

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ПЕРЕХОД НА ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

XIV Национальная научно-методическая конференция
(г. Санкт-Петербург, 20–22 октября 2025 г.)
Материалы

Сборник научных работ

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2025

УДК [378 + 639.2/.3] (06)

Составители:

***А. А. Недоступ**, кандидат технических наук,*
заместитель председателя НМС РХ ФУМО ВО,
проректор по отраслевой научно-методической деятельности,
заведующий кафедрой промышленного рыболовства
ФГБОУ ВО «КГТУ»
***Ю. К. Алдушина**, кандидат биологических наук,*
директор Центра НМС РХ ФУМО ВО,
доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры
ФГБОУ ВО «КГТУ»

Переход на федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Лучшие практики рыбохозяйственного образования / сост.: А. А. Недоступ, Ю. К. Алдушина / XIV Нац. науч.-метод. конф. (г. Санкт-Петербург, 20–22 октября 2025 г.): материалы: сб. науч. работ. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – 80 с.

ISBN 978-5-94826-849-1

Сборник содержит статьи, характеризующие особенности современного периода развития рыбохозяйственного образования в России: расширение и формирование новой профессиональной образовательной среды на базе научно-методического совета по рыбному хозяйству в составе ФУМО и федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Сборник рассчитан на специалистов в области рыбного хозяйства, аспирантов и студентов.

Табл. 6, рис. 24, список лит. – 40 наименований

ISBN 978-5-94826-849-1 УДК [378 + 639.2/.3] (06)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Алдушин А. В., Алдушина Ю. К. Автоматизированное определение возраста рыб по изображениям регистрирующих структур методом нейросетевого анализа 4

Васильев А. А., Гусева Ю. А., Елеев Э. Л. Особенности нового профиля магистратуры «Биологическое благополучие и ихтиопатология объектов аквакультуры»……11

Калайда М. Л. Использование результатов деятельности научно-консультационного центра «Аквабиокультура» при кафедре водные биоресурсы и аквакультура в ФГБОУ ВО «КГЭУ» в учебном процессе 19

Литвиненко А. В. Реализация профессиональных компетенций студентами направления 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура при выполнении проекта по программе Приоритет-2030 31

Недоступ А. А., Львова Е. Е. Концепция новой специальности – «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности»……...39

Недоступ А. А., Насенков П. В., Коновалова К. В., Чуреев Е. А., Пименов В. А., Сивограков А. А., Сергеев Е. И. Разработка промыслового катамарана кафедрой промышленного рыболовства и НОЦ «Судостроения, морской инфраструктуры и техники» ФГБОУ ВО «КГТУ» 55

Осипов Е. В. Автоматизированные и роботизированные комплексы с искусственным интеллектом для повышения производительность труда тралмастеров…….....62

УДК 378.018.43

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА РЫБ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ РЕГИСТРИРУЮЩИХ СТРУКТУР МЕТОДОМ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА

[1]Алдушин Андрей Викторович, канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

[2]Алдушина Юлия Казимировна, канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

[1, 2] ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, [1]e-mail: aldushin@klgtu.ru, [2]e-mail: yuliya.aldushina@klgtu.ru

Работа посвящена оценке возможностей применения искусственного интеллекта в рыбохозяйственных исследованиях, а именно автоматизации процесса определения возраста рыб по изображениям регистрирующих структур. Рассмотрены основные виды нейронных сетей, используемых для определения возраста рыб по отолитам, критерии эффективности оценки данной методики и возможные подходы к определению возраста. Сформирован первый датасет изображений отолитов европейской корюшки и создана тестовая база данных и первый прототип программы.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возможности искусственного интеллекта широко применяются в различных областях научно-исследовательской деятельности. Применение искусственного интеллекта в рыбохозяйственных исследованиях перешло из области теоретических рассуждений к практической реализации, что позволяет трансформировать рыбозяйственную отрасль и перейти на качественно новый уровень точности, эффективности и устойчивости.

Традиционные методы визуального определения возраста рыб, основанные на анализе регистрирующих структур, таких как отолиты и чешуя, в настоящее время являются узким местом в ихтиологических исследованиях. Высокая трудоемкость, существенная субъективность, ведущая к значительной межэкспертной вариабельности, и низкая пропускная способность ограничивают возможности масштабирования исследований и снижают надежность получаемых данных. Точное и своевременное определение возраста критически важно для оценки популяционной структуры, темпов роста, выживаемости и, как следствие, для эффективного и устойчивого управления водными биоресурсами и прогнозирования запасов. Таким образом, задача разработки объективного и автоматизированного метода представляется нам критически важной.

Ключевым элементом данного метода является использование сверточных нейронных сетей, которые способны эффективно обрабатывать визуальные данные и извлекать ценную информацию [1]. Основная цель наших исследований – предложить более точный и эффективный способ определения возраста рыб по сравнению с традиционными методами, что поможет улучшить управление водными биоресурсами, основываясь на методах глубокого обучения.

Целью нашей работы является разработка и валидация метода автоматического определения возраста рыб на основе анализа изображений с применением сверточных нейронных сетей. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- сформировать верифицированный датасет изображений отолитов и чешуи;
- провести сравнительный анализ архитектур сверточных нейронных сетей для классификации возраста и семантической сегментации годовых колец;
- оценить точность модели по сравнению с экспертной оценкой;
- разработать программный прототип.

Попытки автоматизации предпринимались и ранее. Наряду с традиционными методами определения возраста рыб и до эры глубокого обучения наиболее продвинутыми были методы, основанные на физическом моделировании роста отолита. В данных исследованиях использовалась модель активного контура на основе B-сплайнов. Алгоритм буквально «раздувал» гладкий контур из центра отолита, стараясь вести его вдоль границ годовых колец, которые определялись по перепадам яркости. Процесс управлялся сложной математической функцией, балансирующей между гладкостью контура и его точным следованием за видимыми границами. Результаты были показательными: для молоди морского языка метод показывал около 80 % согласия с экспертом. Однако с увеличением возраста точность падала и проявлялось систематическое занижение возраста почти на год. Это было связано с тем, что модель была слишком «механистической» и ошибка в определении одного кольца накапливалась, а сложные, размытые или слившиеся кольца у старых рыб модель просто не могла корректно интерпретировать без заложенного в нее «понимания» биологии вида.

Научная новизна нашего подхода заключается в адаптации современных архитектур глубокого обучения, которые позволяют автоматически извлекать комплексные морфологические признаки и установление нелинейных зависимостей для решения специфической задачи – возраста рыб.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Методология исследования на первом этапе предусматривает формирование репрезентативного датасета (набора данных (фотографий и возраста рыб)) на примере изображений отолитов корюшки европейской. Каждое изображение будет сопровождаться меткой, верифицированной по принципу «золотого стандарта», который основан на консенсусной оценке нескольких сертифицированных экспертов. Для обеспечения робастности модели будет применен комплекс методов аугментации данных.

В настоящее время качественный скачок возможен с применением сверточных нейронных сетей, основанных на двух принципиальных архитектурных подходах. Первый – прямая регрессия возраста с использованием сетей типа ResNet [2]. Второй – более сложный, но и более интерпретируемый, основанный на семантической сегментации колец архитектурами типа U-Net с последующим анализом [3]. Для компенсации недостатка данных планируется активно использовать трансферное обучение.

Критерии эффективности модели определяются по следующим параметрам:

1. Основной количественной метрикой эффективности модели является средняя абсолютная ошибка, выражаемая в годах, которая интерпретируется как среднее отклонение предсказания модели от верифицированного значения возраста.

2. Валидация метода будет включать сравнение с уровнем ошибки эксперта. Для этого будет рассчитана средняя межэкспертная ошибка путем попарного сравнения независимых оценок, данных разными ихтиологами для одной и той же выборки образцов. Критерием успеха будет считаться статистическая нехужесть (т. е. новый метод не хуже или не уступает по эффективности существующему стандарту) модели по сравнению с межэкспертной ошибкой в рамках заданного значимого порога (Δ), что будет проверено с помощью соответствующего статистического теста (например, Т-теста).

Для получения комплексной оценки также будут использованы:

- Коэффициент детерминации (R^2), позволяющий оценить, какую долю дисперсии истинного возраста объясняют предсказания модели. Это позволяет выявить наличие систематического смещения (bias) в предсказаниях.

- Методы визуальной интерпретации решений модели, в частности Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping). Данный подход позволяет генерировать «тепловые карты», выделяющие области изображения, наиболее значимые для принятия решения нейросетью (рисунок 1). Это необходимо для

валидации того, что модель основывает свои предсказания на релевантных биологических структурах (годовых кольцах), а также для диагностики причин ошибочных предсказаний.

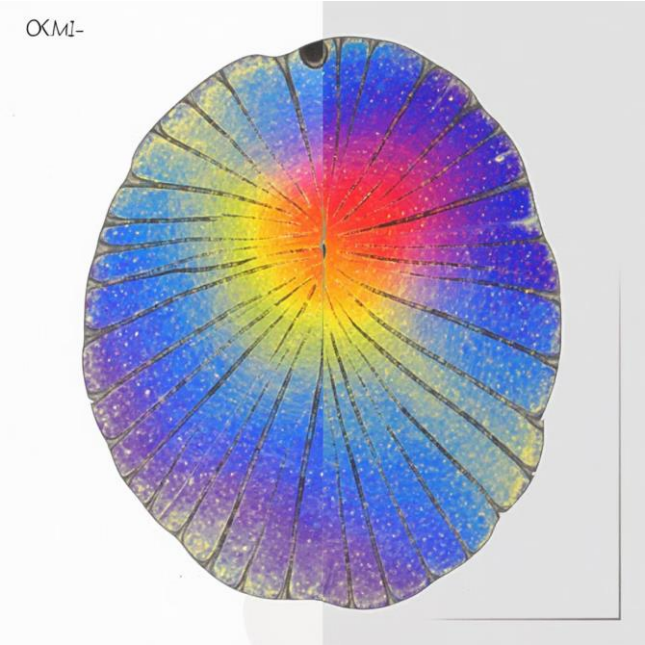


Рисунок 1 – «Тепловая карта» изображения отолита европейской корюшки

Высокий коэффициент детерминации (R^2) и низкая средняя абсолютная ошибка – идеальный сценарий. Это значит, что модель не только точна в среднем, но и правильно расставляет рыб по возрастной шкале. Она отличает молодь от старых особей и адекватно отражает градации между ними.

В результате реализации проекта ожидается получить следующие научные и практические результаты: валидированный методологический подход, сравнительный анализ архитектур и программный прототип.

Вклад работы в науку заключается в создании стандартизированного, воспроизводимого инструмента, который позволит повысить точность и эффективность популяционных исследований.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Создана тестовая база данных и первый прототип программы.
2. Сформирована первая итерация верифицированного датасета изображений отолитов европейской корюшки (рисунок 2).

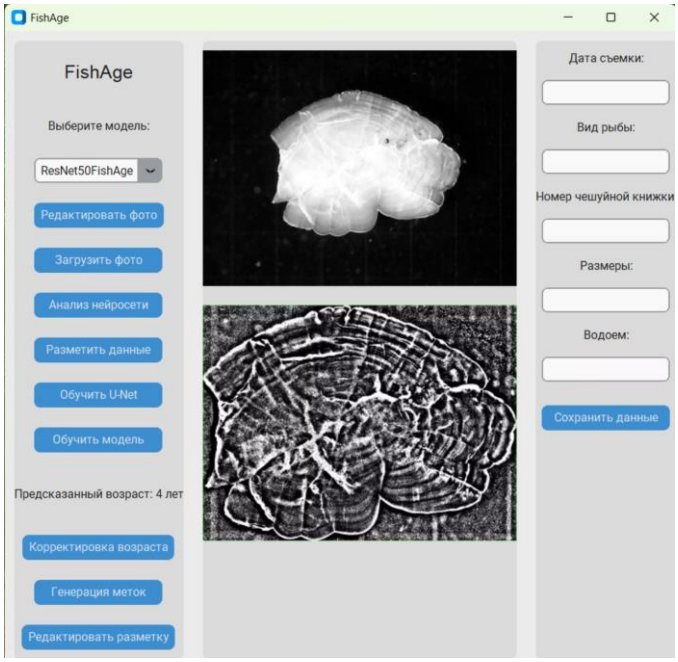


Рисунок 2 – Датасет изображения отолита европейской корюшки

3. Разработан первый прототип программы, основанный на архитектуре ResNet-50.

4. Проведено первичное тестирование архитектур ResNet-50 и EfficientNet-B0 для задачи классификации.

5. Достигнута предварительная точность средней абсолютной ошибки, которая сопоставима с межэкспертной ошибкой на простых выборках.

В дальнейшем планируется выполнить следующие шаги:

– улучшение механизмов обучения за счет большей аугментации данных;

– обучение и тестирование модели семантической сегментации (U-Net) для локализации колец;

– расширение датасета и включение образцов с более сложной структурой годовых колец;

– интеграция лучшей модели в финальный программный прототип.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сикорский, О. С. Обзор свёрточных нейронных сетей для задачи классификации изображений / О. С. Сикорский // Новые информационные технологии в автоматизированных системах – Москва, 2017. – № 20. – С. 37–42.

2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition//Proc. of the Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition. Las Vegas, USA, 26 – 30 June, 2016. P.770–778.

3. Достовалова, А. М. Сравнительный анализ модификаций нейросетевых архитектур U-Net в задаче сегментации медицинских изображений / А. М. Достовалова, А. К. Горшенин, Ю. В. Старичкова, К. М. Арзамасов // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5. № 4. С. 833–853. DOI: https://doi.org/10.17816/DD629866

AUTOMATED DETERMINATION OF FISH AGE FROM IMAGES OF RECORDING STRUCTURES BY NEURAL NETWORK ANALYSIS

[1]Aldushin Andrey, PhD, associated professor of water bioresources and aquaculture department

[2]Aldushina Yuliya, PhD, associated professor of water bioresources and aquaculture department

[1,2] FSBEU HE «Kaliningrad State Technical University», Kaliningrad, Russia, [1]e-mail: aldushin@klgtu.ru, [2]e-mail: yuliya.aldushina@klgtu.ru

This paper examines the potential of artificial intelligence in fisheries research, specifically the automation of fish age determination using images of recording structures. The main types of neural networks used for fish age determination using otoliths, the criteria for evaluating the effectiveness of this method, and possible approaches to age determination are discussed. The first dataset of European smelt otolith images was compiled, along with a test database and the first software prototype.

УДК 378:639.3.09(470)(063)

ОСОБЕННОСТИ НОВОГО ПРОФИЛЯ МАГИСТРАТУРЫ «БИОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОПОЛУЧИЕ И ИХТИОПАТОЛОГИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ»

[1]Васильев Алексей Алексеевич, д-р с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой кормления и кормопроизводства

[2]Гусева Юлия Анатольевна, д-р с.-х. наук, профессор кафедры кормления и кормопроизводства

[3]Елеев Эльдар Леонидович, доцент кафедры частной зоотехнии

[1,2,3] ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина», г. Москва, Россия, [1]e-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

Описаны особенности нового профиля магистратуры «Биологическое благополучие и ихтиопатология объектов аквакультуры» в Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина (МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина). Приведен перечень дисциплин, практик, трудоёмкость ОПОП и способы проведения промежуточной аттестации. Указаны места проведения практического обучения.

Новый профиль магистратуры «Биологическое благополучие и ихтиопатология объектов аквакультуры» в Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина (МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина) был открыт в 2024 г.

