарные системы, MatLab, микроконтроллер stm32f4.

Пожар на судне – одно из самых опасных бедствий. Он приносит гораздо большие разрушения, чем любой другой вид аварии. При пожаре могут испортиться грузы, выйти из строя машины и судовое оборудование. Пожар представляет угрозу для жизни людей [1]. Особенно большой ущерб причиняют пожары на пассажирских, грузопассажирских судах и танкерах. На последних они могут сопровождаться взрывом нефтяных паров в грузовых танках. Пожар может возникнуть из-за неисправности электропроводки, неправильной эксплуатации электрического и теплообменного оборудования, небрежного и неосторожного обращения с огнем, попадания искр на горючие материалы и др [2].

В систему пожарной сигнализации входят устройства, приборы и оборудование, служащие для автоматической передачи на пост управления судном и центральный пожарный пост (ЦПП) сигналов о начавшемся пожаре и месте его возникновения или о наличии реальной пожарной опасности в каком-либо отсеке или помещении судна. Систему обнаружения пожара возможно осуществить с помощью датчиков различных видов.

Пожарные датчики делятся на четыре основных вида [3, 4]:

- 1) тепловые датчики
- 2) дымовые датчики
- 3) датчики пламени
- 4) комбинированные датчики

Все эти датчики передают информацию на пульт пожарной сигнализации, которые позволяют вести контроль за помещениями, а также получать сигнальные оповещение о задымлении или пожаре.

Пульт пожарной сигнализации – устанавливается на ходовом мостике. Конструкции могут быть различными. Пожарную сигнализацию могут объединять с охранной сигнализацией.

Рассмотрев конструкции пультов пожарной сигнализации, производим модернизацию системы мониторинга. В модернизированной системе мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и микроконтроллера stm4 не изменяется принцип работы пожарной сигнализации, а улучшается интерфейс и способ передачи данных [5].

Разработанная система мониторинга представлена на рисунке 1. На схеме показаны блоки основных частей системы мониторинга. К блоку микроконтроллера (МК) подключены датчики слежения системы с помощью протокола связи 1 – Wire. Блок МК программируется с помощью пакета MatLab по протоколу связи SPI. Вся информация мониторинга пожаротушения судовых систем обрабатывается микроконтроллером и передается на WEB интерфейс по протоколу связи VCP.

## Модернизация мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и МК - stm32

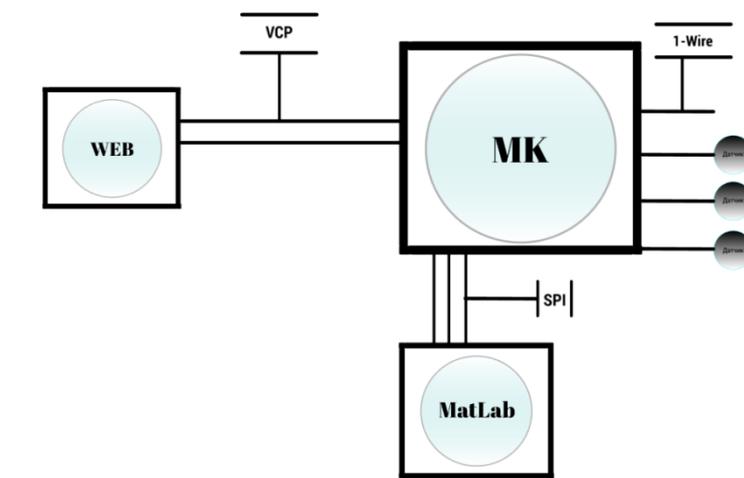


Рисунок 1 – Разработанная система мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и микроконтроллера tm32f4.

Система мониторинга работает на микроконтроллере stm32f4. Данный микроконтроллер зарекомендовал себя в большом количестве судовых программируемых логических устройств.

Этот микроконтроллер не сложно программируется через пакет MatLab с помощью библиотек Weidung Simulink по протоколу SPI.

На рисунке 2 приведен пример программы инициализации и сбор информации с однопроводного термодатчика ds18b20.

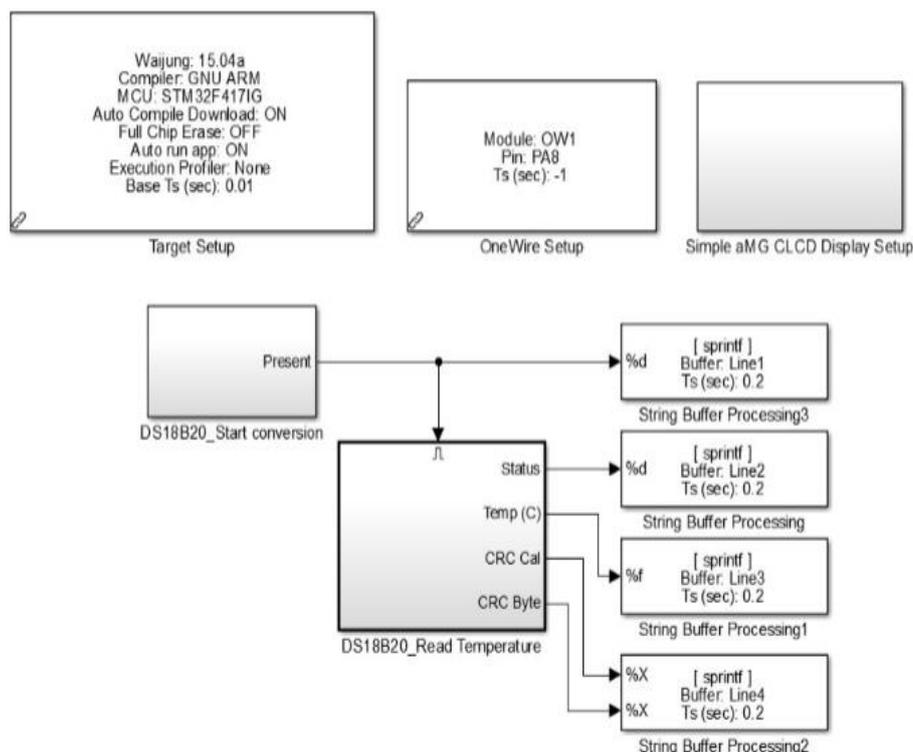


Рисунок 2 – Пример программы инициализации и сбор информации с однопроводного термодатчика ds18b20.

Главной частью является блок интерфейса SPI, обычный сдвиговый регистр, в котором сигналы синхронизации ввода и вывода битового потока образуют интерфейсные сигналы. Поэтому, протокол SPI называют не протоколом передачи данных, а протоколом обмена данными между двумя сдвиговыми регистрами, каждый из которых одновременно выполняет и функцию передатчика, и функцию приемника. Главным условием передачи данных по шине SPI, это генерация сигнала синхронизации шины. Данный сигнал генерирует только ведущий шины и от этого сигнала полностью зависит работа подчиненного шины (рис. 3).

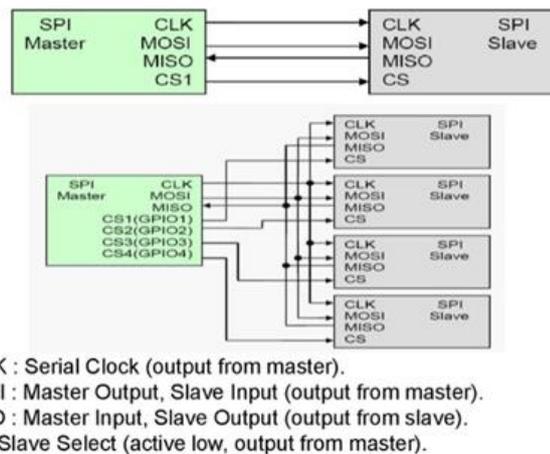


Рисунок 3 – Блок интерфейса SPI.

В модернизированной системе используются датчики тепла и дыма подключаются к микроконтроллеру по протоколу 1 – wire.

Протокол 1 – wire привлекателен малым количеством выводов МК, требующихся для подключения практически неограниченного количества микросхем. Следовательно, двусторонний обмен требует всего 1 линию.

На рисунке 4 показана упрощенная схема аппаратной реализации интерфейса 1 – Wire. Вывод DQ устройства является входом КМОП-логического элемента, который может быть замкнут на общий провод полевым транзистором. В открытом состоянии сопротивление канала транзистора может быть около 100 Ом. В закрытом состоянии транзистора ток утечки на общий провод составляет 5 мкА.

Шину 1 – Wire нужно соединить с отдельным резистором к напряжению питания устройств. Сопротивление этого резистора 4.8 К, однако, это значение рекомендовано только для достаточно коротких линий. Если шина 1 – Wire используется для подключения удаленных на большое расстояние устройств, то сопротивление этого резистора следует уменьшить.

Подключение 1 – Wire к МК представлено в двух вариантах: с использованием двух выводов МК (один в качестве входа, а другой в качестве выхода), так же и одного, работающего в двух режимах сразу. Пунктирной

линией показано разделение этих двух вариантов, которая обозначает границу корпуса МК.

Выдача низкого логического уровня в линию, осуществляется на общий провод, а в высокий логический уровень вернется сам, из-за наличия внешнего подключенного резистора.



Рисунок 4 – Схема аппаратной реализации интерфейса 1 – Wire.

Кроме того, ассортимент устройств с этим интерфейсом весьма широк. Протокол обмена по этому интерфейсу очень прост и легко реализуется практически на любых МК хотя есть и специальные микросхемы-адаптеры.

В данной системе полученные данные микроконтроллер передает на WEB интерфейс (рис. 5) по протоколу передачи данных VCP или Ethernet, следовательно ответственное лицо имеет возможность быстрее и точнее определить место возгорания и предположительную причину, что позволит незамедлительно принимать решения по устранению неисправностей и тушения.

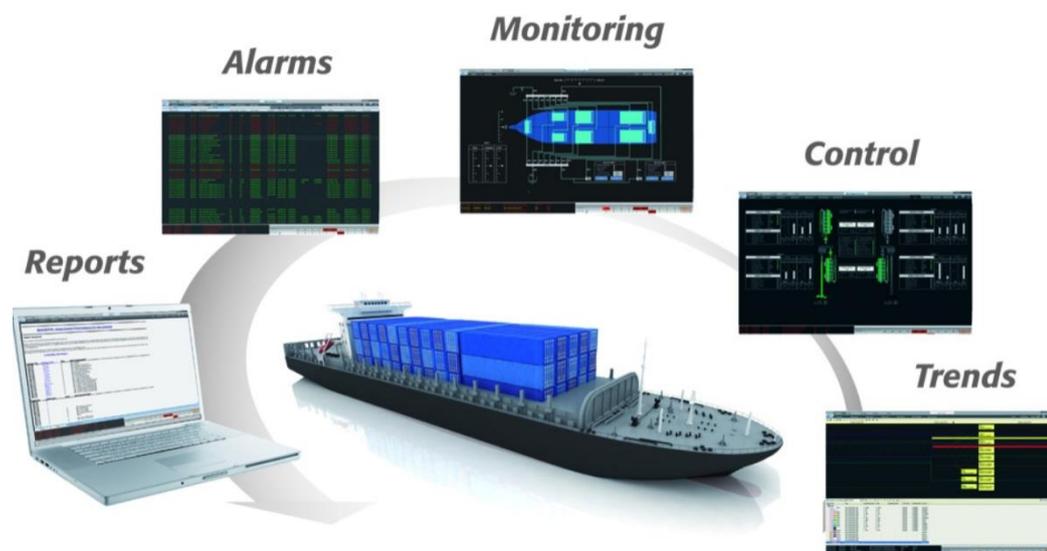


Рисунок 5 - WEB интерфейс системы мониторинга.

В статье описана модернизация системы мониторинга судовых пожарных систем с использованием пакета MatLab и микроконтроллера stm4, которая позволяет подключать множество датчиков для точного определения места возгорания.

### Список использованной литературы

1. Баранов, А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы промышленных судов / А.П. Баранов. – М.: Агропромиздат, – 1987. – 327 с.
2. Колодяжный, В.В. Проектирование электрической части судовых электроэнергетических систем / В.В. Колодяжный, В.В. Титов, Ю.Н. Горбулев. – Керчь: КМТИ, – 2000. – 118 с.
3. Датчики: справочник / З.Ю. Готра [и др.]; под ред. З.Ю. Готры, О.И. Чайковского. – Львов: "Каменяр", 1995. – 312 с.
4. Осадчий, Е. П. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Е.П. Осадчий. – М.: Изд-во Машиностроение, 1979. – 480 с.
5. Гладков, Л.А. Модели и методы анализа проектных решений: Конспект лекций / Л.А. Гладков, Н.В. Гладкова. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2014. – с. 11 – 12.

Кукушкин М.Ю.<sup>1</sup>, Горбенко А.Н.<sup>2</sup>

1 – курсант 4-го курса направления подготовки «Эксплуатация судовых энергетических установок» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НЕУРАВНОВЕШЕННОГО РОТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА АНИЗОТРОПНЫХ ОПОРАХ

**Аннотация.** Выполнен расчетный и теоретический анализ особенностей динамики движения анизотропного неуравновешенного ротора. Показано, что анизотропия вращающегося ротора приводит к качественным изменениям его динамических свойств. Происходит удвоение количества критических частот вращения. Расширяется область повышенных резонансных амплитуд поперечных колебаний ротора. Ось ротора движется по траектории эллипса.

**Ключевые слова:** неуравновешенный ротор, дисбаланс, вибрация, судовая роторная машина, анизотропные опоры.

**Abstract.** The numerical and theoretical analysis of the motion dynamics of anisotropic unbalanced rotor is made. It is shown that the rotating rotor anisotropy leads to qualitative changes in its dynamic properties. The doubling of number of critical rotational speeds occurs. The region of increased resonance amplitudes of rotor transverse oscillations expands. The rotor axis moves along the trajectory of the ellipse.

**Key words:** Unbalanced rotor, imbalance, vibration, ship rotary machine, anisotropic supports.

### Введение

Роторные машины (РМ) широко применяются в различных областях техники. Например, в судовой технике применяются такие машины роторного типа как центробежные сепараторы, турбокомпрессоры, газотурбинные двигатели, центрифуги, вентиляторы, насосы и т.п. Роторные машины работают в условиях повышенной вибрации [1-5]. Особенно это относится к высокооборотным роторам, работающим в закритической области частоты вращения. Одна из основных причин вибрации РМ – неуравновешенность ротора (дисбаланс). Реальный ротор всегда неидеально сбалансирован в большей или в меньшей степени. Мало того в процессе эксплуатации дисбаланс ротора обычно возрастает. Нередко такой рост дисбаланса может быть весьма существенным (в десятки раз) [6], что неизбежно приводит к увеличению вибрации машины.

При анализе движения ротора традиционно предполагается, что вал ротора и его опоры (подшипники) являются осесимметричными и обладают изотропными свойствами. Т.е. жесткость (упругость) вала ротора, а также его

опор, одинакова в различных направлениях поперечного сечения. Динамика колебаний традиционных роторов изучена весьма глубоко, см., например, [1-5].

Однако, для многих конструкций реальных роторных машин характерно наличие анизотропных свойств. Это свойство проявляется в том, что из-за конструктивных особенностей РМ, силы, препятствующие поперечному смещению оси ротора, различны по величине в разных направлениях поперечного сечения. Анизотропия ротора приводит к заметному усложнению динамических свойств вращающегося ротора. В настоящее время динамика анизотропного ротора изучена в существенно меньшей степени по сравнению с традиционным ротором [7, 8, 9].

Целью данной работы является теоретический и расчетный анализ особенностей динамики движения анизотропного неуравновешенного ротора.

### **1 Физическая модель**

Рассматриваются малые колебания неуравновешенного ротора, установленного на двух одинаковых упруго-демпферных опорах и вращающегося с постоянной угловой скоростью  $\omega$  (рисунок 1). Диск массой  $M$  прикреплен к валу в точке  $O$ , расположенной по середине между опорами. Вал предполагается абсолютно жестким и безынерционным.

Для описания положения в пространстве вала и диска ротора введем неподвижную систему координат  $xuz$ . Начало координатной системы лежит в точке  $O_{\Pi}$ , расположенной по середине между опорами при неподвижном состоянии ротора. Ось  $z$  направлена по оси опор вала. При неподвижном состоянии ротора, точки  $O$  и  $O_{\Pi}$  совпадают.

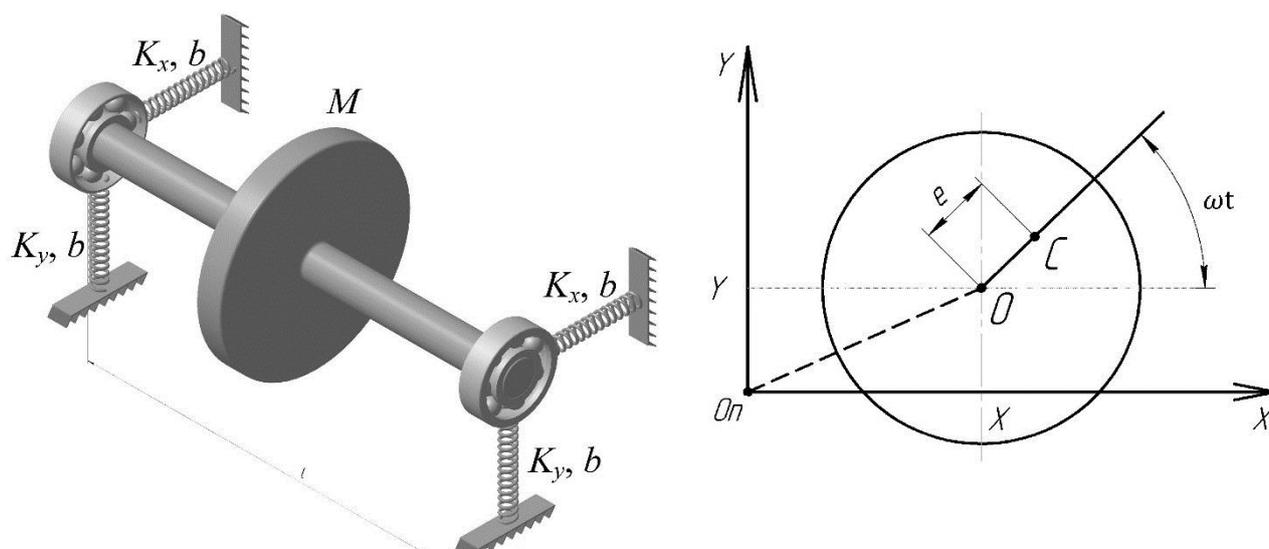


Рисунок 1 – Физическая модель анизотропного неуравновешенного ротора

Ротор статически неуравновешен. Дисбаланс ротора определяется смещением его центра масс  $C$  относительно точки  $O$  крепления диска на валу, т.е. эксцентриситетом  $e$ .

При вращении рассматриваемого ротора его диск совершает плоско-параллельное движение. В качестве обобщенных координат примем текущие координаты  $x, y$  геометрического центра  $O$  диска ротора. Механическая система имеет две степени свободы.

Отличительной особенностью данной механической системы является то, что опоры ротора имеют анизотропные упругие свойства в поперечных направлениях. Т.е. коэффициенты жесткости по осям  $x$  и  $y$  не равны друг другу,  $K_x \neq K_y$ .

На рисунке 2 показаны примеры реальных конструкций роторных машин с анизотропными упругими свойствами.

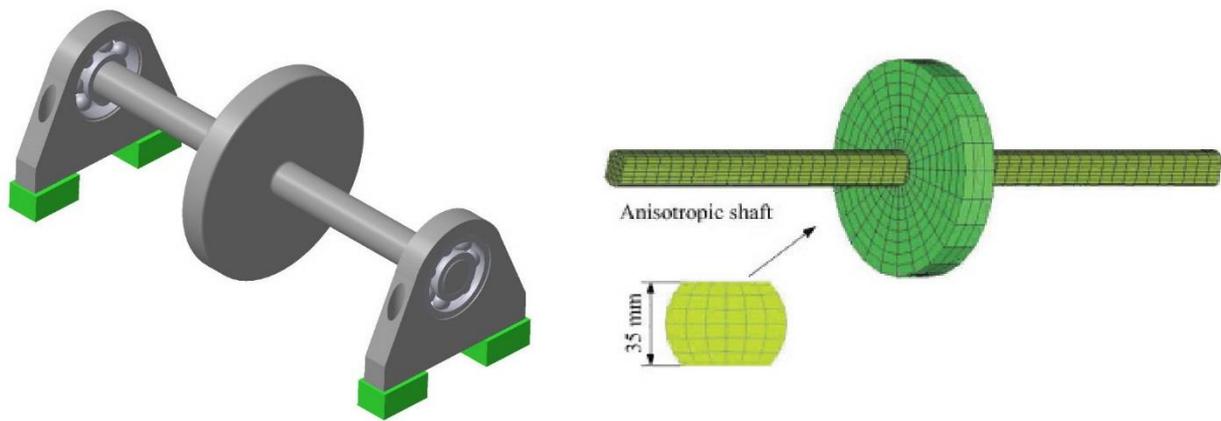


Рисунок 2 – Примеры роторов с анизотропными упругими свойствами

## 2 Уравнения движения механической системы

Система дифференциальных уравнений движения рассматриваемой механической системы известна (см. [1, 2, 9] и др.) и имеет вид:

$$\begin{aligned} M \cdot \ddot{x} + b \cdot \dot{x} + K_x \cdot x &= Me\omega^2 \cdot \cos\omega t; \\ M \cdot \ddot{y} + b \cdot \dot{y} + K_y \cdot y &= Me\omega^2 \cdot \sin\omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $K_x, K_y$  – коэффициенты жесткости опор (или/и вала) ротора в направлениях осей  $x$  и  $y$ , Н/м;

$b$  – коэффициент вязкого демпфирования в опорах ротора, кг/с.

Правые части в уравнениях (1) определяют действие силы дисбаланса на движение ротора.

Для удобства последующего анализа представим уравнения движения (1) в «более безразмерном» виде путем деления уравнений на массу ротора  $M$ :

$$\begin{aligned} \ddot{x} + \beta \cdot \dot{x} + p_x^2 \cdot x &= e\omega^2 \cdot \cos\omega t; \\ \ddot{y} + \beta \cdot \dot{y} + p_y^2 \cdot y &= e\omega^2 \cdot \sin\omega t, \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$p_x^2 = \frac{K_x}{M}; \quad p_y^2 = \frac{K_y}{M}; \quad \beta = \frac{b}{M};$$

$p_x, p_y$  – критические скорости вращения ротора по осям  $x$  и  $y$ ;

$\beta$  – относительный коэффициент вязкого демпфирования в опорах,  $c^{-1}$ .

Дифференциальные уравнения (2) являются линейными уравнениями. Поэтому, как известно, их полное решение представляет собой сумму общего и частного решений. Причем общее решение системы (2) описывает в данном случае затухающие собственные колебания системы, которые по истечении некоторого времени практически не влияют на полное решение. Частное же решение системы (2) соответствует вынужденным незатухающим колебаниям ротора, вызванным его дисбалансом (правыми частями уравнений).

Таким образом, вынужденные поперечные колебания неуравновешенного ротора, установленного на анизотропных опорах, описываются следующими алгебраическими уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= C_x \cdot \cos \omega t + S_x \cdot \sin \omega t; \\ y &= C_y \cdot \cos \omega t + S_y \cdot \sin \omega t, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} C_x &= \frac{p_x^2 - \omega^2}{(p_x^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2} \cdot e\omega^2; \quad S_x = \frac{\beta\omega}{(p_x^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2} \cdot e\omega^2; \\ C_y &= -\frac{\beta\omega}{(p_y^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2} \cdot e\omega^2; \quad S_y = \frac{p_y^2 - \omega^2}{(p_y^2 - \omega^2)^2 + \beta^2 \omega^2} \cdot e\omega^2. \end{aligned}$$

Амплитуды поперечных колебаний ротора по осям  $x$  и  $y$  равны:

$$A_x = \sqrt{C_x^2 + S_x^2}; \quad A_y = \sqrt{C_y^2 + S_y^2}. \quad (4)$$

Очевидно, что амплитуды поперечных колебаний ротора зависят от его частоты вращения и параметров системы. Зависимости  $A_x(\omega)$ ,  $A_y(\omega)$  являются амплитудно-частотными характеристиками (АЧХ) механической системы.

Укажем также для сравнения, что в случае изотропных опор ротора имеют место следующие равенства:

$$K_x = K_y; p_x = p_y; A_x = A_y.$$

Из выражений (3), (4) видно, что колебания анизотропного ротора протекают с различными амплитудами по направления осей  $x$  и  $y$ , в отличие от изотропного случая.

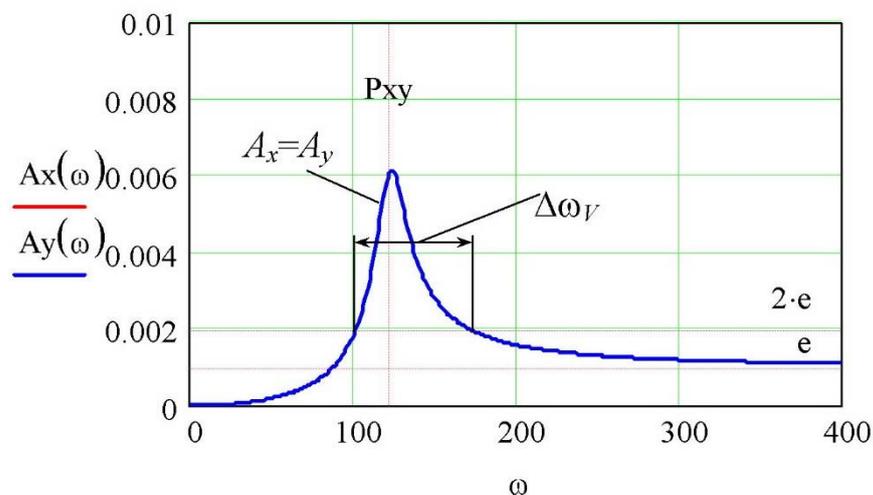
### **3 Анализ особенностей движения анизотропного неуравновешенного ротора**

Для анализа специфических особенностей динамики движения анизотропного ротора была выполнена серия расчетов с помощью выражений (3), (4). Численные расчеты были проведены при следующих базовых значениях исходных данных системы:  $M=500$  кг;  $e=0,001$  м;  $K_x=5$  МН/м;  $K_y=10$  МН/м;  $b=10000$  кг/с.

При этих исходных данных системы величины критических скоростей вращения ротора и относительный коэффициент демпфирования равны:  $p_x=100$  рад/с;  $p_y=141,4$  рад/с;  $\beta=20$  1/с. Результаты анализа представлены на рисунках 3, 4. Там же для сравнения показаны графики, соответствующие изотропному ротору.

Как видно из графиков на рисунке 3, анизотропия ротора приводит к удвоению (расщеплению) критических частот вращения. Вследствие этого расширяется диапазон частот вращения, в пределах которого имеет место повышенная вибрация ротора. Например, диапазон скорости вращения ротора, внутри которого максимальная амплитуда поперечных колебаний  $A_{\max}$  ( $A_x, A_y$ ) превышает величину  $2 \cdot e$ , т.е.  $A_x(\omega) > 2 \cdot e$ , составляет: для изотропного ротора  $\Delta\omega=69$  рад/с (от 101 до 170 рад/с), а для анизотропного ротора –  $\Delta\omega=117$  рад/с (от 84 до 201 рад/с), см. рис. 3а,б. Как видим область повышенных вибраций анизотропного ротора увеличилась на 70 % для данного числового примера. Указанная особенность затрудняет разгон и торможение роторной машины.