и ориентирован на подготовку специалистов в области здоровья и болезней водных организмов, выращиваемых в аквакультуре.

Первый набор 14 магистрантов на очное обучение состоялся в 2025 г. Особенностью программы является комплексное изучение биологических аспектов рыб и других гидробионтов, а также диагностика, профилактика и лечение болезней объектов аквакультуры (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Микроскопическое исследование патологического материала

Программа направлена на решение профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности, а также в производственно-технологической и управленческой сферах аквакультуры. Обучение включает дисциплины и практики, обеспечивающие глубокое понимание факторов, влияющих на рост, развитие и здоровье объектов аквакультуры, а также формирование основных навыков, необходимых для успешного управления проектами и профессиональной коммуникацией (таблица 1) [2, 3].

Таблица 1 – Перечень дисциплин, практик, трудоёмкость ОПОП и способы проведения промежуточной аттестации

Считатель в плане	Индекс	Наименование	Экзамен	Зачёт	ЗЕТ
1	2	3	4	5	6
Блок 1. Дисциплины (модули)					
Обязательная часть					
+	Б1.О.01	Иностранный язык в профессиональной деятельности	2		3
+	Б1.О.02	Информационные технологии в профессиональной деятельности	1		4
+	Б1.О.03	**Основы управления проектами водных биоресурсов**	11		4
+	Б1.О.03.01	Основы управления водными биоресурсами	1		3
+	Б1.О.03.02	Управление проектами	1		1
+	Б1.О.04	Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры		1	2
+	Б1.О.05	Теория коммуникации и основы профессиональной риторики		1	2
+	Б1.О.06	Ветеринарная санитария на рыбоводческих предприятиях		2	2
+	Б1.О.07	**Методология преподавания профессиональных дисциплин**		11	2
+	Б1.О.07.01	Методология преподавания профессиональных дисциплин – модуль 1		1	1
+	Б1.О.07.02	Методология преподавания профессиональных дисциплин – модуль 2		1	1
+	Б1.О.08	Философия в системе естествознания и культуры		2	2
+	Б1.О.09	Психология работы малых групп		2	2

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
+	Б1.О.10	Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях		2	3
+	Б1.О.11	Методы генной инженерии в аквакультуре	1		3
+	Б1.О.12	Оптимизация технологических процессов в аквакультуре		2	3
+	Б1.О.13	Основы проектирования рыбоводных объектов	3		4
+	Б1.О.14	Ветеринарное законодательство		3	2
+	Б1.О.15	Благополучие гидробионтов в индустриальной аквакультуре	1		3
+	Б2.О.16	Комбинированные методы выращивания гидробионотов	1		3
Блок 2. Практика					47
Обязательная часть					35
+	Б2.О.01	**Учебная практика**		1	4
+	Б2.О.01(У)	Ознакомительная практика – дискретная		1	4
+	Б2.О.02	**Производственная практика**			31
+	Б2.О.02.01(Н)	Научно-исследовательская работа – дискретная			9
+	Б2.О.02.02(Н)	Научно-исследовательская работа			12
+	Б2.О.02.03(П)	Технологическая практика – модуль 1			10
Часть, формируемая участниками образовательных отношений					12
+	Б2.В.01	**Производственная практика**		2	12
	Б2.В.01.01(П)	Технологическая практика – модуль 2		2	6
	Б2.В.01.02(Пд)	Преддипломная практика			6
Блок 3. Государственная итоговая аттестация					6
	Б3.01(Д)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы			6
ФТД. Факультативные дисциплины					2
	ФТД.01	Болезни гидробионтов при выращивании в УЗВ		2	1
	ФТД.02	Профилактика алиментарных болезней гидробионтов		2	1

Помещения ФГБОУ ВО МГАВМИБ – МВА имени К. И. Скрябина представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий всех видов, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику. Каждый обучающийся обеспечен доступом (удаленным доступом) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости). Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Практическое обучение по направлению магистратуры 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура» организуется на базе ООО СХП Коломенский рыбхоз «Осёнка» (рисунок 2) и ФГБНУ «ВНИРО» (ВНИИПРХ) (рисунок 3). Программа включает ознакомительную, производственную, научно-исследовательскую, технологическую и преддипломную практики.



Рисунок 2 – ООО СХП Коломенский рыбхоз «Осёнка»

Обучение в магистратуре длится два года и на протяжении всего периода два раза в месяц (по средам) магистранты выезжаю на занятия в ФГБНУ «ВНИРО». Это позволяет им лучше изучить и понять сезонные особенности выращивания и заболеваний гидробионтов и научиться проводить профилактические мероприятия по их предотвращению.

Выпускники данной программы будут востребованы в научно-исследовательских институтах, государственных учреждениях, компаниях аквакультуры для работы в области экологии, биотехнологий, рыбоводства и охраны водных ресурсов.



Рисунок 3 – Научная лаборатория ФГБНУ «ВНИРО» (ВНИИПРХ)

Таким образом, новый профиль магистратуры в МГАВМиБ обеспечивает комплексные знания и навыки для работы в области здоровья и болезней аквакультурных объектов, сочетая биологические и ветеринарные подходы в современном контексте развития отрасли аквакультуры [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт практико-ориентированного обучения бакалавров направления подготовки «Зоотехния» по рыбоводству / С. В. Позябин, А. А. Васильев, А. В. Бригида, Э. Л. Елеев// Тез. докл. на XII Национальной научно-методической конференции, г. Калининград, 04–06 октября. 2023. – С. 66–71.

2. Васильев. А. А. Опыт практического обучения студентов направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» / А. А. Васильев, И. В. Поддубная // Тез. док. на первой всероссийской межвузовской научно-методической конференции, г. Южно-Сахалинск, 24–30 сентября. 2012. – С. 24–29.

3. Авдеева, Е. В. Проектирование и реализация профессиональной подготовки по профилю «Ихтиопатология» по направлению «Водные биоресурсы и аквакультура» / Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова // Тез. док. на первой всероссийской межвузовской научно-методической конференции, г. Южно-Сахалинск, 24–30 сентября. 2012. – С. 5–12.

FEATURES OF THE NEW MASTER'S PROGRAMME «BIOLOGICAL WELL-BEING AND ICHTHYOPATHOLOGY OF AQUACULTURE OBJECTS»

[1]Vasiliev Alexey, Doctor of Agriculture, professor, Head of

[2]Guseva Yuliya, Doctor of Agriculture, professor, Department of feeding and forage production

[3]Eleev Eldar, Эльдар Леонидович, associated professor of private animal science department

[1,2,3] [2] FSBEU HE «Moscow state academy of veterinary medicine and biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin», Moscow, Russia, [1]e-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

This article describes the features of the new Master's program, «Biological Welfare and Ichthyopathology of Aquaculture Objects», at the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – K. I. Skryabin MBA (MSAVMB – K. I. Skryabin MBA). A list of disciplines, practical training, the workload of the education program, and methods for conducting midterm assessment are provided. The locations of practical training are also indicated.

УДК 378.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-КОНСУЛЬТАЦИОННОГО ЦЕНТРА «АКВАБИОКУЛЬТУРА» ПРИ КАФЕДРЕ «ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА» В ФГБОУ ВО «КГЭУ» В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Калайда Марина Львовна, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, Россия, e-mail: kalayda4@mail.ru

Рассмотрены некоторые аспекты внедрения в учебный процесс по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» в Казанском государственном энергетическом университете результатов консультирования и взаимодействия с производственными предприятиями в области аквабиотехнологий. Показана эффективность применения практических результатов научно-консультационного центра в образовательном процессе.

Одним из базовых критериев качества образования является его связь с практической деятельностью [1, 2]. Эта связь закреплена в практиках, в первую очередь, производственной практике. При этом у обучающихся студентов есть возможность выбора вида деятельности. Например, в ФГБОУ ВО «КГЭУ» в 2024/25 учебном году производственную практику студенты по выбору проходили:

- ✓ на осетровом и форелевом заводах ООО «Биосфера-Фиш»;

- ✓ в Татарском филиале Государственного научного центра Российской Федерации Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии;
- ✓ в Государственном комитете Республики Татарстан по биологическим ресурсам.

Если при прохождении практики на рыбоводных заводах студенты участвовали в производственной деятельности по выращиванию ценных видов рыб, то в институте они знакомились с методами оценки состояния ихтиофауны водохранилищ, результатами мониторинговых исследований. А практика в Государственном комитете Республики Татарстан по биологическим ресурсам дала им возможность увидеть, как сотрудники комитета проводят мероприятия по контролю в области охраны и использования объектов животного мира и среды их обитания, а также водных биологических ресурсов на внутренних водных объектах.

Развитие направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» позволяет увеличить число профессионально подготовленных специалистов в этой области для региона и приводит к увеличению малых предприятий рыбохозяйственной направленности. Эти задачи являются не региональными, а имеют значение важнейших компонент социального развития страны для обеспечения продовольственной безопасности. С другой стороны, развитие индустриальных и интенсифицированных производств продуктов питания снижает качество окружающей среды. Таким образом, современный выпускник образовательного учреждения должен быть не только профессионально подготовленным, но и ответственным в плане природопользования.

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования к уровню подготовки лиц, успешно завершивших обучение по программе бакалавриата, предъявляется ряд требований к экологическим знаниям и умениям:

- способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

- способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий.

В Республике Татарстан реализуется Федеральный проект «Оздоровление Волги», на который выделено и освоено в 2022 году 6 811,7 млн. руб., в том числе из федерального бюджета – 5 370,5 млн. руб. Данный проект реализуется в рамках одного из национальных проектов «Экология», направленных на достижение национальных целей развития Российской Федерации и их целевых показателей, определенных Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Программа предусматривает поэтапное осуществление комплекса взаимоувязанных социально-экономических, водохозяйственных, экологических мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки в приволжских регионах и самом Волжском бассейне. Предполагается, что в результате реализации предусмотренных в ней мер сброс загрязненных стоков в водные объекты сократится на 30 %, использование питьевой воды на промышленные нужды – на 40 %, почти в два раза снизятся выбросы в атмосферу от стационарных источников загрязнения, а количество рыбы в волжских водохранилищах возрастет в 2 раза.

В связи с задачами развития аквакультуры и в целях реализации Комплексного плана мероприятий по развитию аквабиокультуры в Республике Татарстан на 2017–2022 годы в 2018 году при кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» был создан «Научный консультационный центр по развитию аквабиокультуры» (НКЦ «Аквабиокультура»). Основными направлениями

деятельности НКЦ «Аквабиокультура» стали консультирование в области биотехнологий в аквакультуре, рыбохозяйственная оценка водоемов, рыбоводно-биологические обоснования деятельности на водоемах разного типа, осуществление научных исследований водных экосистем, кормления рыбы, разработки установок для выращивания рыбы в индустриальном рыбоводстве и рекомендаций по их использованию в интересах предприятий рыбохозяйственного сектора экономика и в смежных областях деятельности.

Региональная концепция развития аквакультуры отвечает ключевым документам федерального уровня в области воспроизводства водных биологических ресурсов – Постановлению Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 314 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» в части формирования и реализации механизма долгосрочного и эффективного управления водными биологическими ресурсами, развития искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов, аквакультуры. Это определяет особое, приоритетное место в подготовке специалистов в области водных биоресурсов и аквакультуры и является объективной основой создания в КГЭУ Научно-консультационного центра «Аквабиокультура».

Обучающиеся на кафедре студенты вовлекаются в актуальные профессиональные вопросы, связанные с рациональным использованием и охраной водных биологических ресурсов, функционированием экосистем естественных и искусственных водоемов. Особое место в повышении качества обучения выделяется вопросам реальной практики задач предприятий, обратившихся в НКЦ «Аквабиокультура».

В апреле–мае 2024 г. в садковом рыбоводном хозяйстве в водоеме комплексного назначения на р. Ныса у с. Абди в Тюлячинском районе Республики Татарстан (рисунок 1) проводилась УЗИ-диагностика стада осетровых рыб с помощью линейного датчика УЗИ AcuVista 10SE [3] и программного обеспечения – AcuVista. Версия для использования на платформе Android. Прибор является эффективной альтернативой полноразмерным

станциям УЗИ, что является положительном фактором при полевом использовании, в том числе работе на садках. Возможность подключения и работы с платформами с операционной системой Android позволяет использовать для отображения сигналов соответствующие телефоны, планшеты, ноутбуки.



Рисунок 1 – Проведение ультразвукового исследования в полевых условиях

Проведенное исследование и анализ полученных данных позволили сделать заключение о возможности и эффективности проведения УЗИ осетровых рыб для определения пола. При возрасте около 5 лет и средней массе особи около 2,8 кг, ультразвуковое исследование позволяет сделать обоснованные предположения о половой принадлежности для более чем половины особей в стаде рыб. Проведение исследований в период до активизации вегетативных процессов у рыб позволяет повысить эффективность определения пола на основе эхограмм. В изученном стаде рыб, численностью 513 особей, пол был определен для 241 особи, из которых 126 определены как самки, 146 как самцы.

Результаты этой работы наглядно использовались в дисциплинах Б1.О.21 «Методы рыбохозяйственных исследований», Б1.В.01.03 «Искусственное

воспроизводство гидробионтов», Б1.В.01.09 «Товарное рыбоводство» и Б1.О.16 «Введение в профессиональную деятельность», а для магистра во время этой работы был собран научный материал для выполнения ВКР. Использование в учебном процессе по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» результатов конкретных практических региональных работ позволяет усвоение знаний перевести из плоскости теоретических знаний в конкретные, ощутимые, востребованные практикой результаты.

Другим востребованным направлением консультационных услуг является определение статуса водного объекта, оценка возможности изменения статуса водного объекта и его водоохранной зоны. Например, малой реки Саинка в Высокогорском районе Республики Татарстан [4]. В рамках этой работы у студентов появилась возможность познакомиться с гидрографическими справочниками региона, с понятиями: Государственный водный реестр, гидрологическая характеристика водного объекта и другими [5]. Студенты имеют возможность на примерах познакомиться не только с понятиями дисциплины Б1.В.01.10 «Гидрология», но и освоить на практике в дисциплине Б1.В.01.04 «Рыбохозяйственное законодательство и экспертиза» примеры использования Водного кодекса Российской Федерации (статья 32 ФЗ №218-ФЗ от 13 июля 2015 года «О государственной регистрации недвижимости»), Правил установления границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 января 2009 г. № 17.

Консультируя фермеров-практиков, приходится обсуждать возможную гибель осетров, форели при несоблюдении технологий выращивания и кормления. Показатель плотности посадки рыб в этих реальных примерах становится по особенному значимым. Полученные знания в дисциплинах Б1.О.19 «Биологические основы рыбоводства» позволяют студентам высказать возможные причины смерти рыб в конкретных водоемах и предложить фермеру оптимизировать свою биологическую систему с учетом фактических характеристик водоемов. Например, в хозяйстве с родниковым водопитанием

водоема, значительными глубинами в русловой части (до 12 м) и слабо выраженной литоралью студенты осознано предложили заменить карпа на форель.

У фермеров Республики Татарстан возникает желание оценить направления рыбохозяйственного использования территории, обсудить проблемы и перспективы развития рыбоводства как оздоровительной компоненты при экологическом развитии территории, получить рекомендации по выбору эффективных направлений рыбохозяйственной деятельности. Например, на малой реке Инча у села Сиктерме-Хузангаево организованы пять водоемов комплексного назначения с разными характеристиками. И даже была сделана УЗВ в Тепличном комплексе и организовано выращивание осетров и форели в садках (рисунок 2). Полученный, не всегда успешный, опыт заставляет руководителей успешных комплексных сельскохозяйственных предприятий задумываться о подготовке специалистов-целевиков, поскольку не всегда студенты-выпускники готовы ехать в далеко расположенные хозяйства.