а)



б)

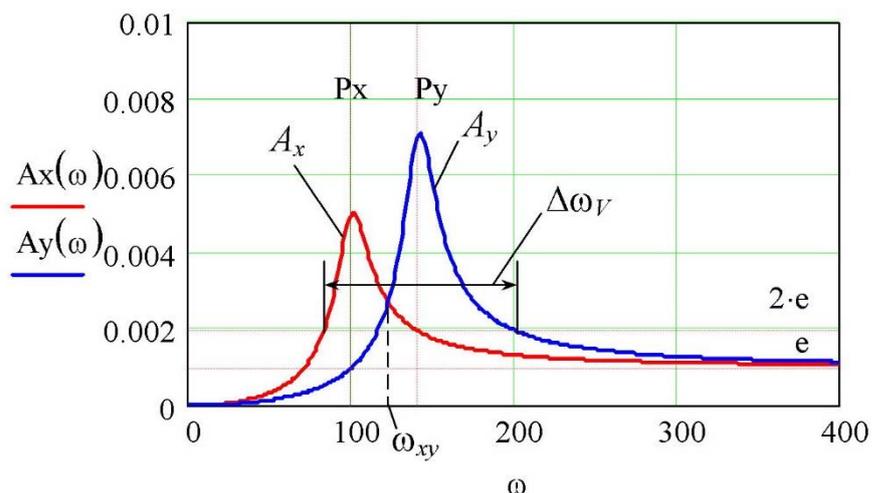


Рисунок 3 – Амплитудно-частотные характеристики поперечных колебаний неуравновешенного ротора:

а) изотропный ротора  $p_x = p_y$ ; б) анизотропный ротор  $p_x \neq p_y$ .

Графики на рис. 4а и 4б иллюстрируют качественное изменение спектра критических частот вращения ротора. Поперечные колебания анизотропного ротора происходят с различными амплитудами в направлениях осей  $x$  и  $y$ . Вследствие этого ось ротора движется в поперечной плоскости по траектории эллипса, а не по окружности как в случае изотропного ротора. Ось этого

эллипса может быть вытянута как вдоль оси  $x$ , так и вдоль оси  $y$ , в зависимости от частоты вращения (см. рис. 4б).

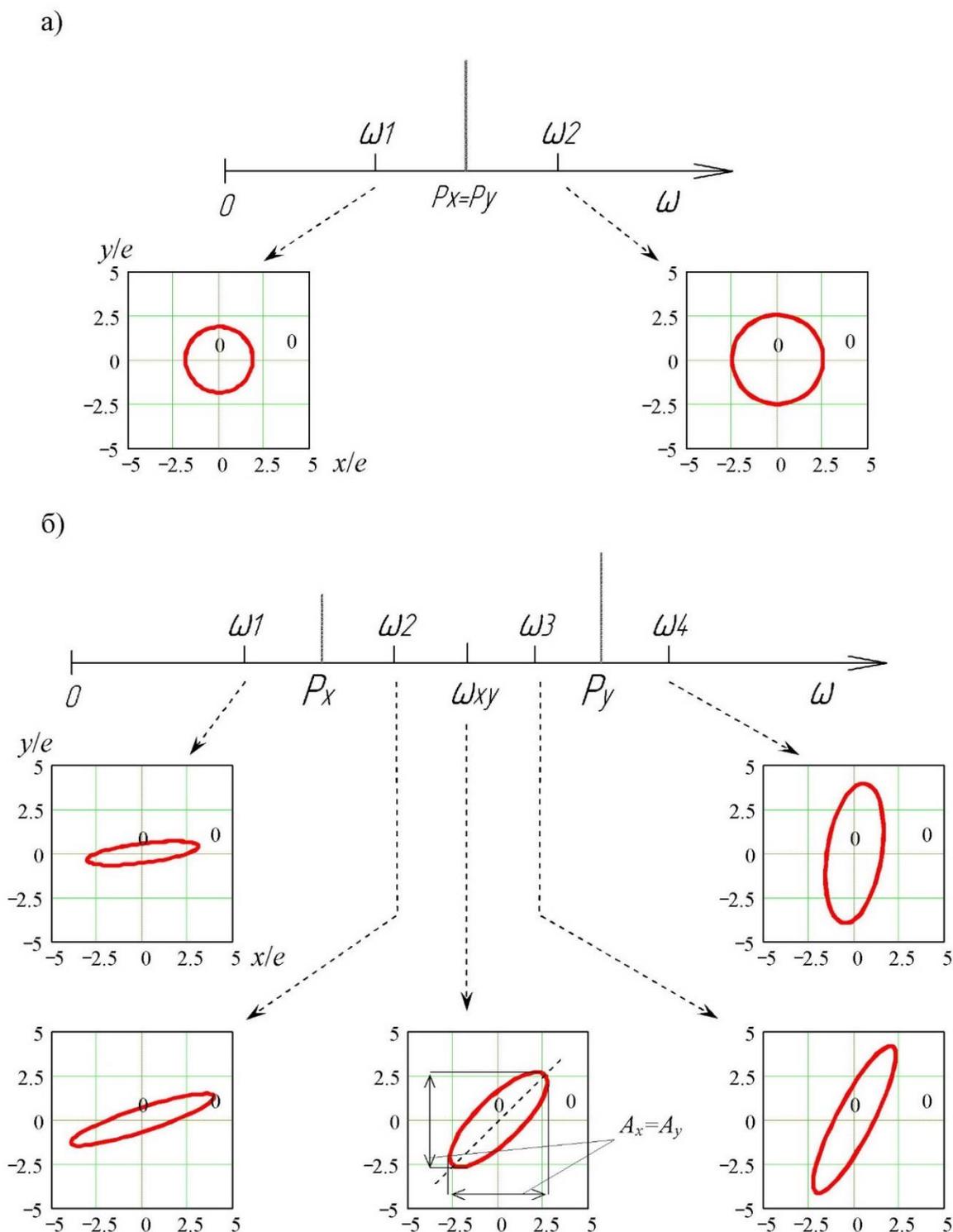


Рисунок 4 – Спектры критических скоростей вращения и траектории движения оси неуравновешенного ротора при различных режимах движения:

а) изотропный ротора  $p_x = p_y$ ; б) анизотропный ротор  $p_x \neq p_y$ .

Изучение особенностей характера движения анизотропного ротора показывает, что в диапазоне между «расщепленными» критическими скоростями вращения  $p_x$  и  $p_y$  имеет место так называемая обратная прецессия движения ротора. При этом ось ротора вращается в одну сторону, а его диск вращается вокруг оси ротора в противоположную сторону. Такой своеобразный характер движения ротора создает предпосылки отрицательного проявления влияния ряда нелинейных факторов, которые не учтены в данной физической модели системы, например, нелинейной жесткости подшипников качения, автоколебаний масляной пленки подшипников скольжения, действие постоянно направленных поперечных сил различной физической природы и т.п.

Еще одной особенностью является то, что между первой и второй критическими скоростями существует особая скорость вращения  $\omega_{xy}$ , при которой амплитуды колебаний анизотропного ротора по осям  $x$  и оси  $y$  равны друг другу, т.е.  $A_x = A_y$  (см. рис. 3б). Причем при этой частоте вращения ротор движется, тем не менее, по эллипсу (см. рис. 4б), а не по окружности. Объясняется это тем, что колебания по осям  $x(t)$  и  $y(t)$  происходят с одинаковой амплитудой, но со сдвигом по фазе. Для определения этой скорости вращения  $\omega_{xy}$  можно воспользоваться приближенной формулой, полученной на основе выражений (4), (3) без учета демпфирования в системе:

$$\omega_{xy} = \sqrt{\frac{1}{2}(p_x^2 + p_y^2)}.$$

### **Заключение**

1. Анизотропия неуравновешенного вращающегося ротора может существенно изменять его динамические свойства.

2. Теоретический и расчетный анализ показал, что анизотропия упругих свойств неуравновешенного ротора приводит к следующему (по сравнению с изотропным ротором):

- имеет место удвоение (расщепление) критических частот вращения ротора;
- расширяется область повышенных резонансных амплитуд поперечных колебаний (вибраций) ротора;
- ось ротора движется по траектории эллипса (а не по окружности); причем длинная ось эллипса может быть вытянута в различных направлениях в зависимости от частоты вращения и параметров МС;
- существует особая скорость вращения ротора, при которой амплитуды поперечных колебаний по осям  $x$  и  $y$  равны друг другу; значение этой особой скорости вращения располагается между первой и второй критическими скоростями вращения ротора;
- в диапазоне между первой и второй критическими скоростями вращения имеет место обратная прецессия движения ротора, т.е. ось ротора вращается вокруг оси подшипников в одну сторону, а сам ротор вращается вокруг своей оси в противоположную сторону;
- наличие обратной прецессии ротора приводит к опасности потери устойчивости его движения из-за влияния дополнительных нелинейных факторов, действующих в реальном роторе.

3. Результаты, полученные в данной работе, будут полезны при проектировании, изготовлении, монтаже и эксплуатации роторных машин различного назначения.

#### **Список использованной литературы:**

1. Вибрации в технике [Текст]: Справочник. Том 3. – М.: Машиностроение, 1980. – 544 с.
2. Диментберг, Ф.М. Колебания машин [Текст] / Ф.М. Диментберг, К.Т. Шаталов, А.А. Гусаров. – М: Машиностроение. – 1964. – 308 с.
3. Genta, G. Dynamics of Rotating Systems [Text] / G.Genta. – New York: Springer, 2005. – 658 p.
4. Childs, D. Turbomachinery Rotordynamics: Phenomena, Modeling and Analysis [Text] / D.Childs. – New York: Wiley, 1993. – 476 p.

5. Кельзон, А.С. Расчет и конструирование роторных машин / А.С. Кельзон, Ю.Н. Журавлев, Н.В. Январев. – Л: Машиностроение, 1977. – 288 с.
6. Самаров, Н.Г. Автоматическое балансировочное устройство как конструктивный узел вращающихся механизмов // Автоматизация и современные технологии. 1995. №7. 20 – 22с.
7. Кренделл, С. Об устойчивости вращения ротора, обладающего несимметрией инерции и несимметрией жесткости вала [Текст] / С. Кренделл, П. Броузенс // Прикладная механика. – М: Мир. – 1961. – № 4. – с. 97 – 101.
8. Цырлин, А.Л. Динамика роторов двойкой жесткости [Текст] / А.Л. Цырлин. // Динамика гибких роторов: сборник. – М: Наука. – 1972. – 27 – 44 с.
9. Горбенко, А. Н. О динамических свойствах несимметрично установленного ротора с инерционной анизотропией [Текст] / А. Н. Горбенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – 3/7 (69). – С. 8 – 17.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МАЛОМЕРНОГО СУДНА С ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЕМ

**Аннотация.** В данной статье разработана электроэнергетическая установка маломерного судна с электродвижением. В качестве источников электроэнергии установлены аккумуляторные батареи, для них выбраны инвертор и частотный преобразователь. Приводятся расчеты для выбранных элементов и краткие теоретические сведения.

**Ключевые слова:** Электродвижение, судно, пассажиры, аккумуляторные батареи, зарядное устройство, электроэнергетическая установка, маломерное судно.

**Abstract.** In this article, the electric power installation of a small vessel with electro-motion has been developed. As the electric power sources the storage batteries are established, for them the inverter and the frequency converter are chosen. The calculations for selected elements and brief theoretical information are presented.

**Keywords:** Electromotion, ship, passengers, batteries, charger, electric power installation, small vessel.

**Введение.** В настоящее время судовая энергетика переживает переломный момент. К примеру, в США, Англии, Франции проводятся работы по созданию перспективной судовой электроэнергетической установки (ЭУ), в которой будет реализован принцип "полного электродвижения" [1]. Применение этого принципа позволяет ликвидировать из состава ЭУ редукторные передачи и уменьшить валопровод, являющийся обязательной частью комбинированных ЭУ различных типов.

Судна с электродвижением обладают следующими достоинствами [2]:

- экологичны,
- присутствует возможность зарядки аккумуляторов от электрической сети, что позволяет значительно экономить на расходах,
- плавность регулирования скорости,
- легкое техническое обслуживание по сравнению с ДВС.

Функциональная схема электроэнергетической установки приведена на рисунке 1.

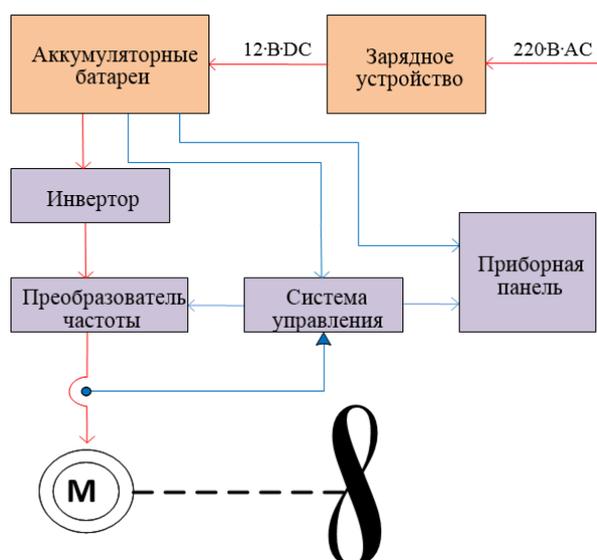


Рисунок 1 – Функциональная схема электроэнергетической установки

Двигатель **М** получает питание от аккумуляторных батарей, которые запитываются от береговой сети через зарядное устройство. С помощью инвертора, постоянное напряжение от аккумуляторных батарей преобразовывается в переменное. Для плавного регулирования частотой вращения установлен частотный преобразователь.

Для примера выбора основных элементов маломерного катера с электродвижением, зададимся данными:

- *Пассажировместительность: до 11 человек.*
- *Длина: 6,6 м*
- *Ширина: 2,27 м*
- *Высота: 3,16 м*
- *Осадка: 0,58 м*
- *Скорость: 15-20 км/ч*
- *Запас хода: 2 ч*
- *Вес нетто: не более 1800 кг*
- *Полное водоизмещение: 1000 кг*

Для определения мощности двигателя, необходимой для обеспечения заданной скорости воспользуемся следующей формулой:

$$N = \frac{D^{0,5} \cdot v_s^{2,5}}{C_{mn}}, \text{кВт},$$

где,  $D$  – полное водоизмещение судна, т;

$v_s$  – скорость хода судна, узл;

$$v_s = 15 \text{ км / ч} = 7,019 \text{ узл}$$

$C_{mn} = 27,2$  – коэффициент, определяемый по данным близких судов прототипов, либо по статистическим данным.

$$N = \frac{1^{0,5} \cdot 7,019^{2,5}}{27,2} = 4,8 \text{ кВт}.$$

Для определения суммарной емкости аккумуляторов, необходимой для обеспечения работоспособности судна в течении  $t = 2$  часов воспользуемся следующей формулой [3]:

$$E = P_{нагр} \cdot t \cdot 100, \text{А} \times \text{час}$$

$$E = 6 \cdot 2 \cdot 100 = 1200 \text{А} \times \text{час}$$

По полученным данным выбираем двигатель типа MRE132S

Мощность  $P = 5,5$  кВт, частота вращения  $n = 2940$  об/мин, КПД = 0,892

Так как двигатель потребляет переменный ток, а аккумуляторная батарея выдаёт постоянный, то выбираю инвертор и частотный преобразователь. По мощности двигателя ( $P=5,5$  кВт) выбираю:

Инвертор МАП HYBRID 12-3 х3 фазы с мощностью  $P_{инв} = 9$  кВт и частотой  $f = 50$  Гц.

Частотный преобразователь ISD552M43B mini с мощностью  $P_{чп} = 5,5$  кВт и входным током  $I_{вх} = 18,5$  А

Для выбора аккумуляторных батарей рассчитываю входной ток двигателя:

$$I_{BX} = \frac{P_{дв}}{\eta_{дв} \eta_{инв} \cdot U} = \frac{5,5 \cdot 1000}{0,892 \cdot 0,87 \cdot 12} = 590,635 \text{ А}$$

Для работы прогулочного катера (время работы аккумуляторных батарей ~2 часа) выбираю LiFePO4 12В 200Ач литий-железо-фосфатный (12,8В) с параметрами:

Масса = 21 кг, максимальная продолжительность тока разряда = 150 А, максимальный ток заряда = 100 А.

Для заряда аккумуляторных батарей используется малогабаритное автоматическое зарядное устройство напряжением 12 В. Схема такого зарядного устройства приведено на рисунке 2.

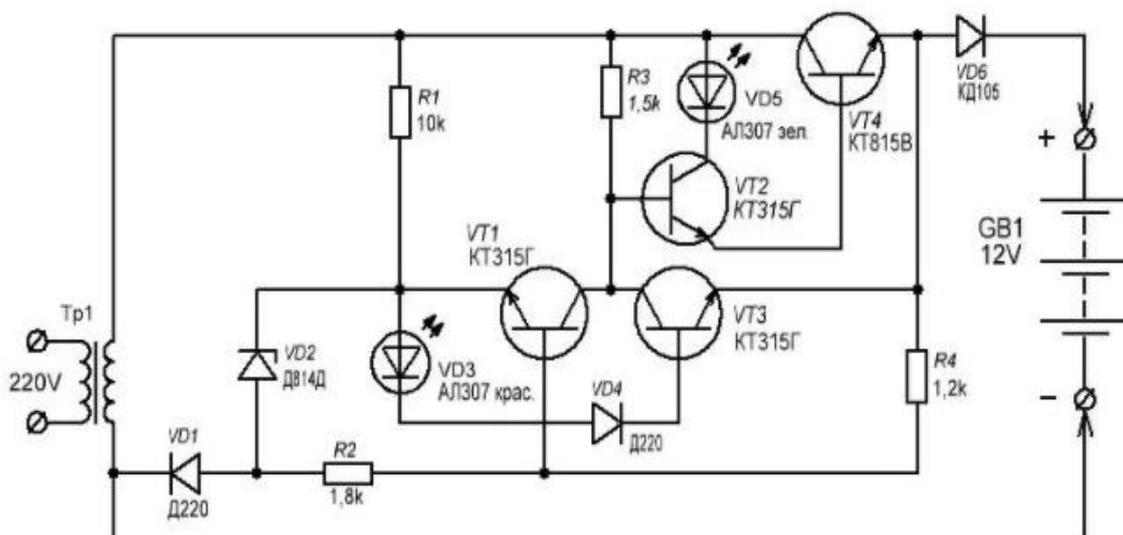


Рисунок 2 – Зарядное устройство аккумуляторных батарей

В устройстве предусмотрена защита от:

- Короткого замыкания в линии;
- Короткого замыкания в самом аккумуляторе;
- Неправильного подключения полярности аккумулятора;

В данной статье был произведен расчет и выбор основных элементов для маломерного прогулочного катера с электродвижением. Разработана функциональная схема электроэнергетической установки катера. Несмотря на достоинства маломерных судов с электродвижением, есть сдерживающие факторы. Основные факторы, сдерживающий массовое производство— высокая стоимостью и малый пробегом от одной зарядки. Но большое количество фирм пытается решить эту дилемму. Для увеличения спроса на

такие транспортные средства требуется увеличение количества зарядных станций, увеличение емкости аккумуляторных батарей, уменьшение их габаритов.

### **Список литературы**

1. Вынгра, А. В. Использование программно–аппаратного моделирования при проектировании системы управления судовой холодильной установкой / А. В. Вынгра, Б. А. Авдеев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2017. – №4(44). – С. 806–813.

2. Кузнецов, С.Е. Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и автоматики: Учебник / С.Е. Кузнецов, В.С. Филеев. – СПб.: Судостроение, 1995. – 448 с.

3. Шишов, Ю.В. Судовое промысловое оборудование и его эксплуатация. – Керчь. Изд-во КМТИ. 1998.

УДК 621.316.577

Платонов Е.В.<sup>1</sup>, Савенко А.Е.<sup>2</sup>

1 – магистрант 1-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – канд. техн. наук, доцент кафедры Электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**Аннотация:** в статье к рассмотрению предоставлены выключатели с элегазовой изоляцией, их преимущества и недостатки, актуальность и применение в современной электроэнергетике в нашей стране и за рубежом.

**Ключевые слова:** элегаз, элегазовые выключатели, электрические установки, диэлектрическая прочность, коммутационные аппараты, привод, дугогасительная система.

**Annotation:** In this article discusses switches with gas-insulated, their advantages and disadvantages, relevance and application in modern power engineering in our country and abroad

**Key words:** insulating gas, circuit breakers, electrical installations, dielectric strength, commutation apparatus, drive, arcing system.

**Введение.** Уникальные свойства электротехнического газа были открыты в России в 30-х годах XX века ученым Ленинградского физико-технического института Гохбергом Б.М., который при исследовании электрических свойств отдельных газов обратил внимание на особые свойства шестифтористой серы SF<sub>6</sub>. На основе проведенных опытов, ученым было высказано предположение о возможностях применения элегаза в качестве изоляционной среды для электрооборудования высокого напряжения, и в 1942 году в России было получено авторское свидетельство на высоковольтный аппарат с применением элегаза, т.е. впервые его применение также началось в России [1]. В электроэнергетике это было действительно современными и перспективными разработками в технологиях изготовления коммутационных аппаратов высокого напряжения. Масляные и воздушные выключатели, как коммутационное электрооборудование, устаревают морально и физически, и на их место приходят современные вакуумные и элегазовые выключатели. Это обусловлено наличием отличных дугогасящих свойств вакуума и элегаза, а также обеспечением высокой безопасности в эксплуатации коммутационного оборудования, входящего в их состав. Несмотря на то, что вакуумное и элегазовое электрооборудование достаточно дорогостоящее, применяемые в

производстве вакуум и элегаз относятся к наиболее современным и надежным средам в высоковольтном электрооборудовании. Элегазовый выключатель представляет собой коммутационный аппарат, который широко применяется в электроустановках класса напряжения от 6,3 до 220кВ.

**Целью исследования** является изучение преимуществ и недостатков элегазовых выключателей в современной электроэнергетике.

**Результаты исследования и обсуждения.** Рассматривая преимущества элегазовых выключателей, следует отметить, что химически элегаз (электротехнический газ) является шестифтористой серой SF<sub>6</sub> (шестифтором) с чрезвычайно инертным соединением. Он не реагирует на кислоты и щелочи, окислители и восстановители. Обладая повышенной устойчивостью к расплавленным металлам, данный газ слабо растворяется в воде и взаимодействует только с органическими растворителями. Элегаз при рабочих давлениях и обычной внешней температуре является безвредным, химически не активным, не горючим газом, обладающим высокой электрической прочностью и теплопроводностью, который в 5 раз тяжелее воздуха по плотности и молекулярной массе [2].

Благодаря тому, что элегазу присуще свойство не стареть (он не изменяет своих химических и физических свойств с течением времени), электрический разряд способствует его распаду, однако данный газ может быстро восстанавливать свою первоначальную диэлектрическую прочность [3]. При температуре до 1000К элегаз инертный и нагревостойкий, до температуры около 500К он химически не активный и не агрессивный по отношению к металлам, применяемым в конструкции распределительных устройств, в состав которых входят элегазовые выключатели. При нахождении элегаза в электрическом поле, он способен захватывать электроны, чем объясняется его высокая электрическая прочность. В результате захвата электронов, в элегазе образуются малоподвижные ионы, медленно разгоняющиеся в электрическом поле. Благодаря высокой электрической прочности элегаза уменьшаются изоляционные расстояния при невысоком рабочем давлении газа, это свойство

позволяет уменьшить массу и габаритные размеры проектируемого электротехнического оборудования, к примеру, гораздо меньшие размеры ячеек панелей комплектных распределительных устройств (КРУ) с применением элегазовых выключателей.

Физические свойства и характеристики элегаза во многом зависят от равномерного и однородного электрического поля, которое создаётся распределительными устройствами. Неоднородности электрических полей вызывают появление местных перенапряжений, приводящих к образованию коронирующих разрядов. Такие разряды вызывают способность разложения элегаза и образования в данной среде низших фторидов, которые негативно воздействуют на конструкционные элементы коммутирующего электрооборудования [3].

Таким образом, к достоинствам выключателей, применяющих элегаз как изоляционную среду, можно отнести следующее:

- возможное использование элегазовых выключателей на любое из напряжений, применяемых в современной отечественной электроэнергетике;
- небольшая масса и габаритные размеры конструкций элегазовых выключателей (гораздо меньше масляного выключателя) сочетаются с бесшумной работой привода;
- гашение дуги происходит в герметически замкнутом газовом объеме без доступа в окружающую среду;
- элегазовый выключатель безвреден для человека, экологически чист, обладает инертной газовой средой;
- наличие большого коммутационного ресурса контактной системы элегазового выключателя;
- имеет свойство работать в режимах переключений больших и малых токов без появления перенапряжений, которые исключают применение устройств ОПН (ограничители перенапряжений);
- взрыво- и пожаробезопасные особенности конструкции элегазовых выключателей.

Однако, элегазовые выключатели, как и любые автоматические устройства, имеют и ряд недостатков:

- достаточно высокую стоимость электрооборудования и затраты, необходимые для эксплуатации, т.к. предъявляются высокие требования к качеству состава элегаза;

- элегаз теряет свои изоляционные свойства и переходит в жидкое состояние при эксплуатации в условиях низкой температуры окружающей среды, таким образом, в отношении температурного режима элегазовых электроустановок предъявляют дополнительные требования: для того, чтобы сгладить температурную проблематику, производят смешивание элегаза с другими видами газов, например с азотом, но самый актуальный и распространённый способ предотвращения перехода элегаза в жидкое состояние - это использование в электроустановках специальных систем подогрева, которые существенно повышают надежность элегазового электрооборудования при эксплуатации в условиях температур минус 40°C и ниже;

- необходимо применять высококачественные уплотнения в резервуарах и магистралях элегазовых выключателей, т.к. элегаз очень текучий.

Также недостатками элегазовых выключателей являются: сложное производство электрооборудования, которое подразумевает необходимость соблюдения высокой чистоты и точности; необходимое наличие специальных устройств, выполняющих наполнение, перекачку и очистку элегаза; относительно высокая стоимость самого элегаза; требования для более внимательного отношения по использованию и учету элегаза.

Таким образом, следует отметить, что несмотря на наличие недостатков, современные элегазовые выключатели представляют собой достойную замену масляным и воздушным коммутационным аппаратам, которые устарели морально и физически, и получающие наибольшее распространение на все классы напряжения. Элегаз, благодаря своей электрической прочности и обладая хорошими эксплуатационными показателями, может обеспечивать

высокой надёжностью выключатели и гарантировать бесперебойную работу всей системы в целом, что позволит энергоснабжающим и энергораспределительным организациям уменьшить количество затрат на послеаварийный ремонт.

Применение и развитие производства элегазовых выключателей является очень перспективным и оптимистичным. В данный момент вакуумные и элегазовые выключатели конкурируют между собой в диапазонах применяемых напряжений от 3,6 кВ до 36 кВ. В диапазонах напряжения от 66 кВ до 132 кВ элегазовые выключатели представлены меньше, чем вакуумные, но в ближайшем будущем они будут применяться в больших масштабах из-за их лучших электротехнических характеристик. В диапазоне коммутирующих напряжений от 220 кВ до 750 кВ, больше применяются элегазовые выключатели из-за преимуществ по стоимости. В элегазовых выключателях при работе в диапазоне напряжений от 3,6 кВ до 36 кВ расширяется применение дугогасительных камер, которые используют принцип вращающейся дуги.

**Выводы.** Электротехнический газ, как лучшая дугогасительная среда, нашёл обширное применение и развитие в различном электротехническом оборудовании из-за ряда своих преимуществ перед уже существующими диэлектрическими средами, которые используются в электротехническом оборудовании. Это такие характеристики, как пожаро- и взрывобезопасность, высокая диэлектрическая прочность, высокая теплопроводность, способность захватывать свободные электроны и малое время, необходимое для восстановления электрической прочности после пробоя и др. Благодаря этим характеристикам у электрооборудования, которое использует элегазовую дугогасительную среду, существенно уменьшаются масса и габариты, увеличивается безопасность эксплуатации, увеличивается срок службы, а также снижаются затраты на обслуживание. Таким образом, элегазовое оборудование имеет отличные перспективы для дальнейшего распространения, развития и использования в электроэнергетике, его развития и усовершенствования.

### Список использованной литературы:

1. Балобанов, Р.Н. Влияние времени эксплуатации элегазового оборудования на состояние изоляции [Электронный ресурс] / Балобанов Р.Н., Лопухова Т.В., Зацаринная Ю.Н // Вестник Казанского технологического университета. – 2012 – №14.
2. Использование элегаза. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://locus.ru/library/equipment\\_/955/page/5/](http://locus.ru/library/equipment_/955/page/5/). – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2018).
3. Кох, Д. Свойства SF<sub>6</sub> и его использование в коммутационном оборудовании среднего и высокого напряжения [Электронный ресурс] / Д. Кох // Техническая коллекция. –2006 – №2 – С 6 – 10.