Рисунок 2 – Развитие рыбоводного направления деятельности на малой реке Инча в Республике Татарстан

Работодатели начинают рассматривать для реализации своих конкретных задач студентов кафедры как свой потенциальный кадровый резерв. В результате складывается производственно-творческая цепочка по решению конкретной проблемы: предприятие и его проблема → спектр возможных решений, предложенный НКЦ «Аквабиокультура» → обсуждение проблемы со

студентами на занятиях профильной дисциплины → профессионал педагог + студент-исполнитель находят оптимальное решение → конкретный результат, реализованный на практике. Преподаватель в этой цепочке выступает консультантом предприятия и одновременно студентов, обновляя собственные знания и приводя их в соответствие с задачами практиков-работодателей.

Иногда очень важными для образовательного процесса становятся мелкие, не значительные на первый взгляд детали рассматриваемых фактических документов. Так, в рассматриваемых фактических актах о гибели форели в описании глаз написано «…глаза ясные, зрачки расширены. Конъюнктива красноватого цвета, гладкая, блестящая, умерено влажная, кровенаполнена». Студенты осознают практическую значимость знаний, полученных в рамках дисциплины Б1.О.17 «Зоология» и в рамках обсуждения проведения экспертизы на занятии по дисциплине Б1.В.01.04 «Рыбохозяйственное законодательство и экспертиза» выявляют для себя, что данное описание могло бы быть дано собаке или кошке – млекопитающему, а не рыбе. У рыбы не может быть умеренно-влажной поверхности конъюнктивы, она всегда мокрая. В отличие от млекопитающих, у рыб нет век, поэтому конъюнктива выполняет функцию защиты глаза, прилегая непосредственно к глазному яблоку. Зрачок глаза рыбы, как и у других животных, отвечает за регулировку количества света, попадающего в глаз. Однако большинство рыб имеют неподвижный зрачок и не могут его сужать или расширять, как это делают, например, кошки или люди. У большинства рыб, включая форель, зрачок не меняет своего размера, так как у них отсутствуют соответствующие мышцы. Это связано с разной плотностью среды обитания рыб и млекопитающих – воды и воздуха. И только некоторые рыбы, такие как акулы и скаты, а также камбала, могут изменять форму зрачка. Таким образом, знание деталей зоологии, ихтиологии, физиологии рыб приобретает не формальную, а реальную значимость.

Одной из важных задач образовательного процесса является преемственность полученных знаний в одной дисциплине для последующих. Так, в дисциплине Б1.В.01.04 «Рыбохозяйственное законодательство и

экспертиза» используются знания, полученные в дисциплинах Б1.О.08 «Экология», Б1.О.17 «Зоология», Б1.О.19 «Биологические основы рыбоводства», Б1.О.21«Методы рыбохозяйственных исследований», Б1.О.22 «Гидробиология», Б1.В.01.01 «Физиология рыб».

В настоящий период в соответствии со ст. 50 ФЗ от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биоресурсов» ставится задача максимально бережного отношения к водным биоресурсам и их среде обитания. В то же время рост численности населения планеты, сокращение уловов в морях и реках ставят задачи выращивания рыбной продукции в контролируемых искусственных экосистемах с применением индустриальных методов. Такой подход к воспроизводству и товарному выращиванию водных биоресурсов позволяет существенно увеличить интенсивность производства рыбной продукции с единицы площади водоемов и перейти к высокопродуктивному производству. Одновременно сокращается нагрузка на природные водные экосистемы, улучшается экологическое состояние водных ресурсов регионов. С этих позиций важным аспектом отечественной рыбохозяйственной деятельности становится формирование кадастра рыболовных и рыбоводных участков с использованием природоохранных технологий их эксплуатации. Если в регионе Средней Волги рыболовные участки давно существуют и эффективно функционируют, то рыбоводные участки еще предстоит формировать. Рыбоводный участок – акватория водного объекта или ее части; он формируется в определенных границах водного объекта для осуществления искусственного воспроизводства, товарного рыбоводства, пастбищной аквакультуры. Рыбоводные участки определяются и предоставляются на основании предложений региональных Рыбохозяйственных советов. В соответствии со ст. 50 ФЗ от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биоресурсов» любой вид деятельности, который может оказать воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, должен быть согласован с федеральными органами исполнительной власти в области рыболовства в порядке, установленном Правительством РФ.

Для региона Средней Волги актуальным вопросом является возможность размещения рыбоводных садков для индустриального выращивания товарной рыбы. В рамках освоения дисциплины Б1.В.01.04 «Рыбохозяйственное законодательство и экспертиза» студенты осознают что, размещение садков надо согласовывать с федеральными органами исполнительной власти в области рыболовства в порядке, установленном Правительством РФ, и на реках Волга и Кама, которые протекают по территории двух и более субъектов РФ и используются для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения размещение садковых рыбоводных хозяйств запрещено законом.

Поскольку в новом учебном плане особое внимание уделено курсовым работам, как важному образовательному элементу в высших учебных заведениях, который помогает студентам углубить знания по определённой выбранной теме и развить исследовательские навыки, студенту предлагается использовать полученные знания при характеристике проектируемых рыбоводных предприятий. Одновременно ставится задача учесть проблемные ситуации, которые были рассмотрены во время экспертиз Научно-консультационного центра «Аквабиокультура». В результате выпускники осваивают:

- особенности функционирования рыбоводных предприятий;

- методы улучшения среды обитания гидробионтов;

- приемы обеспечения экологической безопасности рыболовства и продукции аквакультуры, включая оценку экологического состояния и рыбохозяйственного значения естественных и искусственных водоемов;

- рыбохозяйственный и экологический мониторинг антропогенного воздействия на водные биоресурсы, рыбохозяйственные водоемы.

Следует заметить, что если мы отмечали, что в последние годы усилился интерес технических кафедр к деятельности в области водных биоресурсов и с лабораториями кафедры знакомятся работники энергетической отрасли, например, в 2024 г. АО «Интер РАО-Электрогенерация» [6], то в 2025 г. успешно

выполнены экспертные консультационные услуги для АО «Интер РАО – Электрогенерация».

Таким образом, комплекс образовательной деятельности по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», научно-консультационной деятельности НКЦ «Аквабиокультура» и взаимодействия с промышленными предприятиями направлены на улучшение экологической и экономической ситуации в регионе, увеличение рыбохозяйственной продукции и подготовку высококвалифицированных специалистов, способных решать сложные профессиональные задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства образования и науки от 17.07.2017 № 668 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru (дата обращения 01.09.2025).

2. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской федерации на период до 2030 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.04.2022 г. № 993-р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru (дата обращения 01.09.2025).

3. Чебанов, М. С. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб / М. С. Чебанов, Е. В. Галич. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 135 с.

4. Природа и природные ресурсы Республики Татарстан. Иллюстрированная энциклопедия. Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан. – [Электронный ресурс]. Дата обращения: 14 мая 2022. Архивировано 2 марта 2022 года.

5. Калайда, М. Л. Нормы воздействия антропогенной деятельности на экологическое состояние среды: учеб. пособие / М. Л. Калайда, М. Э. Гордеева. – Казань: Отечество, 2025. – 236 с.

6. Калайда, М. Л. Особенности реализации образовательной деятельности по направлению подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» в техническом вузе ФГБОУ ВО "КГЭУ", М. Л. Калайда, С. Д. Борисова // Переход на федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Лучшие практики рыбохозяйственного образования: XIII Нац. науч.-метод. конф. (Архангельск, 09-11 октября 2024 г.): материалы: сб. науч. работ. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – С. 54–64.

APPLICATION OF THE RESULTS OF ACTIVITIES OF THE SCIENTIFIC CONSULTING CENTER «AQUABIOCULTURE» AT THE DEPARTMENT OF «AQUATIC BIORESOURCES AND AQUACULTURE» AT THE FSBEI «KSPEU» IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Kalaida Marina, Doctor of Biology, professor, head of the Department of «Aquatic Bioresources and Aquaculture»

FSBEU HE «Kazan state energetic university», Kazan, Russia, e-mail: kalayda4@mail.ru

This article examines some aspects of integrating the results of consulting and collaboration with aquatic biotechnology manufacturing companies into the curriculum for the «Aquatic Bioresources and Aquaculture» program at Kazan State Power Engineering University. The effectiveness of applying the practical results of the research and consulting center in the educational process is demonstrated. This article examines some aspects of integrating the results of consulting and collaboration with aquatic biotechnology manufacturing companies into the curriculum for the «Aquatic Bioresources and Aquaculture» program at Kazan State Power Engineering University. The effectiveness of applying the practical results of the research and consulting center in the educational process is demonstrated.

УДК 378.1+639.3

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ 35.03.08 ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТА ПО ПРОГРАММЕ ПРИОРИТЕТ-2030

Литвиненко Анна Владимировна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов

ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет», г. Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: litvinenko.av@bk.ru

В 2023 году Сахалинский государственный университет стал участником дальневосточного трека программы «Приоритет–2030», ориентированной на подготовку кадров и внедрение технологий для компаний Дальнего Востока. В рамках этой программы реализуется проект «Определение критериев жизнестойкости молоди тихоокеанских лососей», направленный на решение критической для региона проблемы. Актуальность проекта обусловлена необходимостью замены импортных кормов на отечественные аналоги, эффективность и пригодность которых для молоди горбуши и кеты требуют комплексной оценки. Комплексное исследование молоди кеты с различных лососевых рыбоводных заводов Сахалинской области проводили перед выпуском в естественную среду. В план работ включены: эколого-биологические, гистологические, гематологические и биохимические исследования, микроэлементный анализ молоди и сравнительный анализ кормов. Экспедиционные работы проводились на ЛРЗ Сахалинской области в 2024 и 2025 гг. Сравнение проводили с контрольными группами дикой молоди. Состав отечественных кормов признан безопасным и эффективным. Проект

реализуется силами преподавателей, магистрантов, аспирантов и студентов направлений «Водные биоресурсы и аквакультура» и «Экология и природопользование» СахГУ в сотрудничестве предприятиями рыбной отрасли Сахалина, обеспечивая практическое применение профессиональных компетенций обучающихся.

В 2023 г. Сахалинский государственный университет (СахГУ) вошёл в группу университетов-участников дальневосточного трека программы «Приоритет–2030». Задача вузов-участников программы – обеспечить компании Дальнего Востока высококлассными специалистами и технологиями. Одним из проектов, реализуемых при поддержке программы, стал проект «Определение критериев жизнестойкости молоди тихоокеанских лососей».

Для подращивания молоди лососей на всех ЛРЗ Сахалинской области до 2022 г. использовали сбалансированные экструдированные корма датского бренда «Aller Aqua». Эти корма зарекомендовали себя как наилучшие с точки зрения эффективности подращивания молоди – минимальный коэффициент оплаты корма, высокие показатели выживаемости и здоровья мальков. После введения санкций вопрос выбора кормов для искусственно выращиваемой молоди горбуши и кеты встал как никогда остро.

С 2023 г. подращивание молоди лососей осуществляют с использованием отечественных кормов, в основном производства завода «Aquarex» (линейка «Лосось старт ВНИРО») и ООО НПК «Акватех» (линейка ЭСКТЛ) производства Новосибирска. Однако, эффективность выращивания и жизнестойкость молоди, полученной с применением этих кормов, до сих пор неизвестны, а их рецептуры постоянно дорабатываются и совершенствуются. Корма нуждаются в апробации и подтверждении их эффективности. У них отсутствуют четкие показатели пригодности для молоди тихоокеанских лососей.

Проект выполняют преподаватели кафедры экологии, биологии и природных ресурсов и студенты направлений подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», профиль «Аквакультура» и 05.04.06 «Экология и

природопользование», профиль «Экология». Работа ведется при активном участии предприятий рыбной отрасли Сахалинской области.

В план реализуемых мероприятий по проекту входят разносторонние исследования кеты с различных лососевых рыбоводных заводов Сахалинской области перед выпуском: проведение эколого-биологических, гистологических, гематологических, биохимических исследований и микроэлементного анализа молоди. Параллельно проводили микроэлементный анализ кормов и сравнительный анализ с датским кормом AllerAqua, который повсеместно использовали на сахалинских ЛРЗ до 2022 г.

Летом 2024 и 2025 гг. проводили экспедиции на рыбоводные заводы «Адо-Тымовский», «Охотский», «Лесной» и «Красноярка». В качестве контроля использовали дикую молодь из базовых водотоков. В ходе работ отобрано 56 комплексных проб молоди кеты, каждый из которых включал образцы для гематологического, гистологического, биохимического и микроэлементного анализа. Кроме того, оценивали состояние внутренних органов мальков (рисунок 1). Такой комплексный подход позволит получить всестороннюю оценку состояния молоди перед ее выпуском в естественную среду.

Оценка здоровья молоди по анализу крови показала, что молодь кеты с сахалинских ЛРЗ находится в удовлетворительном физиологическом состоянии. Высокий уровень лимфоцитов (76–93 %) свидетельствует о хорошем иммунном статусе рыб. Особенно стабильные показатели отмечены у молоди с ЛРЗ «Охотский», где поддерживается постоянная температура грунтовой воды.

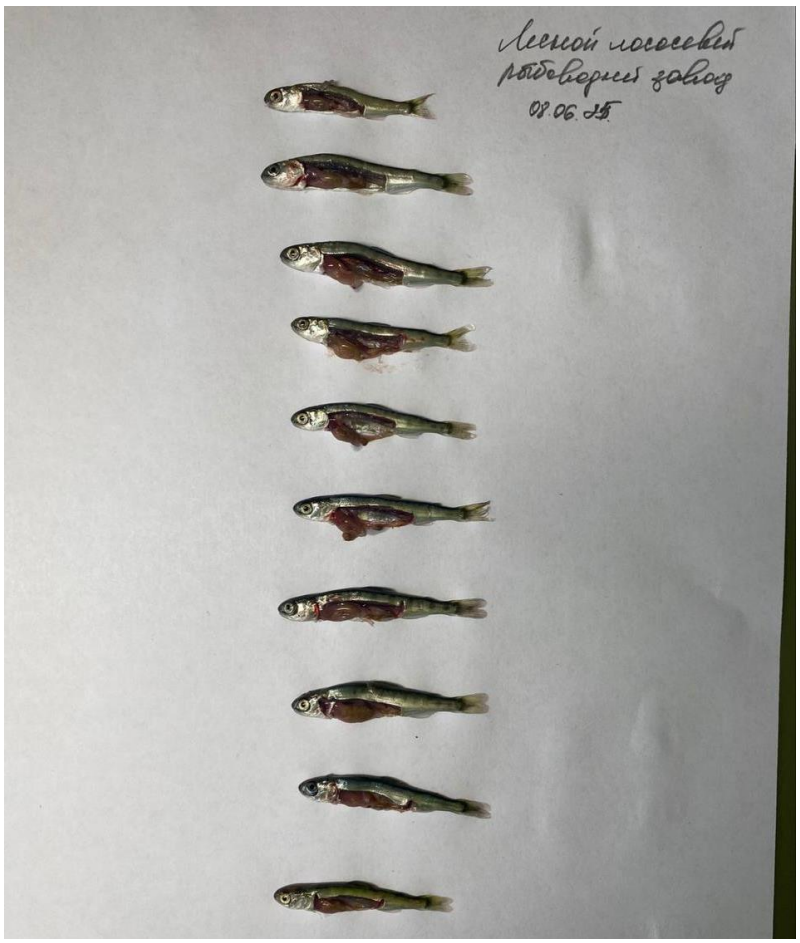


Рисунок 1 – Оценка состояния внутренних органов молоди кеты

Исследования тканей показали некоторые гистоморфологические различия дикой и искусственной молоди, например: дикая молодь лососей демонстрирует адаптивные изменения в структуре тканей ЖКТ, направленные на более эффективное всасывание питательных веществ. Это связано с колебаниями в доступности и составе естественного корма. В частности, у диких рыб наблюдается увеличение высоты адсорбирующего эпителия кишечника и вакуолизация печени, что может быть результатом ограничения естественной кормовой базы. Несмотря на отсутствие серьезных патологий, полученные данные подчеркивают необходимость оптимизации состава кормов для рыбоводства. Некоторые корма могут вызывать вакуолизацию гепатоцитов, что указывает на потенциальный дисбаланс питательных веществ.