УДК 621.313

Рейнгард А.В.<sup>1</sup>, Дурново М.А.<sup>2</sup>, Авдеев Б.А.<sup>3</sup>

1, 2 – студентки 3-го курса направления подготовки «Продукты питания животного происхождения» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,

3 – канд. тех. наук, доцент кафедры ЭСиАП ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИВОДА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ РАЗОМКНУТОГО ТИПА

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются процесс моделирование привода асинхронного двигателя разомкнутого типа с применением широтно-импульсной модуляции. В качестве инвертора был использован трехфазный мост на базе IGBT-транзисторов. Приведены выходные характеристики привода при нелинейной нагрузке на вал двигателя.

**Ключевые слова:** ШИМ, асинхронный двигатель, инвертор.

**Abstract.** This article is described the simulation of an open-type induction motor with pulse width modulation. As the inverter was used a three-phase bridge based on IGBT-transistors. Output characteristics of the drive with nonlinear load on the motor shaft are given.

**Keywords:** PWM, asynchronous motor, inverter.

**Введение.** Благодаря развитию вычислительных мощностей, появилась возможность заранее просчитывать выходные параметры системы для того, чтобы обеспечить оптимальные параметры работы производственного оборудования [1]. Для управление переменной скоростью электрических машин переменного тока в современных производствах использует принудительно коммутируемые электронные переключатели, такие как IGBT, MOSFET и GTO.

Асинхронные машины, питаемые импульсными преобразователями с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), теперь постепенно заменяют двигатели постоянного тока и тиристорные мосты. Благодаря использованию ШИМ в сочетании с современными технологиями управления, можно получить такую же плавность и широкий диапазон управления скоростью и крутящим моментом, что и для машин постоянного тока.

**Целью исследования** является определение выходные характеристики привода при нелинейной нагрузке на вал двигателя.

**Материалы и методы исследования.** Для моделирования сложной системы воспользуемся САПР MATLAB/Simulink, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели [2].

В качестве двигателя используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором ( $P_n=2.2$  кВт,  $U_n=380$  В,  $f_n=50$  Гц), модель которого берется из пакета SimPowerSystems.

Т.к. современное производство требует сложного управление с изменением частоты вращения и крутящего момента в зависимости от операции и нагрузки на двигатель, то целесообразно устанавливать управляемый трехфазный инвертор для реализации скалярного или векторного управления. Такие машины, как асинхронные двигатели, могут использоваться как в генераторе, так и в режиме двигателя в сочетании с линейным и нелинейным элементом, которые могут использоваться для расчета и моделирования электромеханических переходных процессов в электрической сети. Они также могут быть объединены с силовыми электронными устройствами для имитации приводов. Для питания двигателя используем автономный инвертор, построенный на базе шести IGBT-транзисторов и шести диодов, включенных в противофазе.

Источником импульсов является генератор ШИМ-сигнала (PWM Generator 2-level), с частотой  $18 \cdot 50$  Гц. Блок PWM Generator генерирует импульсы для трехфазного инвертора с широтно-импульсной модуляцией, на основе несущей с использованием двухуровневой топологии.

В качестве источника питания выступает источник постоянного тока с напряжением на зажимах 400 В. Входными сигналами являются напряжение на двигателе и момент сопротивления; выходными сигналами – частота вращения ротора, ток статора и электромагнитный момент. Т.к. нагрузка на электропривод в современных технологических процессах должен работать в различных режимах при различных режимах, то зададимся сложным моментом сопротивления  $M_c$ :

$$M_c = M_{ст} + M_{дин} + M_{лин};$$

где  $M_{ст} = 2$  Нм – статический момент сопротивления (например, момент трения);

$M_{дин} = 7 \cdot 10^{-4} \cdot \omega^2$  Нм – динамический момент сопротивления, зависящий от квадрата частоты вращения (вентиляторная характеристика);

$M_{лин} = 2 \cdot t$  Нм – линейный момент сопротивления, изменяющийся в зависимости от времени (начало сдвинуто на 0,2 с, что демонстрирует задержку по времени для начала производственного процесса). Для ограничения момента стоит ограничитель со значением 20 Нм.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Модель ШИМ привода асинхронного двигателя с открытым контуром (разомкнутого типа) представлен на рисунке 1.

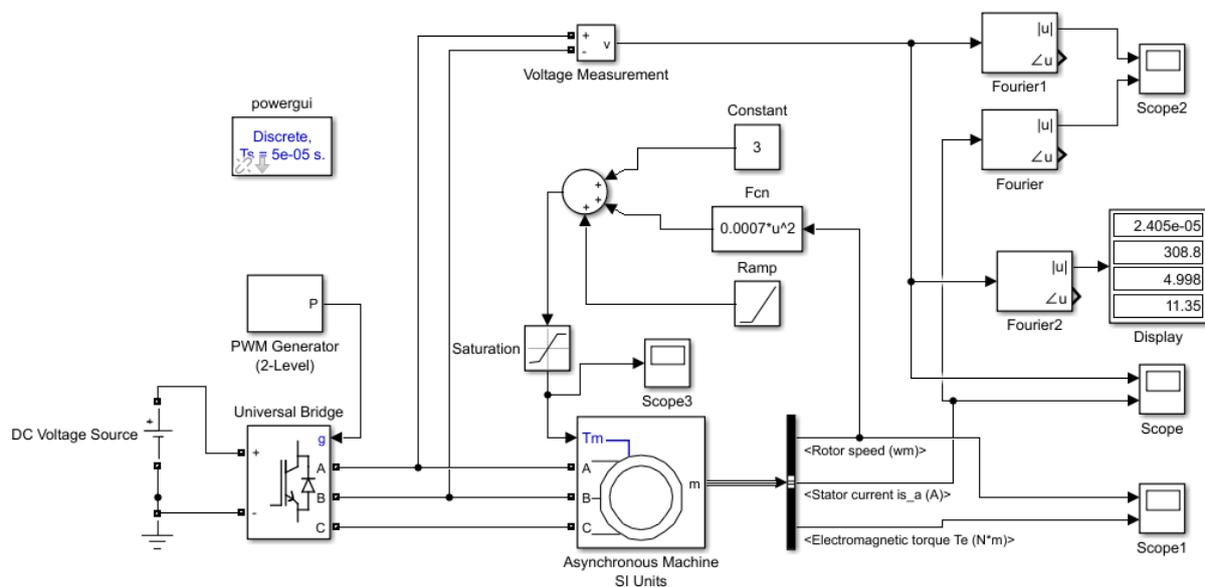


Рисунок 1 – Simulink-модель ШИМ привода асинхронного двигателя с открытым контуром

Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

Как можно видеть из полученных зависимостей, пусковой ток довольно высокий ( $I_n=49$  А, в то время как  $I_{ycm}=17$  А), но т.к. данное отношение на превышает 3, то пусковой ток является допустимым. К недостатку схемы можно отнести колебания момента с периодом равным 50 Гц и амплитудой в 10 Нм.

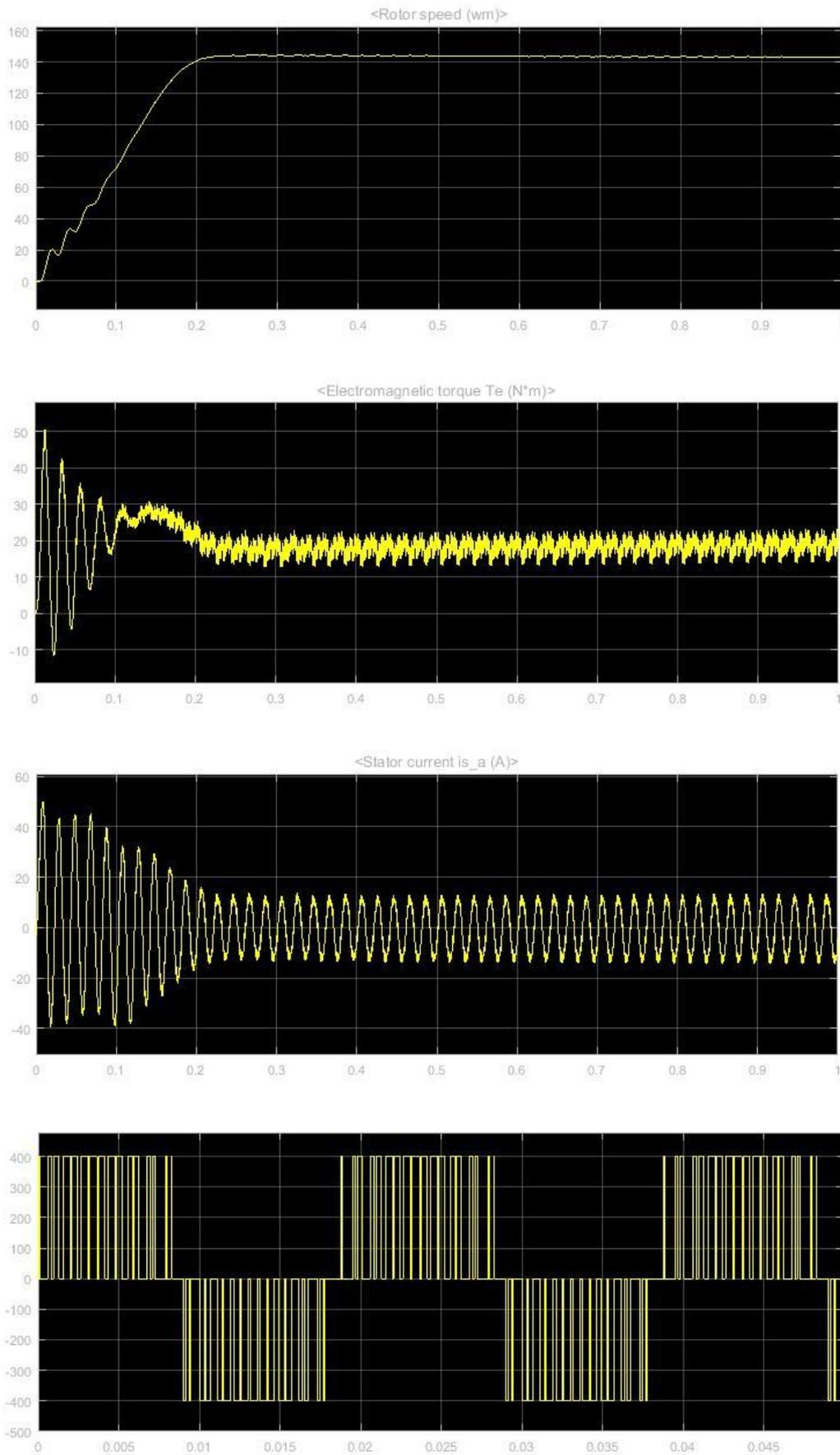


Рисунок 2 – Зависимости  $\omega(t)$ ,  $M(t)$ ,  $I_a(t)$  и  $U_a(t)$

Благодаря анализатору гармоник Fourier и Display можно оценить гармоники высоких порядков:

0 Гц	2,04*10 <sup>-5</sup> В;
50 Гц	308,8 В;
100 Гц	4,8 В;
150 Гц	11,35 В;
200 Гц	3,437 В;
250 Гц	3,622 В;
300 Гц	4,18 В;
350 Гц	3,938 В;
400 Гц	2,008 В;
450 Гц	5,103 В;
500 Гц	5,88 В;
550 Гц	2,741 В.

Таким образом, можно высчитать коэффициент не синусоидальности напряжения [3]:

$$k_U = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{12} U_i}}{U_n} \cdot 100\% = 0,25\% .$$

Данная величина является допустимой для работы асинхронного двигателя

**Выводы.** Анализ модели, проведенной с использованием Simulink, позволил сделать выводы, что электроприводы со скалярным управлением разомкнутого типа можно применять для производственных процессов. Дальнейшим направлением исследования будет являться применение замкнутой системы автоматического управления асинхронного двигателя для прецизионного управления.

### Список использованной литературы

- Zhukov, V. The application of mathematical modeling for the development of devices as an example of viscous fluid purification from magnetic impurity / V. Zhukov, E.

Masyutkin, B. Avdeyev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017. – № 177. – Pp. 012015.

10. Черных, И. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. Черных. – М.: ИД Питер, 2007. – 288 с.

11. Кужеков, С.Л. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учеб. пособие для вузов / С. Л. Кужеков, Е. П. Варфоломеев, В. И. Нагай. – Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2011. – 134 с.

**УДК 532.6**Старовойтов П.П.<sup>1</sup>, Шишкин И.С.<sup>2</sup>, Уколов А.И.<sup>3</sup>, Попова Т.Н.<sup>4</sup>

1 – курсант 2-го курса направления подготовки «Эксплуатация судовых энергетических установок» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – курсант 1-го курса направления подготовки «Эксплуатация судовых энергетических установок» ФГБОУ ВО «КГМТУ», darkusan17@mail.ru, 3 – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, физики и информатики ФГБОУ ВО «КГМТУ», 4 – д-р пед. наук, заведующий кафедрой математики, физики и информатики ФГБОУ ВО «КГМТУ»

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ СУПЕРГИДРОФОБНОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ МАРКИ А40S**

**Аннотация.** В работе рассмотрен процесс подготовки поверхности и описана методика создания супергидрофобного слоя путем двухстадийного распыления жидких реагентов. Апробация, используемого метода, выполнена на образцах судостроительной стали марки А40S. С помощью оптических наблюдений и анализа угла контакта капель воды на поверхности образцов показано появление эффекта несмачивания при наличии осажденного слоя. Полученные результаты способствуют дальнейшему применению супергидрофобных поверхностей для защиты от коррозии и биологических обрастаний морских плавательных средств.

**Ключевые слова:** супергидрофобные поверхности, судостроительная сталь, смачивание, капиллярность, угол контакта.

**Abstract.** The work deals with the surface preparation process and describes the technique for creating a superhydrophobic layer by two-stage sputtering of liquid reagents. Approbation, the method used, was performed on samples of ship-building steel grade A40S. With the help of optical observations and analysis of the contact angle of water droplets on the surface of the samples, the appearance of the non-wetting effect in the presence of a deposited layer is shown. The obtained results promote the further use of superhydrophobic surfaces for protection against corrosion and biological fouling of marine swimming means.

**Key words:** superhydrophobic surface, shipbuilding steel, wetting, capillarity, contact angle.

**Введение.** Микро- и/или наноструктурированные поверхности гидрофобного материала, известные как супергидрофобные поверхности (СГП), показали себя как новое средство для обеспечения контроля потока, снижения вязкого трения, а, следовательно, и сопротивления движению. В современных технических установках различных типов супергидрофобность (самоводоотталкивание) поверхности используется как средство защиты от обледенения, антикоррозии и самоочистки, в основном, из-за их способности удерживать воздушные «карманы» в поверхностных текстурах при нахождении под водой [1], а также при устойчивом воздействии воды (влаги) или водного потока.

Экспериментальные, численные и аналитические исследования показали уменьшение сопротивления на СГП, как ламинарному, так и турбулентному

течениям. Это подтверждает тот факт, что СГП поверхности могут использоваться в морских условиях с целью сокращения расхода топлива при сохранении тяговой силы.

Супергидрофобные покрытия используются в качестве пассивного метода и потенциально могут стать эффективной альтернативой более сложным и энергоемким активным или реактивным методам контроля потока жидкости. Тем не менее, значительные проблемы, которые необходимо решить для того, чтобы производство таких покрытий было реальным, не теряют своей актуальности, что связано с некоторыми неразрешенными свойствами СГП:

- во-первых, микроструктура покрытия должна быть достаточно прочной, чтобы препятствовать напряжению сдвига без эрозии, особенно в условиях турбулентного потока;
- во-вторых, покрытие должно сохранять свою гидрофобность в течение приемлемого периода времени (разумная долговечность);
- в-третьих, если покрытие становится гидрофильным, следует разработать метод рециркуляции, чтобы вернуть ему гидрофобное состояние;
- в-четвертых, СГП должна быть устойчивой в условиях активности окружающей среды: соленость воды, глубина, циркуляция и биологические обрастания;
- в-пятых, процессы создания СГП требуют новых методик и технологий для расширения их применения от лабораторных масштабов до крупных промышленных приложений.

Все эти проблемы требуют дальнейших экспериментальных исследований и разработок, выполненных, в первую очередь, в реальных условиях эксплуатации и на материалах, используемых в морской среде.

**Целью** работы являются исследование процесса подготовки поверхности и описание методики осаждения поверхностного слоя с супергидрофобными свойствами на образцах судостроительной стали марки А40S.

**Материалы и методы исследования.** В эксперименте использовали

судостроительную сталь, обладающей высокой прочностью и пластичностью, марки А40S. Сталь этой марки предназначена для изготовления корпусов или других сварочных конструкций судов и плавучих сооружений. Образцы размером 8×90×50 мм (рис. 1-а) были получены при сотрудничестве с научно-исследовательской лабораторией Судостроительного завода «Залив». Химический состав стали марки А40S представлен в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Химический состав стали марки А40S

Марка	C, не более	Mn	Si	P и S, не более	Cr	Ni	Cu	Al
A40S	0,12	0,5 -0,8	0,8-1,1	0,035	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,015-0,06



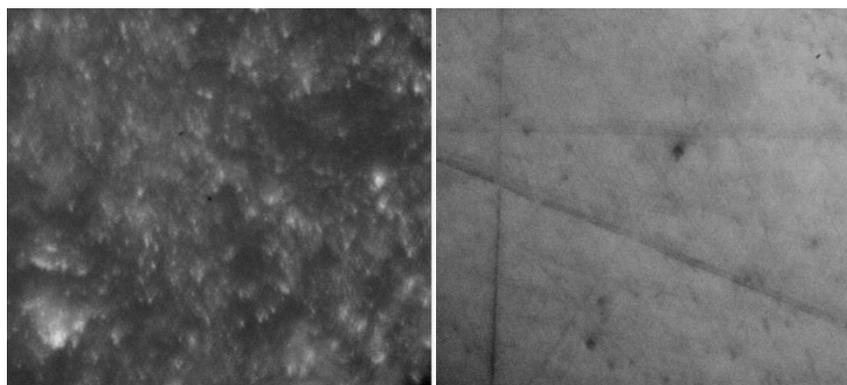
Рисунок 1 – Поверхность экспериментальных образцов после проката (а) и полировки (б)

Механические свойства стали марки А40S при  $T = 20$  °С: предел кратковременной прочности 530 ÷ 690 МПа, предел текучести для остаточной деформации 390 МПа, относительное удлинение при разрыве 19 %.

Поверхность образцов предварительно шлифовалась с уменьшением зернистости абразива. Финишная механическая полировка осуществлялась раствором диоксида хрома  $Cr_2O_3$  в чистом керосине, до достижения зеркальной поверхности (рис. 1-б).

Качество подготовленной поверхности подтверждается и микроскопическими наблюдениями (рис. 2) при помощи оптического микроскопа на базе МБР-1 с люминесцентным осветителем ОИ-18А и

сопряженной с микроскопом цифровой фотокамеры Canon EOS550D.



*a* *б*  
Рисунок 2 – Микроструктура необработанной (*a*) и полированной (*б*) поверхности стали марки А40S

Несмотря на присутствии дефектов обработки (рис. 2-*б*), полированная поверхность имеет равномерный рельеф по сравнению с необработанным образцом (рис. 2-*а*).

Очищенная поверхность подвергается воздействию гидрофобного раствора путем нанесения двухслойного покрытия. На поверхность образца стали первым наносился базовый слой, содержащий метилизобутилкетон, бутилацетат и минеральные спирты, путем равномерного распыления в 2-3 прохода с расстояния около 15 см в течение 3-4 с. После чего слой просыхал при нормальных условиях, созданных в лаборатории в течение 30 минут. Затем выполнялось осаждение верхнего покрытия, содержащего наночастицы диоксида кремния. Поверхность сохраняется для дальнейшей сушки в обычных лабораторных условиях в течение примерно 12 часов до проведения исследований по ней.

**Результаты и обсуждение.** На рис. 3 показана форма капли дистиллированной воды, которая находится на естественной, полированной и супергидрофобной поверхности стали марки А40S.

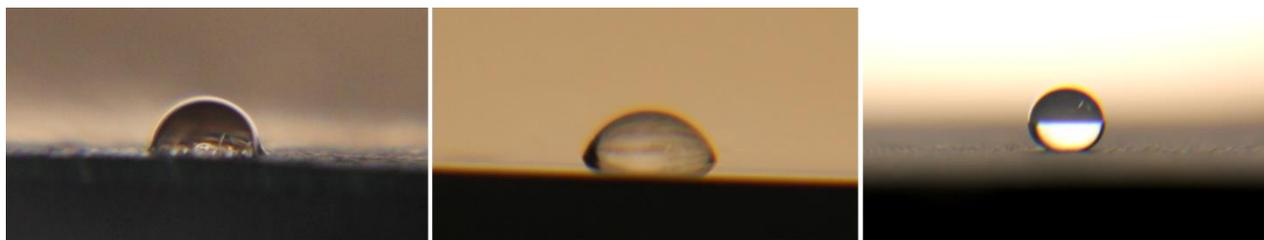
*a**б**в*

Рисунок 3 – Капля воды на естественной (*a*), полированной (*б*) и супергидрофобной (*в*) поверхности стали марки А40S

Изменение угла контакта капли с поверхностями связано с их различной обработкой и наличием супергидрофобного слоя. Переход от острого краевого угла к тупому на поверхности осажденного слоя свидетельствует о его гидрофобных свойствах и присутствию эффекта несмачивания в отличие от необработанного и полированного образцов.

**Выводы.** Адекватность и корректность описанной и осуществленной методики по подготовке поверхности и нанесению супергидрофобного слоя на образцы судостроительной стали марки А40S подтверждаются оптическими наблюдениями капель воды и анализом угла контакта капли.

Полученные результаты дают возможность получения и дальнейшего исследования защитных покрытий для конструкций и механизмов, используемых в морской среде, эффективность работы которых зависит от явления абсолютного несмачивания твердой поверхности, в том числе судостроительной стали.

#### Список использованной литературы:

1. Samaha, M. A. Superhydrophobic surfaces: From the lotus leaf to the submarine [Text] / M. A. Samaha, H. V. Tafreshi, M. Gad-el-Hak // C. R. Mecanique. – 2010. – V. 340. – P. 18–34.
2. ГОСТ 5521-93. Прокат стальной для судостроения. Технические условия. – Введ. 01.01.96. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1995. – 22 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, НА ПРИМЕРЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЛОАГРЕГАТА «КОАВ–200»

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются модернизация котельной установки «КОАВ-200». В следствие чего облегчается контроль параметров, упрощается диагностика и обеспечивается плавная регулировка температуры. Регулирование основано на нечеткой логике.

**Ключевые слова:** Котлоагрегат, котел, модернизация, температура, нечеткая логика.

**Abstract.** In this article, modernization of the boiler installation «KOAV-200» is considered. As a result, parameter monitoring is facilitated, diagnostics are simplified and a smooth temperature control is provided. Regulation is based on fuzzy logic.

**Keywords:** Boiler, modernization, temperature, fuzzy logic.

**Введение.** В настоящее время на судах и предприятиях большое количество дорогостоящего, но устаревшего оборудования. Приобретение новых аналогов не всегда целесообразно, поэтому судовладельцы и владельцы предприятий предпочитают произвести модернизацию оборудования. С целью обеспечения соответствия современным требованиям.

**Цель исследования.** Целями работы являются – снижение затрат на эксплуатацию, обеспечение плавности регулирования температуры и упрощение диагностики неисправностей.

В решении поставленной проблемы поможет использование программно-аппаратного моделирования (ПАМ). Таким образом, не имея доступа к реальной проектируемой или модернизируемой установке, ПАМ позволит обеспечить моделирование работы некоторых подсистем установки в условиях, приближенных к реальным, что даст возможность эффективнее производить настройку параметров системы управления на этапе ее проектирования [1].

**Практическая реализация.** Схема управления котлоагрегата КОАВ – 200 (рис. 1.) работает по следующему принципу: к передней части топки котла крепят форсунку 8. Электрическая часть системы управления включает: регулятор температуры 5, фоторезистор 6, трансформатор зажигания топлива с

электродами зажигания 7, регулятор температуры в помещении 4 и электродвигатели (1, 12).

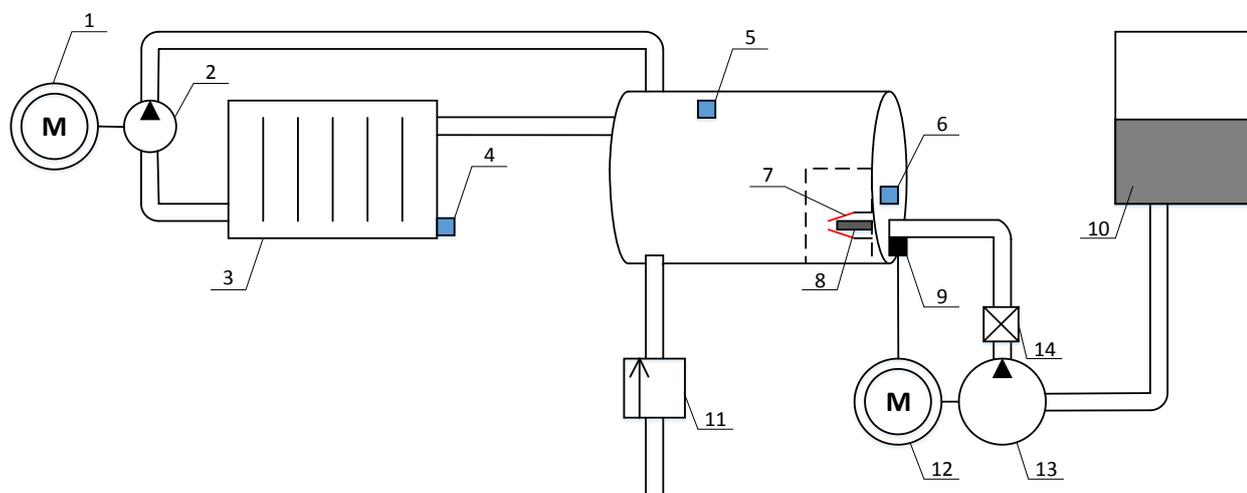


Рисунок 1 – Схема системы управления котлоагрегата «КОАВ-200»

При пуске под напряжением оказывается электродвигатель циркуляционного насоса 2, прокачивающего воду через систему отопления, электродвигатель 12 (с помощью которого так же осуществляется привод вентилятора 9) вводит в действие топливный насос 13, соединенный с топливной цистерной 10 и топливной форсункой 8. Топливо воспламеняется дугой, возбуждаемой трансформатором между электродами зажигания 7. При появлении факела в топке фоторезистор 6 своими контактами размыкает цепь электродов зажигания. В случае не воспламенения топлива контакты фоторезистора удерживают под током цепь электродов зажигания в течение 10 секунд с момента пуска топливного насоса. Если топливо не воспламенится реле времени разрывает цепь управления электродвигателя 12. Аналогично действует фоторезистор при обрыве факела. Регулятор 5 замыкает цепь управления, когда температура воды в котле понижается до  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  и, наоборот, отключает котельную установку при повышении температуры до  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Аналогично действует регулятор температуры воздуха. При температуре воздуха в помещении  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  он размыкает цепь управления циркуляционного насоса 2, а при снижении температуры воздуха в помещении до  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  снова

подключают его к отопительной батарее 3. Подпитка котла водой производится автоматически через редукционный клапан 11, срабатывающий при падении давления в котле до 0,18 Мпа [2].

Как видно система автоматизирована, но отсутствует возможность производить контроль параметров. Для увеличения эффективности данной установки целесообразно использовать регулирование скорости подачи топлива с помощью управления степенью открытия топливного клапана, которая меняется в зависимости от температур в помещении и внутри котла. Упрощения диагностики и контроля параметров можно добиться с помощью введения новых датчиков и замены системы управления на микроконтроллерную, которая будет осуществлять управление топливным клапаном, заниматься обработкой данных с датчиков и выводом информации на дисплей будет микроконтроллер.

С учетом всех нововведений схема управления котлоагрегатом после модернизации представлена на рисунке 2.