Исследование микроэлементного состава подтвердило безопасность и эффективность отечественных кормов. Установлено, что содержание

эссенциальных элементов (цинка, железа, меди) в теле молоди соответствует физиологическим нормам, а концентрации токсичных элементов (кадмия) находятся на минимальном, безопасном уровне.

Данные по химическому составу искусственной молоди были близки биохимическим показателям дикой. В целом, аминокислотный профиль молоди по содержанию и соотношению аминокислот близок к данным, полученным на взрослой рыбе. Однако, если для дикой молоди характерно превалирование ПНЖК, то для кеты, выращиваемой на искусственных кормах, преимуществуют мононенасыщенные жирные кислоты. Интересным является тот факт, что, если в некоторых кормах ЭПК было больше, чем ДГК, а в других – наоборот, содержание ДГК превышало ЭПК или же они были близки; но во всех образцах рыбы ДГК было больше в 1,5–2,7 раз, чем ЭПК. Возможно, это является характерным признаком для метаболизма тихоокеанских лососевых рыб в условиях искусственного воспроизводства.

Тесты на выживаемость заводской молоди в морской воде продемонстрировали высокую готовность молоди к переходу в морскую среду (рисунок 2). После 72 ч в морской воде с соленостью 32,5 ‰ выживаемость составила 96–98 %, что свидетельствует о хорошей адаптивной способности молоди.

Кроме того, проводили эколого-биологические исследования молоди, в том числе, подсчет некоторых морфометрических параметров. Например, подсчет количества пилорических придатков выявил значимые ($p \leq 0,05$) различия между подращиваемой на разных кормах и дикой молодью (таблица 1).



Рисунок 2 – Постановка теста на осмотолерантность

Таблица 1 – Морфометрические показатели молоди кеты и количество пилорических придатков перед выпуском с ЛРЗ Красноярка, Лесной и Охотский в рыбоводных циклах 2023–2024 и 2024–2025 гг.

Завод или река/ручей, происхождение молоди, вид корма	Дата проведения анализа (год выпуска)	Количество пилорических придатков (Ср./мин-макс), шт.	Показатели (Ср./мин-макс)			
			длина АС, мм	длина АД, мм	масса, мг	$К_{упФ}$
Адо-Тымовский, «заводская», Акварекс	10.06.24	н/д	47,5 44-51	42,5 39-46	882,8 542-1117	1,15
Красноярка, «заводская», Акварекс	10.06.24	150,7 89-190	49,9 41-60	45,3 37-55	912,0 550-1380	0,98
Красноярка, «заводская», Акватех,	10.06.24	150,7 99-177	51,3 45-59	46,4 41-50	1013,0 710-1310	1,01
Лесной, «дикая», естественная пища	23.05.24	77,5 43-150	35,7 28-40	32,0 24-36	286,6 188-399	0,88
Лесной, «заводская», Акварекс	09.06.24	139,8 75-229	50,9 44-58	46,5 40-52	912,4 590-1290	0,91

Окончание таблицы 1

Завод или река/ручей, происхождение молоди, вид корма	Дата проведения анализа (год выпуска)	Количество пилорических придатков (Ср./мин-макс), шт.	Показатели (Ср./мин-макс)			
			длина АС, мм	длина АД, мм	масса, мг	$К_{упФ}$
Лесной, «заводская», Акварекс	08.06.25	168,5 113-218	52,4 43-60	47,0 38-54	881,2 562-1374	0,9
Охотский, «дикая», естественная пища	22.05.24	146,1 88-190	49,8 36-68	45,9 32-64	1107,1 340-2200	1,14
Охотский, «заводская», Акварекс	22.05.24	130,9 36-183	50,8 40-64	46,7 36-60	1093,0 499-2348	1,07
Охотский, «заводская», Акварекс	06.06.25	160,4 89-199	52,1 44-60	48,0 40-55	1123,2 701-1772	1,01

*н/д – нет данных

Результаты работы уже нашли отражение в научных публикациях. В журнале «Рыбное хозяйство» опубликовано две статьи о результатах проведения проекта, материалы докладов представлены на международных и всероссийских конференциях; подготовлена к печати монография, обобщающая многолетние исследования.

Интегральный анализ собранных за несколько рыбоводных циклов, на разных ЛРЗ, данных, ляжет в основу разрабатываемого нормативного документа – «Методики оценки жизнестойкости молоди лососей», которая будет предложена к внедрению на рыбоводных предприятиях Дальнего Востока. Это позволит стандартизировать подходы к оценке качества выращиваемой молоди и оптимизировать процессы искусственного воспроизводства лососевых видов рыб.

Профессиональные компетенции обучающихся по направлению 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» нашли свое применение в реализации проекта: гематологические исследования и микроэлементный анализ выполняют вчерашние студенты, а ныне магистранты и аспиранты. В процессе сбора материала и выполнения исследований привлекаются студенты-выпускники, уже работающие на рыбоводных предприятиях. А только поступившие на бакалавриат студенты 1-го курса направления подготовки 35.03.08 уже активно

интересуются возможностью участия и будут привлекаться к выполнению работ по проекту ближайшей весной, когда начнется новый этап – сбор проб текущего рыбоводного цикла 2025–2026 гг.

IMPLEMENTATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES BY STUDENTS OF THE 35.03.08 WATER BIORESOURCES AND AQUACULTURE PROGRAM DURING THE EXECUTION OF A PROJECT UNDER THE PRIORITY-2030 PROGRAM

Litvinenko Anna V., PhD. Biol. Sciences, associate Professor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: litvinenko.av@bk.ru

In 2023, Sakhalin State University became a participant in the Far Eastern track of the «Priority-2030» program, which focuses on workforce training and technology implementation for companies in the Russian Far East. Within the framework of this program, the project «Determination of Resilience Criteria for Pacific Salmon Juveniles» is being carried out, aimed at addressing a critical regional issue. The relevance of the project is driven by the need to replace imported feeds after 2022 with domestic alternatives, whose effectiveness and suitability for pink and chum salmon juveniles require comprehensive evaluation. A comprehensive study of chum salmon juveniles from various salmon hatcheries in the Sakhalin Region was conducted prior to their release into the natural environment. The work plan includes ecological and biological studies, histological, hematological, and biochemical research, microelement analysis of the juveniles, and comparative feed analysis. Expedition work were conducted at the SRHs of the Sakhalin Region in 2024 and 2025. Comparisons were made with control groups of wild juveniles. The composition of domestic feeds was recognized as safe and effective. The project is being carried out by lecturers, master's students, graduate students, and students in the fields of 'Aquatic Biological Resources and Aquaculture' and 'Ecology and Environmental Management' at Sakhalin State University in collaboration with Sakhalin's fisheries enterprises, ensuring the practical application of students' professional competencies.

УДК 639.2

КОНЦЕПЦИЯ НОВОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ – «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ МОРСКОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

[1]Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, проректор по отраслевой научно-методической деятельности, заведующий кафедрой промышленного рыболовства

[2]Львова Екатерина Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленного рыболовства, заместитель директора по основной образовательной деятельности института рыболовства и аквакультуры

[1,2] ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, [1]e-mail: nedostup@klgtu.ru, [2]e-mail: ekaterina.lvova@klgtu.ru

Приводится концепция новой специальности подготовки специалистов в высшей школе «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности». Импортозамещение и технологический прогресс предопределили значительные изменения в развитии конструирования, проектирования, автоматизации техники рыболовства, открыли новые направления в использовании робототехники и безэкипажных судов на промысле гидробионтов. Наряду с этим, руководителем Росрыболовства Шестаковым И. В. перед рыболовством поставлены задачи по обеспечению вылова больших объемов так называемых неквотируемых объектов промысла. Робототехника, автоматизация процессов вылова и безэкипажный промысел

гидробионтов становятся в этой связи важнейшими составляющими роста объемов добычи товарной рыбы (рыбы-сырца), в значительной мере меняют не только сами технические рыбодобывающие системы, но и связанные с ними различные области деятельности.

ВВЕДЕНИЕ

Базовыми вузами по реализации программы специалитета «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» будут являться вузы, входящие в ФУМО по УГСН 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство». Образовательная программа будет разработана в сопряжении с соответствующими профессиональными стандартами. Данная программа являет собой основную образовательную практико-ориентированную программу базового высшего образования – программу специалитета. Она предполагает организацию обучения как на бюджетной, так и на договорной основе. Основным языком преподавания является русский. Для поступления на специальность «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» абитуриенту необходимо иметь результаты следующих трех вступительных испытаний (далее – результаты ЕГЭ по дисциплинам): двух обязательных дисциплин: русский язык и математика, одной дисциплины по выбору: физика, информатика, биология, география, химия.

АКТУАЛЬНОСТЬ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ОП)

По данным пресс-службы Рыбного союза (https://fishnews.ru/news/50330) текущий потенциал сырьевого обеспечения, включая вылов дикой рыбы, аквакультуру и импорт, оценивается примерно в 6,9 млн т. Для повышения среднедушевого потребления рыбной

продукции населением страны до 28 кг в год, потребуется 7,2 млн т сырья, а при параллельном увеличении экспортной стоимости в 1,5 раза при одновременном сохранении его структуры – 8,7 млн т. «Для достижения целевых показателей к 2030 году мы должны увеличить сырьевое обеспечение почти на 2 млн т, – озвучил вывод Александр Панин. При этом он обозначил три основных источника такого увеличения: повышение вылова за счет расширения вылова неквотируемых объектов и экспедиционного промысла, наращивание производства аквакультуры и увеличение экспорта».

В свою очередь, руководитель Росрыболовства Шестаков И. В. также определил перед рыболовством задачу по увеличению вылова неквотируемых объектов промысла. Робототехника, автоматизация процессов вылова и безэкипажный промысел гидробионтов становятся в этой связи важнейшими составляющими роста объемов добычи товарной рыбы (рыбы-сырца), в значительной мере меняют не только сами технические рыбодобывающие системы, но и связанные с ними различные области деятельности.

Появляются новые методы управления орудиями рыболовства и техническими системами промысла гидробионтов, к примеру система «Автотрал». Использование машинного зрения и искусственного интеллекта позволяет повысить производительность труда в рыбохозяйственном комплексе Российской Федерации. Также стремительно развивается онлайн среда управления инженерными (техническими) средствами промышленного рыболовства. Новые технологические условия стимулируют развитие технологий, находящихся на стыке имеющихся сегодня специальностей и направлений: 26.05.05 «Судовождение», 35.03.09 «Промышленное рыболовство», 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Все это создало устойчивые

предпосылки к интеграции их областей и сфер деятельности в решение задач современного промышленного рыболовства в рамках новой междисциплинарной специальности – «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности», связывающей биологические, технические и технологические процессы при осуществлении промысла гидробионтов. Ее основной целью является формирование и развитие у обучающихся востребованных отраслью устойчивых знаний, навыков и компетенций, включая предпринимательские и научно-исследовательские компетенции (СТАРТ, стартапы). Уникальность предлагаемой программы позволит привлечь к решению промысловых задач большее число людей, обладающих названными мульти-междисциплинарными знаниями.

Современные тенденции в области инженерных систем морской хозяйственной деятельности требуют, в том числе, и оценку величины углеродного следа, развития многовидового промысла гидробионтов и т. д. Все это невозможно без знаний различных областей физики, математики, биологии, информатики, судовождения, связи и др., современных управленческих подходов, экономики рыбохозяйственного комплекса, организации промысла, законодательства в сферах судовождения и промышленного рыболовства. Очевидно, что сегодня имеется потребность в профессионалах с таким набором компетенций, отвечающих сегодняшним требованиям. Одновременно назрела большая необходимость в специалистах нового типа, способных продуктивно работать в условиях современной среды и профессионально сочетать управленческие, инженерные, технические и технологические навыки. Кроме того, такие специалисты должны обладать способностями гибкой адаптации к новым технологическим условиям в связи со стремительно меняющейся с нарастающим темпом отраслевой средой функционирования рыбохозяйственного комплекса.

Основополагающей идеологией новой программы является подготовка инженеров, обладающих компетенциями по созданию, конструированию, вводу в эксплуатацию и непосредственную эксплуатацию технических и системных средств промышленного рыболовства, создание программ и проектов коммерционализации нововведений на принципах организации проектных групп по всем сегментам промысла гидробионтов (океаническое, прибрежное и внутреннее рыболовство).

Образовательная программа, реализующая «междисциплинарность подготовленного специалиста», имеет свою историю, когда что в 50–70-х гг. прошлого века специалистам по промышленному рыболовству выдавали в институтах СССР два диплома о высшем образовании: промышленного рыболовства и судоводителя. Это, безусловно, имело положительный опыт в достижении высоких в то время показателей по добыче – объемов вылова гидробионтов, значения которых доходили до 12 млн. т в год.

Таким образом, специалисты в области инженерных систем морской хозяйственной деятельности должны сочетать:

• знания и навыки в биологической части (поведенческие характеристики гидробионтов);

• знания в области промыслового судовождения;

• инженерные, производственно-технологические, организационно-управленческие умения;

• устойчивые творческие навыки и умение их применять на практике.

Общим для специалистов в области инженерных систем морской хозяйственной деятельности должно стать глубокое понимание новых технологий промысла гидробионтов, в том числе безэкипажного и беспилотного промысла, а также предпринимательство. Уникальное

сочетание биологических, технических и экономических дисциплин, проектная и исследовательская работа в научно-исследовательском направлениях, обязательные производственные практики позволяют подготовить специалиста новой формации. Таких специалистов с высшим профессиональным образованием сегодня в рыбохозяйственном комплексе нет.

Реализация образовательной программы «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» позволит готовить специалистов по разработке конструкторско-технологических решений и программных продуктов в области систем управления орудиями промышленного рыболовства, к примеру «Автотрал», автономным судовым промысловым комплексом на основе удаленного доступа и судового искусственного интеллекта; в частности, разработка и тестирование технологий со степенями автономности; выполнение ряда НИОКР, связанных с разработкой инженерных систем, автоматизацией и роботизацией промысла гидробионтов; разработка технологий формирования цифрового двойника акватории для организации электронной навигации на борту безэкипажных промысловых судов и создание геоинформационной базы для хранения, обновления, предоставления доступа к информационным моделям цифрового двойника акватории; разработка технологий формирования цифрового двойника «промысловое судно – орудие рыболовства» для организации промысла безэкипажных судов с использованием искусственного интеллекта; разработка рекомендаций по организационным и программно-техническим мероприятиям по обеспечению информационной безопасности объектов в области безэкипажного (автономного) промысла.

ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ ОП: КРИТЕРИИ НАБОРА СТУДЕНТОВ, ВЕЛИЧИНА ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ПОТОКА (В ТОМ ЧИСЛЕ БЮДЖЕТНОЙ ЕГО ЧАСТИ)

Данная программа предполагает набор в первом учебном году порядка 20 студентов на бюджетной основе и 10 – на условиях договорного обучения с последующим расширением бюджетного и коммерческого приёма в зависимости от спроса. При расширении набора будет увеличиваться количество и разнообразие курсов по выбору как общеуниверситетских, так и целенаправленно ориентированных на студентов данной специальности. Это позволит готовить целевых специалистов для конкретных сегментов рынка. Критериями ранжирования студентов с учетом реализации обучения «по сегментной цели» могут являться их креативность, умение логически мыслить, наличие предпринимательских идей. Эти способности предполагается оценивать посредством очного творческого испытания, основной целью которого предполагается выявление личностных качеств, знаний, умений и навыков, необходимых для овладения профессиональными компетенциями специалиста в сфере инженерных систем морской хозяйственной деятельности.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ В ИЗБРАННОЙ СФЕРЕ, ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА В СВЕТЕ ЭТОГО ОПЫТА

Развитие беспилотной авиации и безэкипажного судовождения является общей тенденцией. Среди ВУЗов, в которых готовят специалистов, обладающих соответствующими компетенциями, преобладают американские, английские, норвежские, китайские и корейские учреждения. Использование беспилотной авиации в сельском хозяйстве широко применяется во всем мире, безэкипажные суда перевозят

грузы. Кроме этого, следует обратить внимание, что в настоящее время в мире нет специалистов, которые обладают компетенциями в областях промышленного рыболовства, судовождения и информационных технологий.

Классификация существующих в этих университетах образовательных программ свидетельствует, что ввиду междисциплинарного характера и связанных между собой объектов профессиональной деятельности, формулировки названий образовательных программ скорее общие, чем отражающие конкретные профессиональные виды деятельности. Единственными сферами, ранжированными в соответствии с профессиональной ориентацией, являются промышленное рыболовство, судовождение и информационные технологии. Таким образом, мы можем видеть, что сфера инженерных систем морской хозяйственной деятельности структурируется как междисциплинарная наука, артикулирующая сферу биологии, судовождения и инженерии, информационных технологий, а также сферу предпринимательства. В Российской Федерации специальность «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» является абсолютно новой. На отечественном рынке образовательных услуг эта специальность только зарождается, являясь откликом на потребность, оформившуюся лишь в последние годы, поэтому предлагаемая концепция является инновационной. При этом отметим, что в советское время готовили специалистов, которые имели два диплома к окончанию институтов: промышленное рыболовство и судовождение. В настоящее время сформированных и принятых экспертным сообществом представлений о содержании образовательной программы и обязательном ядре до сих пор не существует. Есть лишь модули и профили в учебных планах направления подготовки 35.03.09 Промышленное рыболовство и

специальности 26.05.05 Судовождение, а также попытки подготовки специалистов по направлению подготовки 35.03.09 «Промышленное рыболовство», которые могли бы работать в данной сфере. Однако до сих пор отдельные аспекты инженерных систем морской хозяйственной деятельности являлись лишь дополнительными дисциплинами к такому, например, направлению подготовки, как 35.03.09 «Промышленное рыболовство». Предлагаемая специальность «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» является первой попыткой совместить в равных пропорциях биологическое, техническое, информационное и управленческое (с экономической составляющей) направления деятельности. Это даст возможность студентам овладеть компетенциями и приобрести навыки, позволяющие успешно работать в современном РХК.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕГМЕНТА РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ, ОСНОВНЫЕ КОНКУРЕНТЫ, СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ОП

В настоящее время в России нет учебных заведений высшего образования, которые реализовывали бы подобную междисциплинарную программу. Ни в одном столичном или региональном вузе подготовка специалистов по этой специальности не осуществляется.

На Президиуме Научно-методического совета по рыбному хозяйству ФУМО в системе высшего образования по УГСН 35.00.00 «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», который состоялся в декабре 2024 г. в г. Калининграде было принято решение о разработке документации по созданию новой специальности «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности».

«ПОРТРЕТ ВЫПУСКНИКА» ОП, АНАЛИЗ ВОСТРЕБОВАННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ

Область профессиональной деятельности выпускников по специальности «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» включает промышленное рыболовство, промысловое судовождение, безэкипажное судовождение, конструирование и проектирование орудий рыболовства и технических средств рыболовства, системы автоматизированного управления орудиями рыболовства, техническими средствами рыболовства и промыслом, машинное зрение, искусственный интеллект, виртуальные технологии, технологии дополненной реальности, предпринимательство и смежные сферы.

Объектами профессиональной деятельности выпускников по специальности инженерных систем морской хозяйственной деятельности являются:

- технические средства промышленного рыболовства;
- интеллектуальные средства добычи гидробионтов;
- системы САПР;
- системы автоматизированного управления промыслом;
- роботизированные системы промысла;
- информационные технологии (машинное зрение, искусственный интеллект, датчики);
- приборы поиска и контроля орудий рыболовства;
- приборы контроля улова;
- совокупность вышеуказанных объектов профессиональной деятельности.

СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПЛАНА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО РЕАЛИЗАЦИЮ ЦЕЛЕЙ И ЗАДАЧ ОП

Учебный план программы отражает цели и задачи ОП «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности». Он состоит из дисциплин общего и профессионального циклов, а также дисциплин дополнительного профиля и проектно-исследовательской работы. Общий цикл включает в себя базовые общепрофессиональные и профессиональные дисциплины:

- Введение в промышленное рыболовство;
- Введение в промысловое судовождение;
- Биология и поведение гидробионтов;
- Устройство орудий рыболовства;
- Устройство промыслового судна;
- Эксплуатация орудий рыболовства;
- Промысловое судовождение;
- Автоматизация технических систем промысла;
- Навигация промыслового судна;
- Роботизация технических систем промысла;
- Машинное зрение;
- Искусственный интеллект;
- Устройство и эксплуатация приборов контроля технических средств рыболовства;
- САПР технических средств рыболовства;
- Правовое регулирование отношений в области промышленного рыболовства;
- Безэкипажные суда;
- Организационно-управленческие основы ведения промысла гидробионтов;
- Безэкипажный промысел гидробионтов во внутренних водоемах;

- Безэкипажный промысел гидробионтов в прибрежной зоне;

- Безэкипажный промысел гидробионтов в открытом океане;

- Экология безэкипажного промысла;

- Экономика промышленного рыболовства

- Проектирование систем «судно-орудие рыболовства»;

- Проектирование автоматизированных и роботизированных технических систем;

- Предпринимательство в инженерных системах морской хозяйственной деятельности;

- Моделирование технических средств промысла;

- Электротехника;

- Программирование;

- Детали машин.

Помимо этого, все студенты изучают иностранный язык. В процессе обучения иностранному языку студенты овладевают навыками межкультурной коммуникации на иностранном языке. Большое внимание в учебном плане уделяется научно-исследовательской и проектной деятельности, что подробно отражено в следующем разделе.

КОНЦЕПЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В рамках специальности «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» предусмотрены два трека: научно-исследовательский и проектный. Согласно базовому учебному плану, первый из них предлагается на четвертом и пятом годах обучения, его общий объем – 10 зачётных единиц (360 ч). Проектный трек – дисциплина, изучаемая на всех четырёх годах обучения. На него в общей сложности отведено 48 зачётных единиц (1728 ч).

Научно-исследовательский трек направлен на решение следующих основных задач:

- оказание студентам методической помощи в подготовке и проведении собственных исследовательских проектов, реализуемых в виде курсовых работ и ВКР;
- отработка навыков и умений в области прикладных исследований, сопровождающих проектную работу в сфере инженерных систем морской хозяйственной деятельности;
- знакомство учащихся с палитрой междисциплинарных методов исследований, а также принципами их выбора и применения при решении практических задач в области инженерных систем морской хозяйственной деятельности.

Таким образом, научно-исследовательский трек в данном случае имеет в первую очередь ознакомительно-прикладное значение.

Научно-исследовательский трек будет иметь следующую структуру.

- На первом году реализации студенты отрабатывают навыки академического письма и основные методики академических исследований в сфере инженерных систем морской хозяйственной деятельности. Частично вторая половина курса будет реализована в форме классического исследовательского трека научных лабораторий: на занятие приходит какой-либо исследователь сферы промысла гидробионтов и рассказывает о том или ином проекте, после чего группа задаёт вопросы, обсуждает результаты исследования.
- Второй год реализации трека посвящён освоению студентами технологий проведения прикладных исследований, в первую очередь в целях развития бизнеса. В данном случае предполагается уделить первостепенно внимание специфике прикладных исследовательских проектов (стартапов) с точки зрения сроков их реализации, создания и

соблюдения графика исследований, специфике взаимодействия между заказчиком и клиентом, включая вопросы бюджетирования. На завершающем этапе студенты осваивают навыки подготовки презентации научных прикладных проектов и их результатов в исследованиях.

Образовательные задачи проектного трека следующие:

- обучение студентов работе с техническими, аппаратными и программными технологиями, используемыми для создания и эксплуатации инженерных средств промысла гидробионтов;
- формирование навыков командной проектной работы;
- развитие у учащихся творческих способностей, а также умения реализовывать креативные идеи в области инженерных систем морской хозяйственной деятельности.

К ведению проектного трека будут привлечены как штатные преподаватели профилирующей кафедры, имеющие опыт проектной работы по профилю программы, судоводители, так и производственники из РХК. Первый год реализации трека посвящён отработке элементарных навыков проектной работы в сфере инженерных систем морской хозяйственной деятельности с закреплением определенной тематики. На втором году реализации планируется формирование проектных групп (редакций) с целью обучения студентов основам проектной работы. В следующем, третьем году, реализации трека происходит усложнение поставленных перед учащимися задач как в плане необходимых для их решения технических навыков, так и в креативном плане. Наконец, на четвёртом году обучения проектный трек будет реализован в стартапе.

ХАРАКТЕРИСТИКА КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА, СОБСТВЕННОГО И ПРИВЛЕКАЕМОГО СО СТОРОНЫ, А ТАКЖЕ ИМЕЮЩИХСЯ И ТРЕБУЕМЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОП РЕСУРСОВ

Реализация основной образовательной программы подготовки специалистов по специальности «Инженерные системы морской хозяйственной деятельности» должна обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое или дополнительное профессиональное образование (профессиональную переподготовку) образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, систематически занимающимися научной и (или) научно-методической деятельностью. Преподаватели профессионального цикла, как правило, должны иметь учёную степень кандидата, доктора наук, докторскую степень зарубежного ВУЗа и (или) опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере. Доля преподавателей, имеющих учёную степень кандидата или доктора наук (в том числе ученую степень зарубежного ВУЗа, признанную в РФ) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание зарубежного ВУЗа, признанное в РФ) в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, должна быть не менее 60 %. Не менее 20 % преподавателей должны иметь стаж практической работы по данному направлению на должностях руководителей и ведущих специалистов не менее трех лет. С точки зрения ресурсов для данной специальности требуется оборудование и программное обеспечение. Учебное заведение, реализующее основную образовательную программу подготовки специалиста, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-

исследовательской работы студентов, предусмотренных ООП, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

THE CONCEPT OF THE NEW SPECIALTY IS «ENGINEERING SYSTEMS OF MARINE ECONOMIC ACTIVITY»

[1]Alexander Nedostup, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Branch Scientific and Methodological Activities, Head of the Department of Industrial Fisheries

[2]Ekaterina Lvova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, Deputy Director for Basic Educational Activities of the Institute of Fisheries and Aquaculture

[1,2] FSBEU HE «Kaliningrad State Technical University», Kaliningrad, Russia, [1]e-mail: nedostup@klgtu.ru, [2]e-mail: ekaterina.lvova@klgtu.ru

The concept of a new specialty for training specialists at the higher school «Engineering systems of marine economic activity» is presented. Import substitution and technological progress have predetermined significant changes in the development of design, engineering, and automation of fishing equipment, and opened up new directions in the use of robotics and unmanned vessels in the aquatic fishery. Along with this the head of Rosrybolovstvo I. V. Shestakov has set tasks for the fishery to ensure the catch of large volumes of so-called quota-free fishing facilities. In this regard, robotics, automation of fishing processes and scale-free fishing of aquatic organisms are becoming the most important components of the growth in the production of commercial fish (raw fish), significantly changing not only the technical fishing systems themselves, but also the various fields of activity associated with them.

УДК 639.2; 629.5

РАЗРАБОТКА ПРОМЫСЛОВОГО КАТАМАРАНА КАФЕДРОЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА И НОЦ «СУДОСТРОЕНИЯ, МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ТЕХНИКИ» ФГБОУ ВО «КГТУ»

[1]Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства

[2]Насенков Павел Владимирович, старший преподаватель кафедры промышленного рыболовства

[3]Коновалова Карина Витальевна, ведущий инженер лабораторий кафедры промышленного рыболовства

[4]Чуреев Евгений Андреевич, канд. техн. наук, директор НОЦС

[5]Пименов Валерий Александрович, канд. техн. наук, профессор кафедры строительства

[6]Сивограков Алексей Анатольевич, заведующий испытательно-лабораторным комплексом НОЦС

[7]Сергеев Егор Ильич, аспирант кафедры промышленного рыболовства

[8]Волошин Артур Александрович, аспирант кафедры промышленного рыболовства

[1,2,3,4,5,6,7,8]ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия, [1]e-mail: nedostup@klgtu.ru, [2]e-mail: pavel.nasenkov@klgtu.ru, [3]e-mail: karina.konovalova@klgtu.ru, [4]e-mail: e.chureev@klgtu.ru, [5]e-mail: valeriy.pimenov@klgtu.ru, [6]e-mail: aleksej.sivograkov@klgtu.ru

В 1970-1990 гг. кафедра промышленного рыболовства КТРПиХ, ныне ФГБОУ ВО «КГТУ», обладала промысловыми судами, которые базировались на

оз. Виштынецкое. На судах проходила производственная практика студентов, обучающихся по многим специальностям в КТИРПиХ и не только. С развалом СССР суда были списаны и утилизированы, а промысловые механизмы распроданы. КГТУ и кафедра промышленного рыболовства бились и продолжают биться о наличии учебно-производственных судов в вузах Росрыболовства, но до сих пор вопрос не решен, и вряд ли будет решен в ближайшей перспективе, так как связано это с затратами. Кафедрой промышленного рыболовства принято решение о создании беспилотного катамарана для нужд учебного и научного процессов. Такой катамаран был создан, в настоящее время проходят его испытания.

Материальная база вузов Росрыболовства формируется благодаря государственному финансированию и внебюджетным источникам. Промысловое судно оценивается в десятки миллионов рублей, а то и сотни миллионов. Затраты такого объема непосильны одному вузу. Современная материально-техническая база кафедр складывается из запроса от производства и формируется в заказ по вузу. Университеты ориентируются на рабочие места выпускников, которые заняты на производстве, и научную составляющую, неразрывно связанную с перспективными разработками с целью научно-технологического лидерства Российской Федерации. Научно-технологическое лидерство Российской Федерации направлено на обеспечение ее независимости и конкурентоспособности путем создания эффективной системы наращивания и использования интеллектуального потенциала, что включает разработку передовых технологий в области промышленного рыболовства, а это новые орудия промышленного рыболовства, созданные из современных материалов, безэкипажные промысловые суда, машинное зрение, необходимое для распознавания объекта промысла, автоматизированные и роботизированные комплексы для эффективного промысла гидробионтов. Цель состоит в создании и производстве технологической продукции, превосходящей иностранные

аналоги, и закреплении за Россией ведущих позиций в технологическом развитии на национальном и региональном уровнях.

Кафедрой промышленного рыболовства принято решение создать безэкипажное промысловое судно в виде катамарана с электрической тягой для лова рыбы и сбора водорослей. Катамаран имеет платформу, которая послужит основой для проектирования на ней различных промысловых устройств и механизмов для большинства видов лова рыбы и сбора водорослей. Это обеспечит экономию и масштабирование промыслового катамарана во все вузы и колледжи Росрыболовства.

На основании CAD, CAM и CAE был спроектирован промысловый катамаран с промысловыми механизмами (рисунок 1).

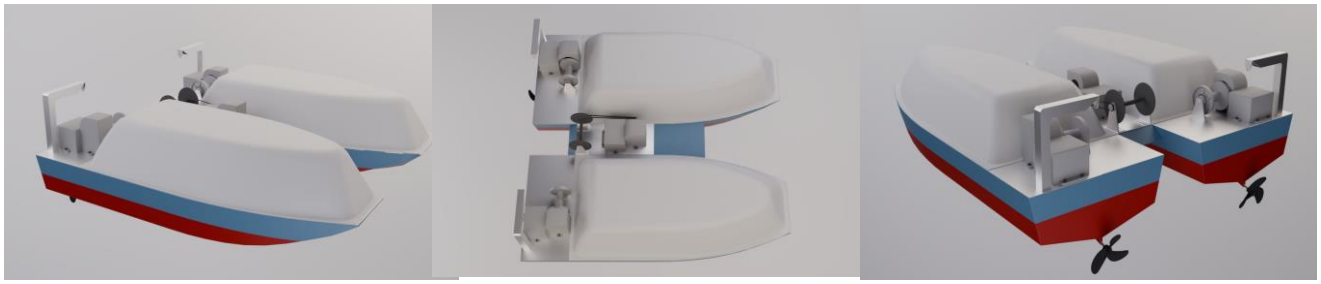


Рисунок 1 – Виды 3D промыслового катамарана

НОЦ судостроения, морской инфраструктуры и техники ФГБОУ ВО «КГТУ» на основании чертежей создал действующую модель промыслового катамарана (рисунок 2).



Рисунок 2 – Модель промыслового катамарана

В таблице 1 приводятся геометрические характеристики промыслового катамарана.

Таблица 1 – Геометрические характеристики промыслового катамарана

Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Осадка, м
1,25	1,15	0,36	0,1

На рисунке 2 промысловый катамаран оснащен электрическими траловыми лебедками и канатно-сетным барабаном, характеристики которых приводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики промысловых механизмов

Промысловый механизм	Напряжение, В	Крутящий момент, Нм	Масса, кг	Количество, шт.
Траловая лебедка	24	6	1,4	2
Кабельно-сетной барабан	24	6	1,4	1

Тяга промыслового катамарана осуществляется за счет электромоторов, на каждой лодке катамарана по шесть электромоторов (рис. 3). За счет ременной передачи и муфт может осуществляться управление тягой промыслового катамарана.

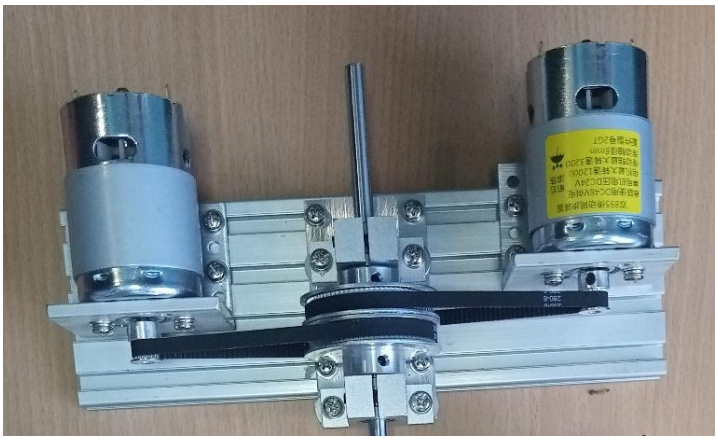


Рисунок 3 – Электромоторы лодки промыслового катамарана

Характеристики электромоторов для тяги промыслового катамарана приводятся в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики электромоторов HANPOSE 895-360W для тяги промыслового катамарана

Напряжение, В	Крутящий момент, Нм	Масса, кг	Количество на одной лодке, шт.
24	0,45	0,5	6

Потребление энергии вызвано необходимостью установки на промысловом катамаране литий-ионных аккумуляторов, характеристики которых приводятся в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики литии-ионных аккумуляторов DAWEIKALA 21V-A

Напряжение, В	Емкость, Ач	Масса, кг	Количество на одной лодке, шт.
21	8,8	0,4	6

Формирование современной материально-технической базы вузов Росрыболовства является результатом комплексного взаимодействия государственного финансирования и внебюджетных источников при учёте запросов производства и научных приоритетов. Создание безэкипажного промыслового катамарана с электрической тягой и универсальной платформой открывает новые возможности для эффективного и масштабируемого использования на образовательных и производственных площадках. Интеграция CAD, CAM и CAE технологий в проектирование, а также внедрение инновационных механизмов и электромоторов подтверждают стремление к научно-технологическому лидерству России. Реализация данного проекта способствует развитию конкурентоспособного технологического продукта,

укрепляющего национальную независимость и позиции страны в глобальной рыболовной отрасли.

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка беспроводной системы контроля параметров трала с элементами искусственного интеллекта “Автотрал”».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровков, А. И. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор: учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.

DEVELOPMENT OF A FISHING CATAMARAN BY THE DEPARTMENT OF INDUSTRIAL FISHERIES AND THE SCIENTIFIC CENTER OF SHIPBUILDING, MARINE INFRASTRUCTURE AND TECHNOLOGY OF THE FSUE «KSTU»

[1]Nedostup Alexander Alekseevich, Ph.D., Associate Professor, Head of the Commercial Fisheries Department;

[2]Nasenkov Pavel Vladimirovich, Senior Lecturer, Commercial Fisheries Department;

[3]Konovalova Karina Vitalievna, Leading Laboratory Engineer, Commercial Fisheries Department;

[4]Chureyev Evgeny Andreevich, Ph.D. (Eng.), Director of the Scientific and Technical Center;

[5]Pimenov Valery Aleksandrovich, Ph.D. (Eng.), Professor, Department of Construction;

[6]Sivograkov Aleksey Anatolyevich, Head of the Testing and Laboratory Complex, Scientific and Technical Center;

[7]Sergeev Egor Ilyich, postgraduate student in the Commercial Fisheries Department;

[8]Voloshin Artur Aleksandrovich, postgraduate student in the Commercial Fisheries Department.

[1,2,3,4,5,6,7,8] FSBEU HE «Kaliningrad State Technical University», Kaliningrad, Russia, [1]e-mail: nedostup@klgtu.ru, [2]e-mail: pavel.nasenkov@klgtu.ru, [3]e-mail: karina.konovalova@klgtu.ru, [4]e-mail: e.chureev@klgtu.ru, [5]e-mail: valeriy.pimenov@klgtu.ru, [6]e-mail: aleksej.sivograkov@klgtu.ru

From the 1970s to the 1990s, the Commercial Fisheries Department KTIFIaE, now the FSBEI of HE «KSTU», owned fishing vessels based on Lake Vishtynetskoye. Students studying in various specialties at the KSTU and elsewhere conducted their internships on these vessels. With the collapse of the USSR, the vessels were decommissioned and scrapped, and the fishing gear was sold. KSTU and the Commercial Fisheries Department have been and continue to be involved in efforts to secure training and production vessels at the Federal Agency for Fisheries (Rosrybolovstvo) universities, but the issue remains unresolved and is unlikely to be resolved in the near future due to the cost involved. The Commercial Fisheries Department has decided to build an unmanned catamaran for educational and scientific purposes. Such a catamaran has been built and is currently undergoing testing.

УДК 639.2.081

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА ТРАЛМАСТЕРОВ

Осипов Евгений Валериевич, канд. тех. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, г. Владивосток, Россия, e-mail: oev@mail.ru

Описана концепция рыболовной системы, представляющей автоматизированные и роботизированные комплексы с искусственным интеллектом для повышения производительности труда тралмастеров с дронами для тралового и ярусного промысла гидробионтов. Приводится анализ уже разработанных и испытанных решений и их реализация на основе проводимых в России в этом направлении исследований. Концепция подразумевает использование дронов с судов-баз и для работы с прибрежными стационарными береговыми базами.

Современные тенденции в области разработки промышленных рыболовных дронов и сопутствующих систем обеспечения обусловлены не только общими векторами технологического прогресса в различных отраслях, но и специфическими социально-экономическими факторами. Одним из ключевых аспектов является демографическая проблема, проявляющаяся в дефиците притока молодых специалистов в рыбохозяйственную сферу. Параллельно наблюдается тенденция старения и выхода на пенсию опытных профессионалов, что приводит к утрате накопленных знаний и компетенций. Данная ситуация

негативно сказывается на общей эффективности отрасли и требует внедрения инновационных решений для компенсации этих негативных тенденций [1].

В течение последних десятилетий многие предприятия рыбной отрасли осознали необходимость создания собственных систем подготовки кадров, заимствуя опыт высших учебных заведений. Однако эти меры носят лишь временный и ограниченный характер, поскольку в такие программы подготовки часто включаются лица с недостаточным уровнем общего образования, что в дальнейшем препятствует их продвижению на руководящие должности. А главное, при подготовке не дается понимание изменения процессов в экосистемах моря и влияние этих процессов на состояние облавливаемых объектов, поскольку значительная часть этих программ основана на предыдущем опыте и не решает существующие кадровые проблемы. Именно базовое образование в области промышленного рыболовства позволяет решать задачи правильной организации промысла и накопления знаний о процессах промысла на флоте.

Здесь необходимо отметить, что наибольшие результаты по добыче были достигнуты в СССР в 1989 году путем развития технологий промысла под руководством министра рыбного хозяйства выпускника специальности «Промышленное рыболовство» Николая Исааковича Котляра (Дальневосточный технический институт рыбной промышленности и хозяйства). При сопоставимой мощности флота Россия выловила 5,304 млн. т (2023 г.), а РСФСР – 7,8 млн. т (1989 г.). Поэтому практика привлечения в отрасль специалистов с дипломом менеджера также не приносит ожидаемых результатов, поскольку специфика работы с морскими экипажами и капитанами требует особых знаний и навыков, которые невозможно получить в рамках стандартной управленческой подготовки. В компаниях применяются различные подходы к решению этой проблемы, но рыбохозяйственная система в целом и её нормативные документы требуют наличия базового специального образования и морского опыта для эффективного взаимодействия с капитанами и другими ключевыми фигурами, что упускается при управлении флотом сегодня.

Принятая и реализуемая в отрасли программа промыслового судостроения сохраняет старую концепцию флота, обновляя его лишь с точки зрения улучшения условий работы и повышения эффективности добычи, которые были фактически реализованы еще в конце 80-х годов в СССР, поэтому проблема кадров остаётся нерешённой.

Предлагаемая концепция направлена на преодоление данной проблемы и соответствует глобальным тенденциям использования Мирового океана в контексте судостроения, изложенным в документе Blueprint 2050: The Maritime World Beyond the Horizon [2]. В нем на примере танкера демонстрируется эффективность применения безэкипажного управления судами, что позволяет снизить эксплуатационные затраты на 40 %. Поэтому такая концепция решит главные задачи современного рыболовства, связанные с нехваткой кадров и их профессионального уровня.

Методологической основой для решения поставленных задач послужили исследования, представленные в работах [2, 4]. Идентификация факторов внешней среды и постановка целей в контексте их анализа описаны выше и детально изложены в [1, 5]. Однако для разработки генеральной концепции и формирования частных задач необходимо более детально рассмотреть подходы к решению проблем, связанных с использованием дронов и баз, на основе анализа накопленного опыта и ранее разработанных технических решений в отечественной рыбохозяйственной науке.

Схема работы базы с небольшими судами была разработана давно, еще в 50-х годах, и тогда она совершенствовалась, вершиной такого подхода стала построенная в 1973 году в СССР промысловая база «Восток» длиной 224,5 м и шириной 28 м (рисунок 1) с 14 малыми траулерами (рисунок 2) РДС-1371 (проект 1964 г.). Сдача улова осуществлялась в кормовой части базы «Восток», далее они двигались к бортам базы, где поднимались на специальных спускоподъёмных устройствах при волнении до 6 баллов. Малые траулеры с экипажем до пяти человек имели мощность 600 л. с. [6]: полезная тяга 50–50,9 кН (скорость 4–4,5 уз.), что соответствует среднетоннажному судну СРТМ 800 с энергетической

установкой 1000 л. с.; гидравлическая лебедка ЛГТрС-1 (тяговое усилие 4 т); габариты судна: длина 17,3 м, ширина 5,26 м и с расчетным суточным выловом для обеспечения базы в 14,3 т, только по мороженной продукции. Однако трюм был спроектирован на 10 т, практика показала, что такие суда могут обеспечить максимальный суточный вылов до 8 т. Сама база «Восток» могла в сутки обрабатывать 200 т. После выхода на промысел в течение месяца база «Восток» стала принимать улов от среднетоннажных судов, и после трех лет эксплуатации от малых траулеров отказались.

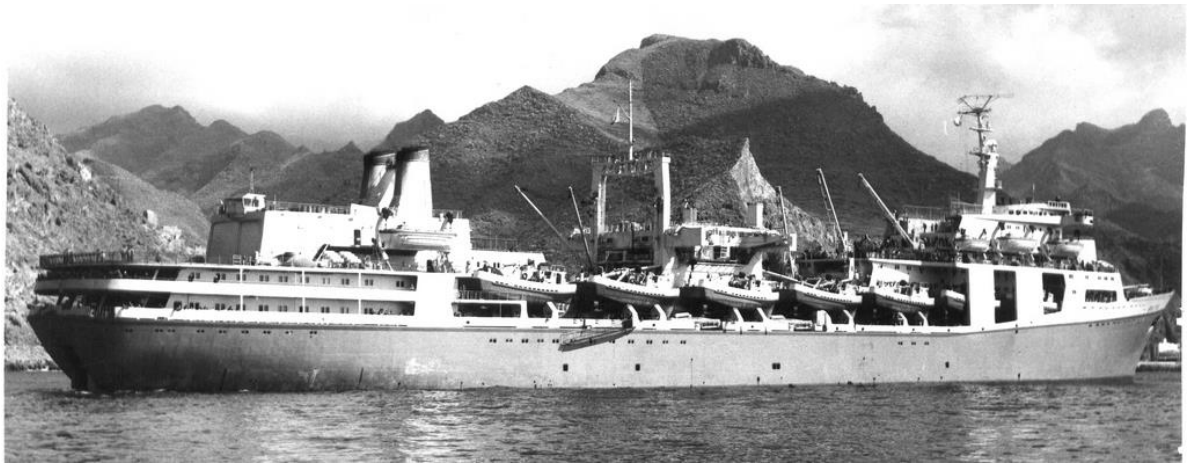


Рисунок 1 – База «Восток» с 14 малыми траулерами

На тот период малые траулеры РДС-1371 являлись достаточно мощными судами, однако основные ограничения, не давшие полностью реализовать возможности судна, связаны с техническими ограничениями рыболовной системы:

1. Небольшие траловые доски (1,8 м^2), что связано с облегченным порталом для уменьшения массы судна, следовательно, трал не может иметь достаточные к мощности судна размеры горизонтального и вертикального раскрытия, например, у СРТМ 800 траловые доски в 2,5 раза больше по площади.