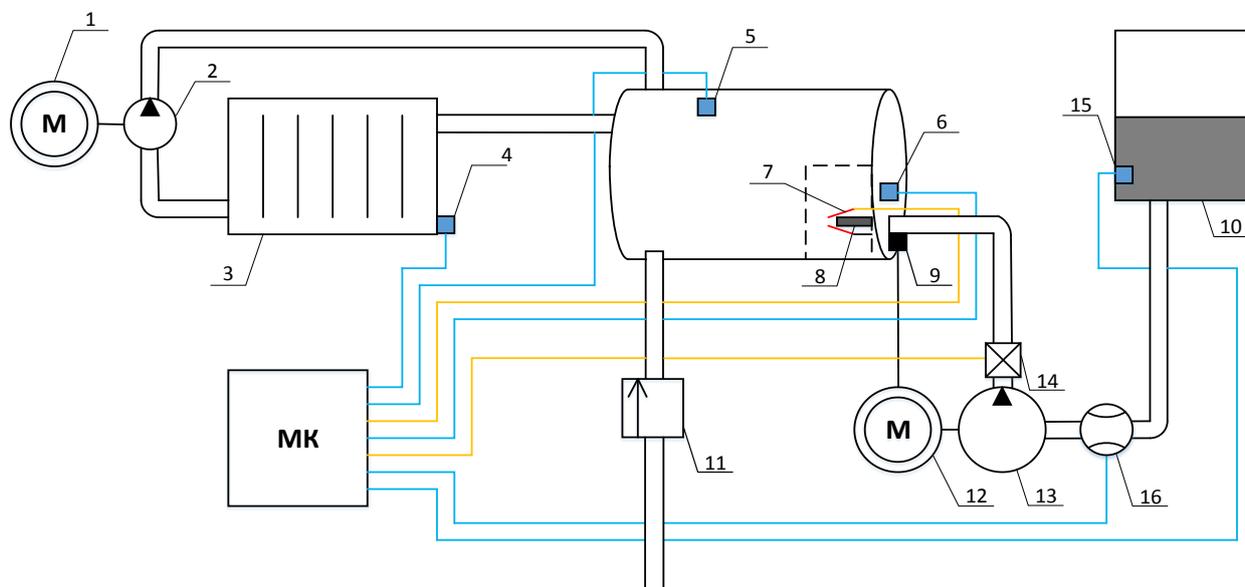


Рисунок 2 – Модернизированная схема системы управления котлоагрегата «КОАВ-200»

В схеме были проведены замены: регулятор температуры воды в котле, на датчик температуры 5; фоторезистор, на датчик освещенности 6; регулятор температуры воздуха, на датчик температуры 4; электромагнитный клапан, на электромеханический клапан 14.

В схему были добавлены: герконовый датчик 15, для сигнализации о низком уровне топлива в баке; расходомер 16, для контроля расхода топлива; а также микроконтроллер МК.

Основные параметры котлоагрегата КОАВ – 200:

- КПД – 90%;
- Потребляемая мощность – 2,0 кВт;
- Тип топлива – дизельное;
- Объём воды – 200 л.

На рисунке 3. изображена степень открытия клапана в зависимости от температур в помещении и в котле.

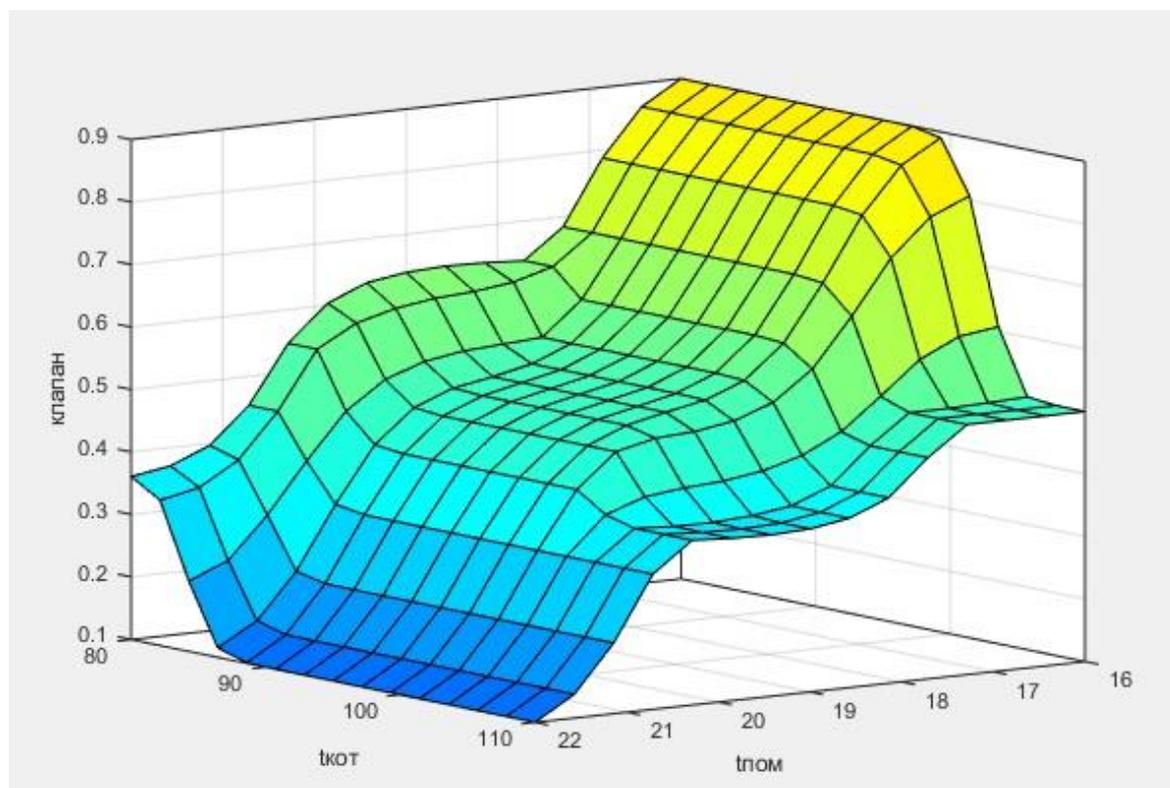


Рисунок 3 – Зависимость открытия клапана от температур

С помощью модели построенной в среде Simulink, можно изучить поведение регулятора при воздействии внешней среды. Описанные выше изменения обеспечивают контроль параметров в реальном времени, задание температуры и также поддержание заданной температуры с меньшим разбросом чем при релейно-контакторной системе управления. График изменения температуры до модернизации при заданных 22 °С показан на рисунке 4

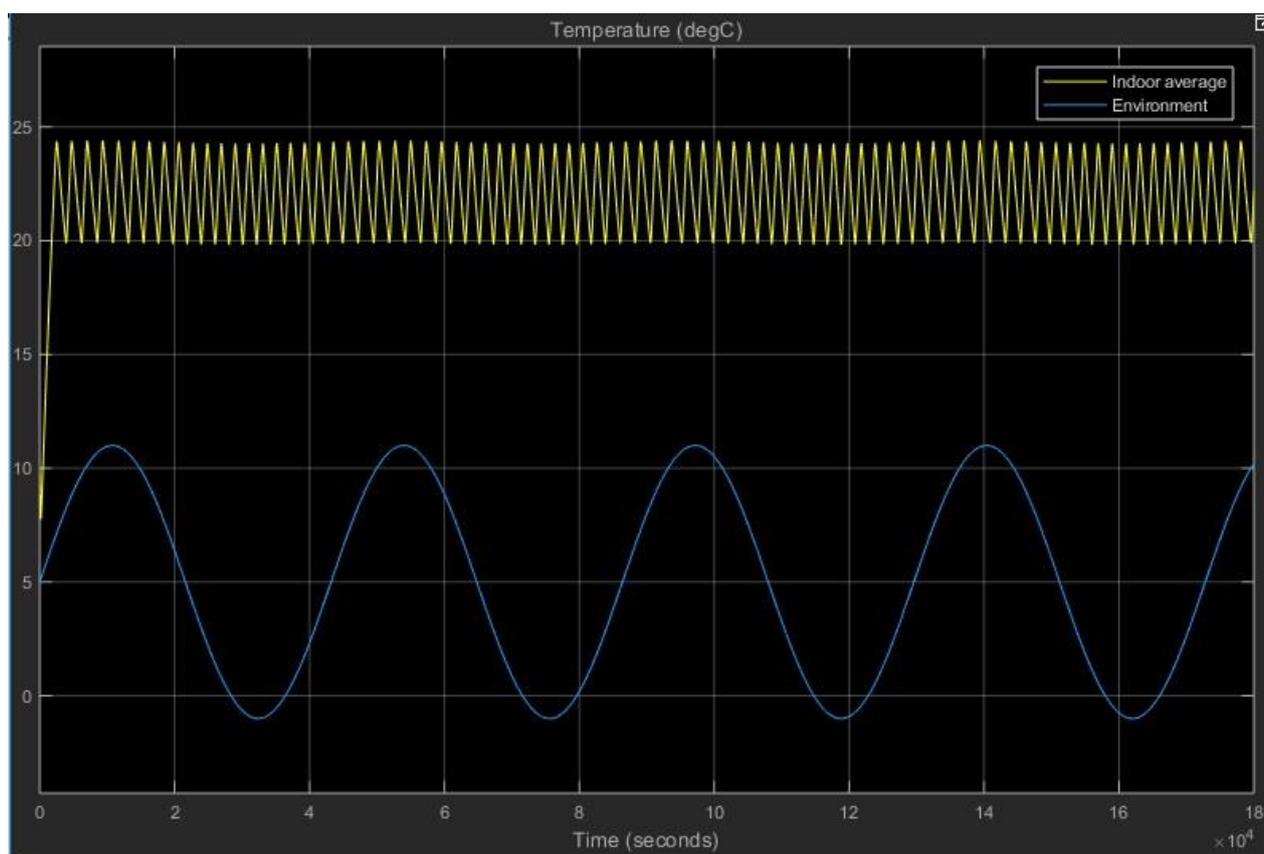
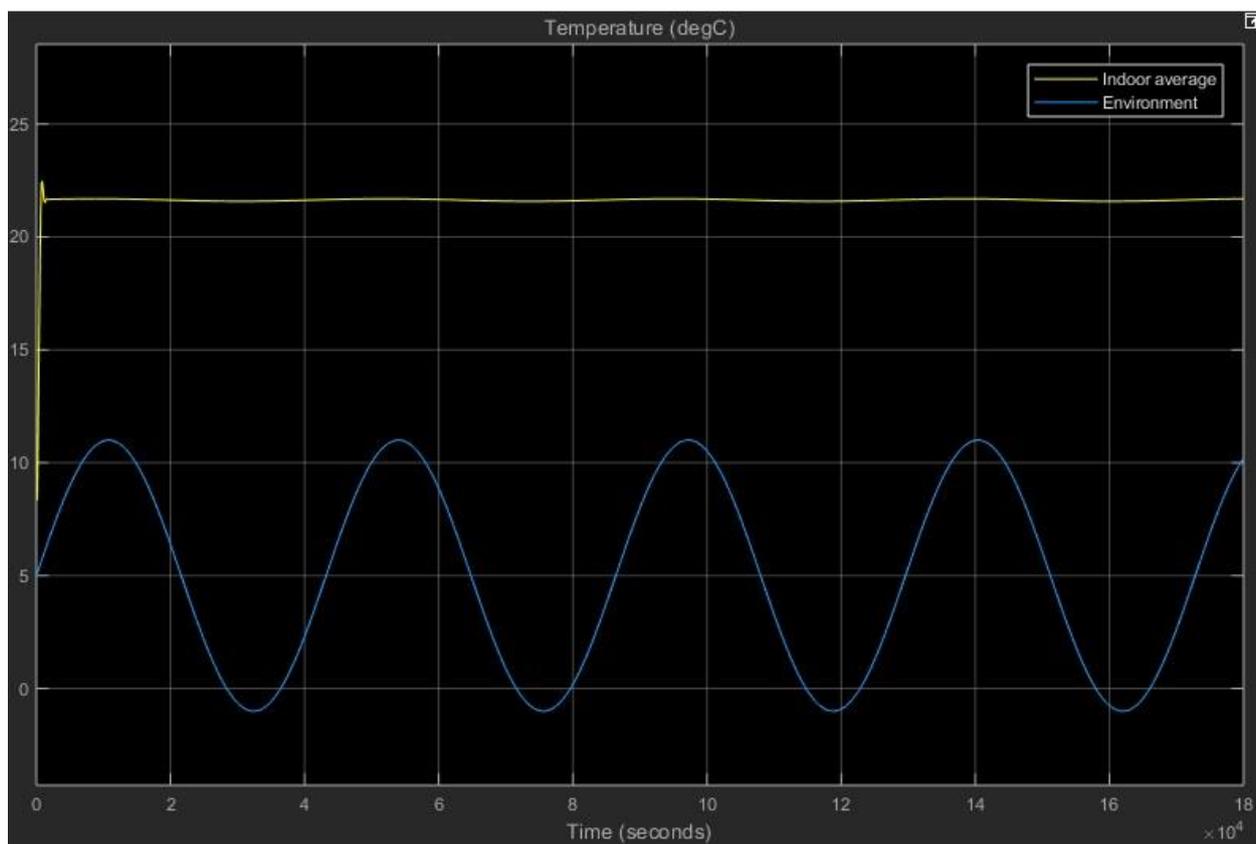


Рисунок 4 – График изменения температуры до модернизации

График изменения температуры после модернизации при заданных 22°С показан на рисунке 5.



Рисунке 5 – График изменения температуры после модернизации

**Выводы.** После проведения модернизации котлоагрегата КОАВ – 200 при помощи электромеханического клапана, управляемого микроконтроллером, обеспечивается поддержание заданной температуры без скачков. Это позволит использовать данную установку в тех условиях, когда скачки температуры недопустимы. Вывод данных с датчиков на дисплей позволяет проще осуществлять контроль параметров, облегчает диагностику и упрощает эксплуатацию установки.

### Список использованной литературы

1. Вынгра, А. В. Использование программно–аппаратного моделирования при проектировании системы управления судовой холодильной установкой / А. В. Вынгра, Б. А. Авдеев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2017. – №4(44). – С. 807 с.
2. Сизых, В. А. Судовые энергетические установки: Учеб. для средних ПТУ / В.А. Сизых. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 205 с.