2. Траловый мешок выбирается на палубу судна, которая имеет малый размер и это ограничивает суточный вылов в цикле взаимодействия с приемкой на базе и переходом в район промысла.

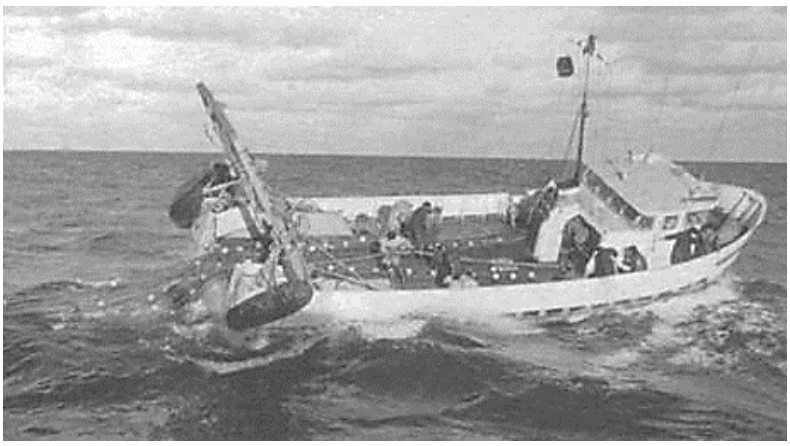


Рисунок 2 – РДС проект 1371 «Восток-7»

Следующий и во многом главный недостаток при эксплуатации базы «Восток» это то, что планировалось использование оптимальной системы управления промыслом с использованием на тот момент вычислительной техники, которую собирались реализовать после выхода в море, если бы это было сделано раньше, то концепция судов была бы, возможно, другой.

Анализ текущей ситуации в отрасли и опыт эксплуатации базы «Восток» в прошлом показывают два вектора целеполагания для решения задач по разработке автоматизированных и роботизированных комплексов:

1) техническая реализация автоматизированных и роботизированных рыбопромысловых комплексов судна дрона и его носителя;

2) системы управления промыслом с учетом современных условий, которые можно представить двух типов:

- для работы в отдаление от берегов (большие системы);

- для работы вблизи берегов.

Наиболее перспективные системы, для которых разработан ряд технологий:

- траловый промысел;

- ярусный;

- донно-неводной промысел.

Важной особенностью при проектировании автоматизированных и роботизированных рыбопромысловых комплексов дронов является иной подход

к реализации автоматизированных операций, чем тот, который используется там, где подобные операции осуществляют люди.

Рассмотрим траловую систему как наиболее автоматизированную и исследуемую. Выше приведены выводы, связанные с механизацией тралового промысла на небольших судах. Для решения задачи 1 предлагается вместо траловых досок использовать гибких распорных устройств (ГРУ), схема крепления и расширенная конструкция приведена на рисунке 3. Развитие конструкции велось совместно с фирмой Nichimo (Japan) в начале 90-х годов, более подробно развитие этих исследований и результаты применения приведены в работе [7]. ГРУ может наматываться на кабельно-сетной барабан без необходимости отключения от системы, как траловые доски. Особенностью предлагаемой системы является использование цепи 4 (рисунок 3) взамен грузов-углубителей как распределенную загрузку с наматыванием на кабельно-сетной барабан.

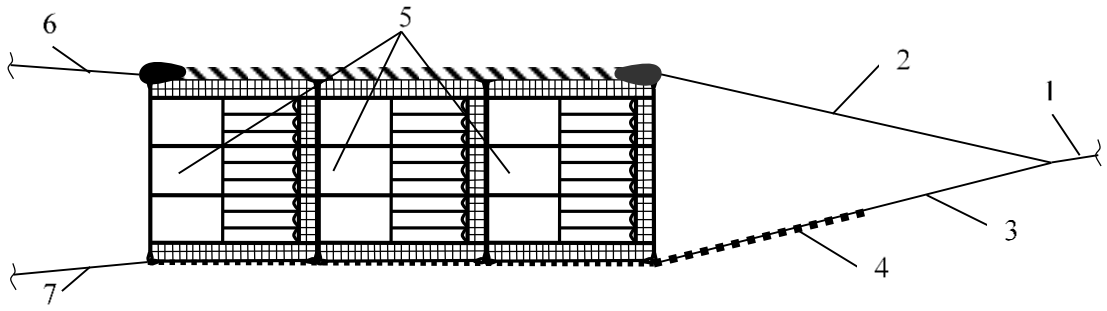


Рисунок 3 – Пакет ГРУ [8]: 1 – ваер; 2, 3 – верхний и нижний кабели ГРУ; 4 – цепь; 5 – ГРУ; 6, 7 – верхний, нижний кабели трала

В отличие от траловых досок ГРУ принимает устойчивое положение при любых режимах траления [7], создает простоту использования и минимизацию автоматизации и выходит в рабочий диапазон траления автоматически за счет конструкции. За счет этого ГРУ позволяется практически управлять закрытием и раскрытием трала [9] (рисунок 4) путем изменения длины кабеля управления 1 с учетом упреждения дистанции до скопления гидробионтов $D_к$, изменяя расстояние между ГРУ H (раскрытие трала). После облова косяка длину кабеля 1 подбирают и трал закрывается. Использование такого подхода позволяет

значительно сократить расходы на буксировку траловой системы и снизить нагрузки при ее выборке путем закрытия траловой системы. Методика управления такой системы и расчет ее параметров подробно изложены в работе [12].

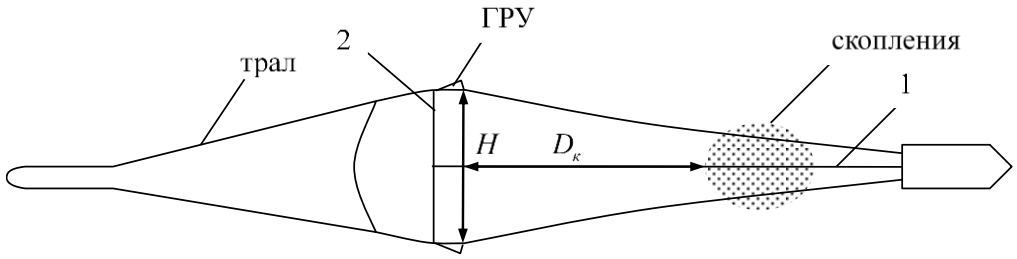


Рисунок 4 – Параметры траловой системы с управляемой ГРУ [9]:
1 – кабель лебедки управляющего воздействия; 2 – стягивающие в задней подборе ГРУ кабеля, соединенные с кабелем 1

Для реализации работы траловой системы без отключения и подключения разработана концепция комплексной лебедки (рисунок 5), имеющей раздельные приводы на каждый ваерный барабан, отдельные приводы на канатоукладчики, а также на механизм выдвижения/убирания канатоукладчика. До наматывания кабельной части трала канатоукладчики убираются, а при сходе канатно-сетной части трала они поднимаются и подстраиваются под каждый сходящий с барабана ваер и кабель управления 4. При выборке и сходе канатно-сетной части трала управление левым и правым ваерным барабаном лебедки происходит синхронно.

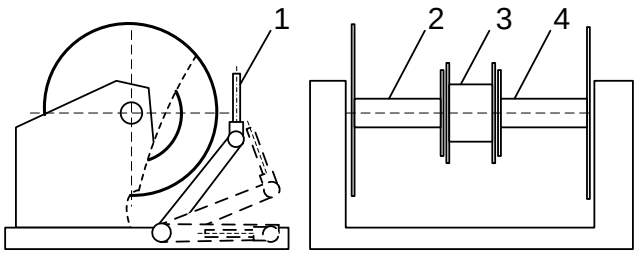


Рисунок 5 – Траловая комбинированная лебедка [20]:
1 – канатоукладчик; 2 – правый ваерный барабан; 3 – барабан лебедки управления; 4 – левый ваерный барабан

В настоящее время предложено два варианта траловых дронов в рамках решения задачи 2:

1 – дрон осуществляет постановку траловой системы, без выборки улова на палубу, а используя особенности управляемой траловой системы (рисунок 3) в закрытом состоянии ее буксирует к судну-базе, где в кормовой ее части осуществляется выливка улова (рисунок 6);

2 – дрон осуществляет постановку траловой системы и осуществляет выборку улова на судне в траловом мешке, через специальный бункер (рисунок 7).

По первому исполнению практика показывает, что в настоящее время траления некоторых объектов (минтай) могут осуществляться до 8–10 ч без потери качества улова, траления сардины-иваси с последующей выливкой улова с помощью рыбонасоса может занимать до 8 ч. Подводные исследования и исследования полей скоростей показывают, что скорости потока в мешке минимальны [11, 12] и позволяют рыбе снять стрессовое состояние [13–16], поэтому использование такого подхода верно с позиции качества сырья.

По второму исполнению проект разработан и разработаны методы расчёта параметров такой системы (рисунок 7), для траловой системы предложено использование двух траловых мешков (40 т), для снижения размеров дрона и понижения метацентрической высоты, и подробно изложено в работе [18, 19, 22].

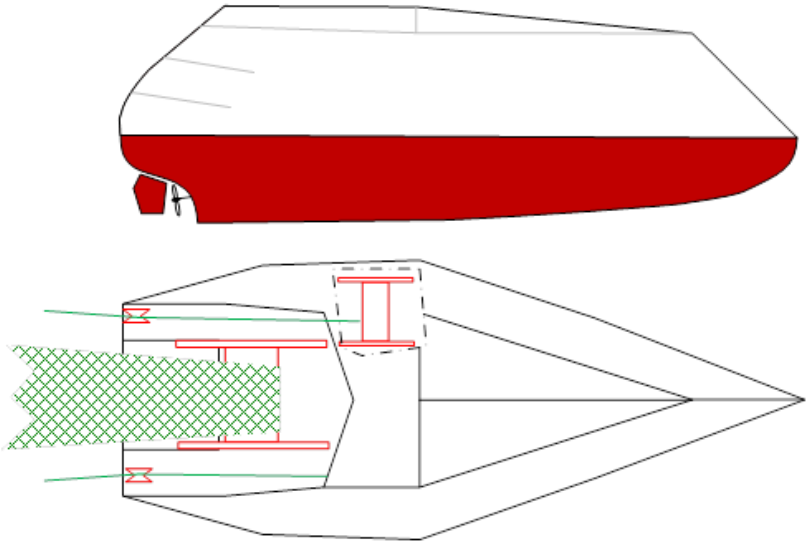


Рисунок 6 – Рыболовное судно-дрон с буксировкой улова [1]

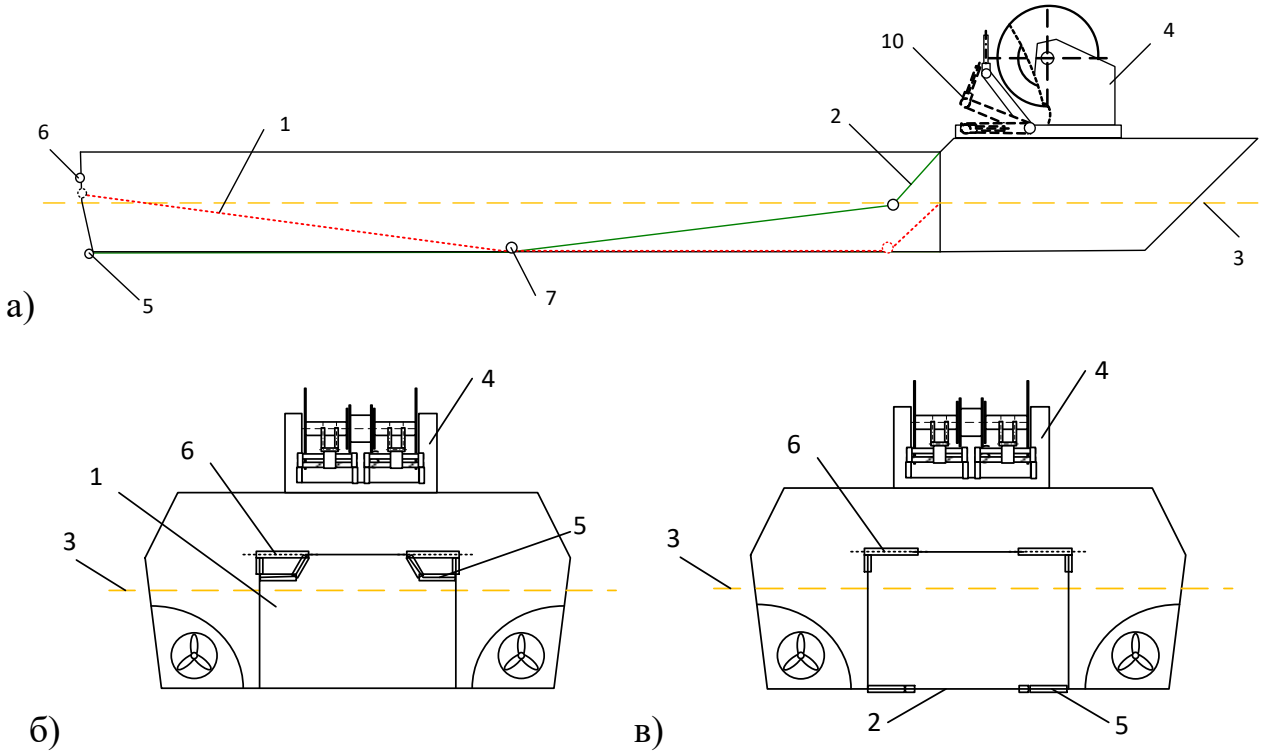


Рисунок 7 – Рыболовное судно-дрон с приемным устройством для улова [17]:
а – вид сбоку; б – вид с кормы с закрытым приемном устройстве;
в – вид с кормы с открытым приемным устройством

Таким образом, промысловая часть судов уже реализована, и выбор дрона из двух вариантов связан с оптимальным размещением на судне-базе и приемом этих судов на базу. Ранее на базе «Восток» были реализованы специальные краны (рисунок 8, а), в работе [1] предложена система с приемным гидроканалом (рисунок 8, б), имеется вариант загрузки с помощью платформы-синхролифт (рисунок 9).

Варианты базы «Восток» и платформа-синхролифт (рисунок 9) однозначно подразумевают использование дронов по варианту 1, а база с приемным гидроканалом (рисунок 8, б) может использовать дроны двух вариантов. При этом вариант 2 дрона может использоваться в прибрежном рыболовстве [1] в районах с отсутствием инфраструктуры, которая после 1991 г. на Дальнем Востоке значительно деградировала, при этом там имеются значительные запасы гидробионтов. В этих районах размещаются стационарные базы берегового исполнения, которые могут обслуживаться вахтовым методом.

Исполнение гидробионта по энергетической составляющей на сегодняшний этап развития однозначно связано с использованием электрической системы движения и промыслового оборудования, что сокращает количество разных систем на дроне, позволяет его делать более компактным.