2. Трофус, М. В. Моделирование в системе структурного и имитационного моделирования Simulink / М.В. Трофус // Вестник Казанского технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 8. –С 107–110.

УДК 621.3.048

Хутро Н.Н.<sup>1</sup>, Жидких К.С.<sup>2</sup>, Авдеев Б.А.<sup>3</sup>

1 - курсант 4-го курса направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника» ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – старший электрик авто паромы «Ейск», 3- канд. тех. наук, доцент кафедры ЭС и АП ФГБОУ ВО «КГМТУ»

## УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СУШКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ВНЕШНИМИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются способы сушки изоляции двигателей внешними нагревательными устройствами. Также рассматривается применение устройства для поддержания заданной температуры основанное на плате с микроконтроллером Arduino Uno. Приводится принцип работы, внешний вид и алгоритм работы устройства.

**Ключевые слова:** Сопротивление, диммер, датчик температуры, нагревательный элемент, сушка.

**Abstract.** This article describes methods of drying engine insulation with external heating devices. It also considers the use of a device to maintain a given temperature based on a board with an Arduino Uno microcontroller. The principle of operation, appearance and algorithm of the device operation is given.

**Keywords:** Resistance, dimmer, temperature sensor, heating element, drying.

**Введение.** Одной из основных проблем при сушке двигателей внешними нагревательными устройствами является длительная сушка и постоянное поддержание температуры.

**Цель исследования.** В процессе эксплуатации двигателей происходит снижение сопротивления изоляции обмоток двигателей [1]. Для повышения сопротивления изоляции требуется провести техническое обслуживание. Один из способов повышения сопротивления изоляции - нагрев обмоток двигателя внешними нагревательными устройствами [2]. Для сильно отсыревших машин постоянного тока этот метод является единственно возможным, а для электродвигателей переменного тока наиболее целесообразным. Сушка внешним нагревом осуществляется воздуходувками и другими нагревательными устройствами, к примеру: печи сопротивления, лампы накаливания или инфракрасного излучения (рис. 1) и т.д.



Рисунок 1 - Устройства для сушки электродвигателей: а- сушка электродвигателя воздуходувкой; б- лампа инфракрасного излучения; в- печь сопротивления

Для данных способов сушки изоляции требуется поддержание температуры нагрева, и довольно длительная сушка - 12 – 20 часов.

**Практическая реализация.** С этой целью было разработано устройство для поддержания температуры нагрева, основанное на микроконтроллере Arduino.

Для плавного регулирования напряжения на нагревательном элементе был разработан сетевой диммер на основе 2-х оптопар (оптопара детектора нуля и оптопара симистора) и самого симистора. Принципиальная схема диммера приведена на рис.2.

Классическую широтно- импульсную модуляцию (ШИМ) использовать в данном случае невозможно, т.к. ключ через который регулируется сигнал (симистор) будет открываться и пропускать в нагрузку участки синусоиды, имеющие разную мощность. В данном случае плавное регулирование осуществить не возможно, сигнал на выходе будет беспорядоченный (рис.3).

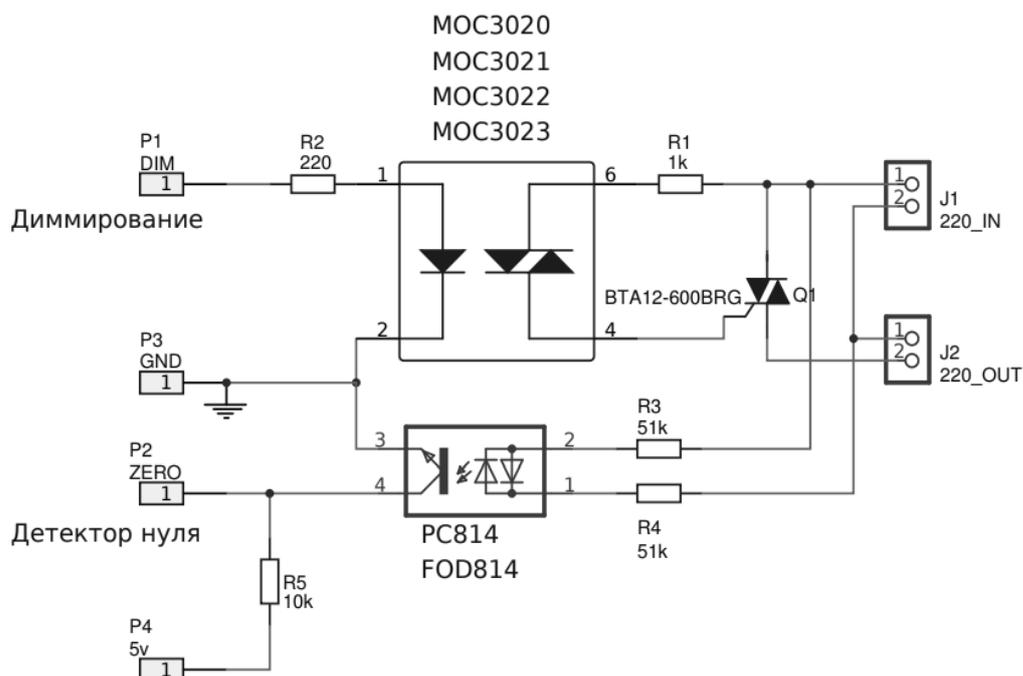


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная диммера

Для того чтобы избежать без упорядоченного сигнала на выходе, надо знать, когда подать управляющий сигнал на симистор, то есть привязать управляющий сигнал к управляемому. Для этого достаточно знать, когда сигнал проходит через ноль. Для этих целей необходимо использовать детектор нуля, который открывает симистор в нужный момент времени. Изменяя время, которое управляющий ключ находится в открытом состоянии, мы можем плавно изменять отдаваемую мощность [3].

Момент прохождения сетевого напряжения через 0, можно определять с помощью оптопары детектора нуля. Таким образом на выходе детектора нуля получаем короткие положительные импульсы в момент когда напряжение в сети проходит через 0.

Для практической реализации был разработан алгоритм (рис.4). На основании алгоритма был написан программный код и прошит микроконтроллер Arduino.

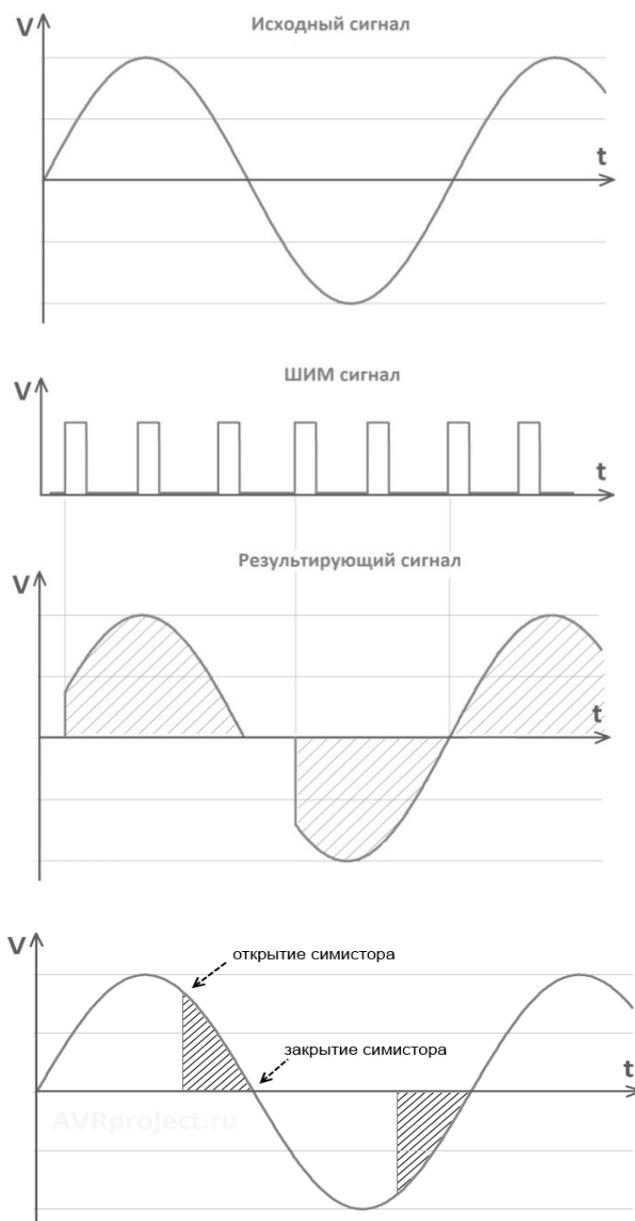


Рисунок 3 – Использование ШИМ при регулировании мощностью нагрузки  
 а) без оптопары детектора нуля; б) с оптопарой детектора нуля

В качестве нагревательного элемента служит лампа накаливания, мощностью 60 Вт. Выделение теплоты контролируется датчиком температуры на основе термосопротивления. Информация с датчика температуры поступает на микроконтроллер Arduino. Arduino формирует сигнал, подаваемый на диммер, который изменяет напряжение, подаваемое на нагревательный элемент, таким образом, чтобы температура поддерживалась в установленных пределах.

Задание температуры и других параметров осуществляется с помощью панели управления. Для отображения параметров в реальном времени и их настроек использован ЖК дисплей. Внешний вид установки приведен на рисунке 5.

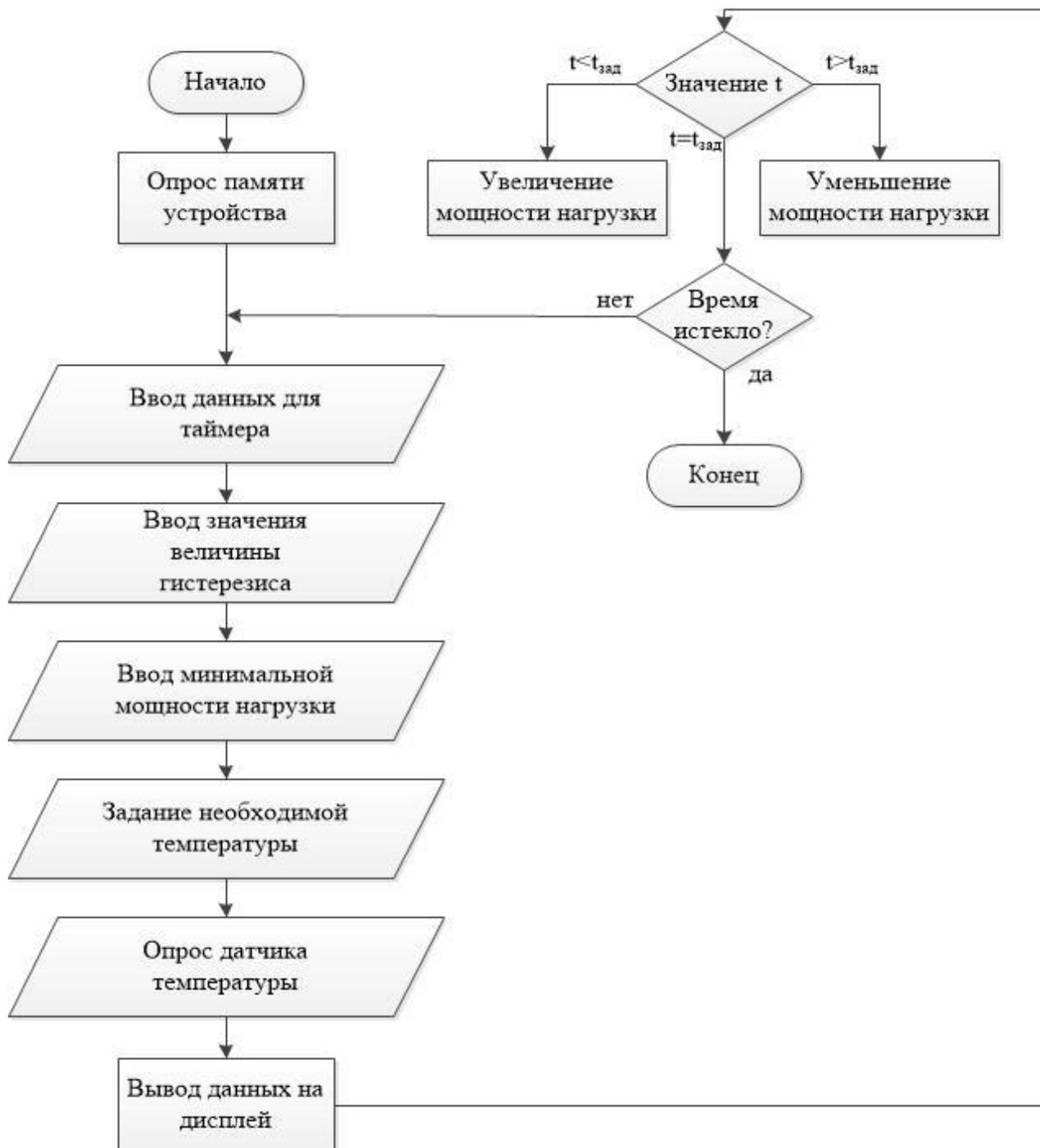


Рисунок 4 – Алгоритм работы устройства



Рисунок 5 – Внешний вид установки

**Выводы.** В данной статье были рассмотрены способы сушки изоляции двигателей, для сушки двигателей внешними нагревательными устройствами была разработана установка для автоматического поддержания температуры на микроконтроллере Arduino. Так же был разработан алгоритм и на основании его был написан программный код и прошит микроконтроллер Arduino. Система тестировалась неоднократно, показало работоспособность при разных условиях. Таким образом, устройство готово к применению в реальном производстве.

### Список использованной литературы

1. Кузнецов, С.Е. Основы технической эксплуатации судового электрооборудования и автоматики: учебник / С. Е. Кузнецов, В. С. Филеев – СПб.: Судостроение, 1995. – 448 с.
2. Руководство по ремонту электродвигателей ИЧО – 996 – 233.022 РС НПО "Югрыбтехцентр". – 1989. – 90 с.
3. Вынгра, А. В. Использование программно–аппаратного моделирования при проектировании системы управления судовой холодильной установкой / А. В. Вынгра, Б. А. Авдеев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2017. – №4(44). – С. 806–813.