В настоящее время промысловое оборудование на электрическом приводе за счет цифровой системы управления обладает преимуществом перед гидравлической по компактности и отсутствием потери КПД, также обслуживание гидросистемы обходится дороже электрической. Однако в зависимости от уровня развития электрических батарей дрон может быть полностью электрическим или использовать двигатель для зарядки батарей (гибрид). На судне-базе для повышения промыслового времени блок батарей может быть выполнен съемным.

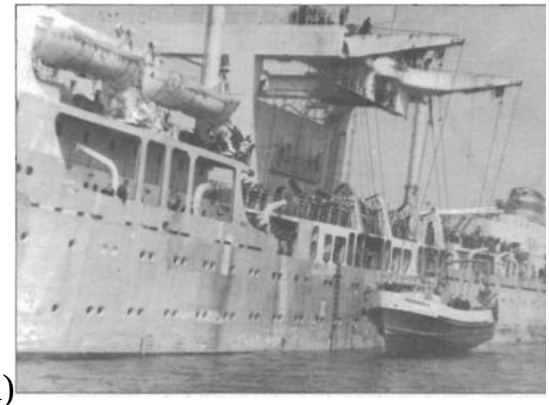
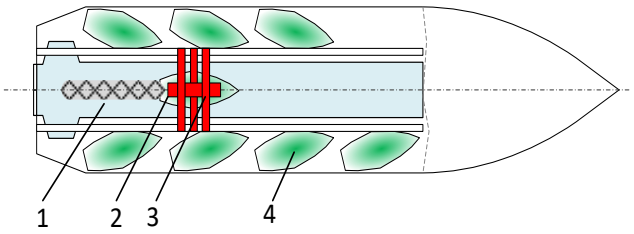
а)  б) 

Рисунок 8 – Варианты судов баз для работы с маломерными судами (дронами): а – спускоподъёмные устройства на базе «Восток»; б – с приемным гидроканалом; 1 – водный канал; 2 – дрон с уловом; 3 – модуль захвата и манипулирования дроном; 4 – дрон на хранении

Суда-базы в такой концепции будут иметь значительные размеры, что позволит разместить значительные перерабатывающие мощности с гибкой технологией выпуска продукции под запросы рынка, что сегодня трудно осуществить на крупных траулерах, поскольку, в отличие от базы, они сами

тралят и для этого требуют значительных затрат на топливо, и в этом случае компоновка судна идет все равно на минимизацию.

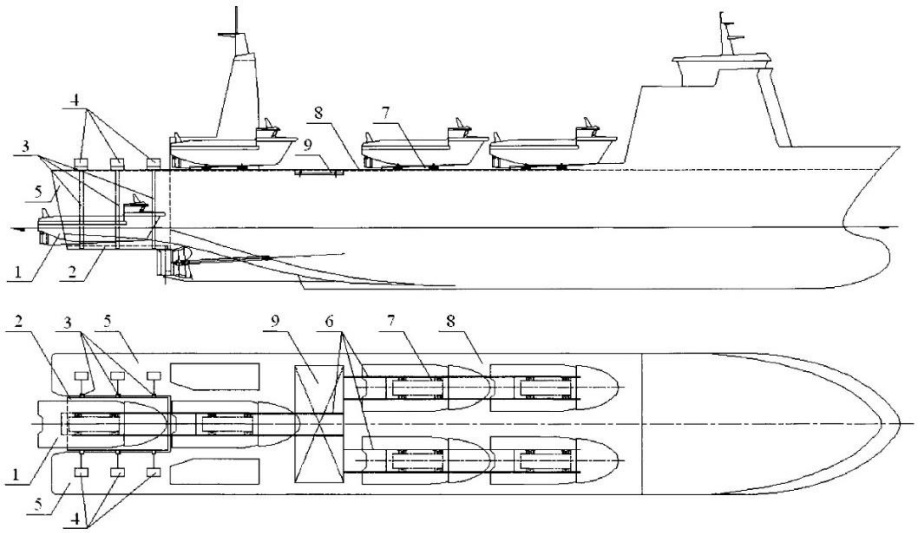


Рисунок 9 – Рыбопромысловый комплекс [21]

Дрон для ярусного промысла. В сравнении с траловым ловом ярусный лов более труден для механизации и менее массовый и требует большого количества ручного труда [23]. Проведённые исследования существующих и используемых промысловых схем и механизмов на ярусном промысле [24, 25] позволяют использовать суда-дроны для ярусного лова.

Решение этой задачи заключается в переносе ручного труда и надзора за подготовкой ярусов (систему механизации и ярус) на суда-базы. При этом суда-дроны будут осуществлять постановку уже заряженной наживкой хребтины яруса, а затем осуществить выборку яруса с уловом [23].

На судне-базе при подготовке судна-дрона предлагается схема заполнения контейнера заряженной хребтиной с наживкой (рисунок 10). Сам процесс наживления будет осуществляться с использованием существующих наживочных машин в режиме наиболее качественного наживления крючков (контроль скорости намотки хребтины в контейнере).

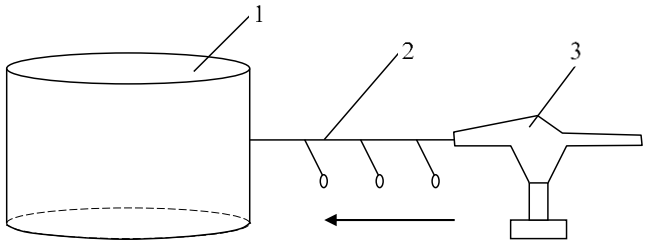


Рисунок 10 – Схема наполнения контейнера 1 хребтиной с наживленными крючками 2: 1 – контейнер; 2 – хребтина с наживленными крючками; 3 – наживочная машина

Далее контейнер помещается на судно-дрон (рисунок 11), оно выходит на промысел и осуществляет постановку яруса: буя, буйрепа, устройства для накопления улова (рисунок 12) (устройство выполняет функцию якоря), свободного конца, хребтины, свободного конца, якоря, буйрепа с буем.

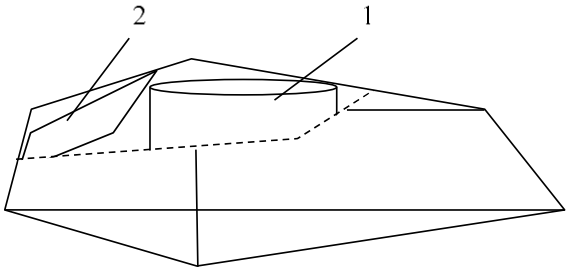


Рисунок 11 – Судно-дрон ярусного лова:
1 – контейнер с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной;
2 – устройство для накопления улова



Рисунок 12 – Устройство для накопления улова на судне РК «Восток-1»

При выборке улова судно-дрон подходит к бую к концу яруса, где находится устройство для накопления улова. Манипулятором берет буй, заводит его с кормы и начинает выборку. При выборке яруса устройство для накопления улова перемещается по грунту, снимает улов с хребтины и аккумулирует его. При подходе к якорю накопительное устройство поднимается на борт судна и фиксируется в кормовой части. С помощью манипулятора в системе выборки фиксируется конечный буйреп, и он выбирается на борт судна с буем и направляется к базе. Технологии устройств для накопления улова уже разработаны совместно с РК «Восток-1» (рисунок 12), которое прошло серию испытаний.

Следующим изделием является контейнер с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной (рисунок 10). Эксперименты с предлагаемыми контейнерами проводились еще в конце 70-х годах прошлого века и применялись для маломерных судов [24], в работе [23] разработана схема расчета такого барабана для хранения хребтины длиной до 6 км.

Следующим важным шагом в дополнение к предлагаемой концепции является разработка цифровых технологий организации и ведения добычи (вылова) гидробионтов на основе математического моделирования процессов и систем промышленного рыболовства, в том числе с использованием искусственного (имитационного) интеллекта. В частности, разработаны системы работы на скоплениях группы судов:

- виртуальный тренажер сайровой экспедиции [26];
- виртуальный тренажер кальмароловной экспедиции [26];
- виртуальные тренажеры судов-наливников тралового лова [27].

Данные системы позволяют достаточно полно моделировать процессы промысла рассмотренных систем с учетом промысловых ситуаций и распределения скоплений гидробионтов.

Таким образом, в России на сегодня разработана концепция автоматизированных и роботизированных комплексов с искусственным интеллектом для повышения производительности труда тралмастеров на основе

судов-дронов и цифровых технологий организации и ведения добычи (вылова) гидробионтов на основе математического моделирования процессов и систем промышленного рыболовства, в том числе с использованием искусственного (имитационного) интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорченко, Н. К. Системы автономных и полуавтономных процессов промысла / Н. К. Зорченко, Ю. В. Еремин, Е. В. Осипов // Рыбное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 94–96.

2. Blueprint 2050, the maritime world beyond the horizon/ NISS, 17.04.2016 Rotterdam – 60 p.

3. Величко, М. В. Экономика инновационного развития / М. В. Величко, В. А. Ефимов, В. М. Зазнобин. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2015. – 358 с.

4. Grady Booch. Object-oriented analysis and design with applications. Rational, Santa Clara, California. – 534 p.

5. Зорченко, Н. К. Судостроение-2050: будущее, которое наступит завтра / Н. К. Зорченко, Ю. В. Еремин, Е. В. Осипов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 12–13.

6. Флот рыбной промышленности. Справочник типовых судов / под ред. В. Е. Астахова. – Ленинград: Транспорт, 1972.

7. Бойцов, А. Н. Развитие совместных российско-японских научно-исследовательских и экспериментальных работ в области совершенствования тралового промысла / А. Н. Бойцов, Е. В. Осипов // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2023. – Т. 64, № 2. – С. 101–111.

8. Патент на полезную модель № 212511 U1 Российская Федерация, МПК A01K 73/04. гидродинамическое распорное устройство: № 2022108977: заявл. 04.04.2022: опубл. 26.07.2022 / А. Н. Бойцов, Е. В. Осипов, С. В. Лисиенко, В. Е. Вальков; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет».

9. Бойцов, А. Н. Управление траловой системой с гибкими распорными устройствами / А. Н. Бойцов [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 93–95.

10. Boytsov A.N., Osipov E.V., Lisienko S.V., Valkov V.E., Shevchenko A.I. Development of the trawl controlled system with flexible spreading devices. Journal of mechanics of continua and mathematical sciences, Special Issue, No.-10, June (2020) 619-636. DOI: https://doi.org/10.26782/jmcms.spl.10/2020.06.00039

11. Коротков, В. К. Реакция рыб на трал, технология их лова / В. К. Коротков. – Калининград: «Страж Балтики», 1998. – 399 с.

12. Чернецов, В. В. Поля скоростей в зоне трала как важный фактор, влияющий на поведение объекта лова / В. В. Чернецов, Е. В. Осипов // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 91–93.

13. Svalheim RA, Aas-Hansen Ø, Heia K, Karlsson-Drangsholt A, Olsen SH, Johnsen HK. Simulated trawling: Exhaustive swimming followed by extreme crowding as contributing reasons to variable fillet quality in trawl-caught Atlantic cod (Gadus morhua). PLoS One. 2020 Jun 18;15(6):e0234059. doi: 10.1371/journal.pone.0234059. PMID: 32555614; PMCID: PMC7302710.

14. Olsen S. H. et al. Capture induced stress and live storage of Atlantic cod (Gadus morhua) caught by trawl: consequences for the flesh quality // Fisheries research. – 2013. – Т. 147. – С. 446–453.

15. Бойцов, А. Н. Методика расчета сетного буксируемого мешка для доставки живой рыбы / А. Н. Бойцов, Е. В. Осипов, Д. А. Пилипчук // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы VIII Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 24 октября 2024 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2024. – С. 128–132.

16. Бойцов, А. Н. Совершенствование сетного мешка для буксировки гидробионтов со ставных неводов и аквакультурных ферм / А. Н. Бойцов, Е. В. Осипов, Д. А. Пилипчук // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации:

материалы VII Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 22 декабря 2023 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2024. – С. 14–18.

17. Патент на полезную модель № 214684 U1 Российская Федерация, МПК B63B 35/20. приспособление для приема трала: № 2022105459: заявл. 28.02.2022: опубл. 10.11.2022 / А. Н. Бойцов, Е. В. Осипов, С. В. Лисиенко, В. В. Баринов; заяв. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет».

18. Осипов, Е. В. Новые подходы при проектировании судов прибрежного рыболовства / Е. В. Осипов, Г. С. Павлов // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 15–17.

19. Осипов, Е. В. Модель оптимизации параметров траловой системы при нахождении тралового мешка с уловом в приемном бункере судна-дрона / Е. В. Осипов, Т. П. Карпелев // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 18 декабря 2020 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2021. – С. 110–115.

20. Осипов, Е. В. Разработка концепции траловой комплексной лебедки для схемы со снижением или исключением ручного труда / Е. В. Осипов, В. В. Чипизубов, Р. О. Шкуратов // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 27–28 октября 2022 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. – С. 25–28.

21. Патент на полезную модель № 111512 U1 Российская Федерация, МПК B63B 35/00, B63B 35/14. рыбопромысловый комплекс: № 2011116756/11: заявл. 27.04.2011: опубл. 20.12.2011 / Д. Е. Гармаш, В. О. Котельников, Т. Б. Наумова, М. В. Темкин; заяв. Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство промышленности и торговли РФ (Минпромторг России).

22. Осипов, Е. В. Исследование систем сохранения качества улова в мешке (трала, снюрревода) / Е. В. Осипов // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 18 декабря 2019 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2020. – С. 71–75.

23. Осипов, Е. В. Технология промысла ярусами с судов-дронов / Е. В. Осипов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Международной научно-технической конференции: в 2 ч, Владивосток, 20–21 мая 2020 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2020. – Ч. I. – С. 139–143. – EDN LCMVCK.

24. Кокорин, Н. В. Лов рыбы ярусами / Н. В. Кокорин. – Москва: ВНИРО, 1994. – 421с

25. Кулага, В. Г. Орудия рыболовства и механизация ярусного, ловушечного и дрифтерного промысла / В. Г. Кулага, Е. В. Осипов. – Москва: ВНТИЦ, 2005. – № 50200500517.

26. Патент № 2473131 C2 Российская Федерация, МПК G09B 9/00. Способ имитации поиска промыслового объекта лова в обучающем тренажере: № 2011100418/11: заявл. 11.01.2011: опубл. 20.01.2013 / Ю. В. Еремин, А. В. Балло, В. В. Касьяненко [и др.]; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет».

27. Осипов, Е. В. Моделирование процессов работы судов-наливников / Е. В. Осипов, В. Е. Вальков, С. В. Сухорукова // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2025. – Т. 72, № 2. – С. 175–183.

AUTOMATED AND ROBOTIC COMPLEXES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF TRAILMASTERS

Osipov Evgeny Valerievich, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, e-mail: oev@mail.ru

The concept of a fishing system is described, representing automated and robotic complexes with artificial intelligence to increase the productivity of trawl masters with drones for trawling and longline fishing of aquatic life. The analysis of already developed and tested solutions and their implementation based on the research conducted in Russia in this area is given. The concept involves the use of drones from base ships and to work with coastal stationary coastal bases.

Научное издание

ПЕРЕХОД НА ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

XIV Национальная научно-методическая конференция (г. Санкт-Петербург, 20–22 октября 2025 г.)

Материалы

Редактор Е. Билко

Подписано в печать 12.12.2025 г. Формат 60 х 84/16. Уч.-изд. л. 3,6. Печ. л. 5,0.
Тираж 50 экз. Заказ № 116

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, Калининград, Советский проспект, 1