

На правах рукописи



ИВАНКО НИНА СЕРГЕЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ
И ВЕДЕНИЯ ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА)
КОМАНДОРСКОГО КАЛЬМАРА**

4.2.6. Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Владивосток – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»).

Научный руководитель:

Лисиенко Светлана Владимировна, доктор технических наук, доцент, профессор базовой кафедры биологической и биохимической инженерии Передовой инженерной школы «Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ФГАОУ ВО «ДФУ»).

Официальные оппоненты:

Проценко Игорь Григорьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Информационные системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Камчатский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»).

Татарников Вячеслав Александрович, кандидат технических наук, директор департамента промышленного рыболовства и инструментальных методов исследования, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»).

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет» (ФГБОУ ВО «КГМТУ»)

Защита диссертации состоится 28 апреля 2026 г., в 15.00 часов на заседании диссертационного совета 37.2.007.04 на базе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по адресу г. Калининград, Профессора Баранова, 43, Зал заседаний диссертационных советов ауд. 101.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» по адресу: https://klgtu.ru/upload/dissertations/ivanko/ivanko_diss.pdf

Отзывы на автореферат, заверенные гербовой печатью учреждения, следует направлять по адресу: 236022, г. Калининград, Советский пр., д. 1, ФГБОУ ВО «КГТУ», диссертационный совет 37.2.007.04, ученому секретарю Недоступу А.А., а также на электронный адрес: nedostup@klgtu.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



Недоступ Александр Алексеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное промышленное рыболовство представляет собой сложную систему, функционирующую в условиях значительной неопределенности и множества случайных факторов. Особую важность приобретает научное обоснование методов управления промыслом и оптимизации рыбодобывающих процессов, что подтверждается исследованиями ведущих ученых в этой области хозяйства. Значительные исследования в этой области были проведены в 70-80-ые годы прошлого века и связаны с развитием рыболовства в СССР, однако организация ведения промысла определяется правилами рыболовства и законодательством, поэтому разработанные в тот период методы управления и организации промысла, задачи оптимизации не могут быть применимы полностью в современной России. Поэтому совершенствование и разработка организации и ведения добычи в современных условиях является актуальной проблемой для рыболовства России, поскольку даже при наличии более современного флота уровень добычи в половину меньше, чем в СССР.

Промысел командорского кальмара характеризуется рядом специфических особенностей, связанных с биологией объекта лова, миграционными процессами и динамикой распределения кальмара в промысловых зонах. Эти особенности требуют разработки специальных подходов к моделированию и оптимизации промысловых операций.

Степень разработанности проблемы. Вопросами моделирования промысловых процессов занимались такие учёные как Ф.И. Баранов, Н.Н. Андреев, С.А. Студенецкий, В.Н. Мельников, А.В. Мельников, М.А. Мизюркин, Е.Г. Норинов, Б.И. Покровский, С.В. Лисиенко и др. Модель ежегодных колебаний запасов командорского кальмара вблизи Курильских островов и влияние климатических условий на величину запаса рассматривал О.Н. Катугин. Большой объём исследований по промысловой биологии командорского кальмара выполнен такими учёными, как Д.О. Алексеев, Ю.А. Федорец, Ф.В. Лищенко и О.Н. Катугин. Эти исследования охватывают широкий спектр вопросов, включая биологические особенности вида, его распределение, миграции, динамику численности и условия формирования промысловых скоплений. Однако, несмотря на значительные достижения в этой области, вопросы комплексной оптимизации промысла командорского кальмара остаются недостаточно изученными.

Комплексная оптимизация промысла предполагает учёт множества факторов, таких как биологические характеристики объекта лова, технические параметры судов и орудий лова, экономическая эффективность промысловых операций, экологические ограничения и социально-экономические условия. На сегодняшний день отсутствуют универсальные модели, которые могли бы учитывать все эти аспекты одновременно. Это создаёт определённые трудности при планировании и управлении промыслом, особенно в условиях изменчивости внешней среды и антропогенного давления.

Целью работы является разработка методологии однообъектной промысловой системы и оптимизации в ней рыбодобывающих процессов на примере промысла командорского кальмара.

Объектом исследования выступают процессы и системы промышленного рыболовства, **предметом** – совершенствование организации и ведения промысла командорского кальмара.

Задачи исследования:

1. Провести анализ современного состояния организации промысла командорского кальмара и выявить ключевые проблемы эффективности рыбодобывающей деятельности.

2. Спроектировать однообъектную промысловую систему с учетом биологических, технических и экономических факторов добычи.

3. Создать математическую модель оптимизации промысловых операций с использованием методов линейного программирования и системного анализа.

4. Разработать методику расчета оптимального распределения добывающих судов по районам промысла с учетом периодов промысловой доступности командорского кальмара.

5. Обосновать практические предложения по совершенствованию организационно-управленческих решений в процессе освоения ресурсов командорского кальмара.

Данные цели и задачи соответствуют общенаучным подходам к организации исследования и отражают основные аспекты моделирования рыбодобывающих процессов, упомянутые в предоставленном материале.

Научная новизна состоит в следующем:

– Обоснован новый методологический подход к проектированию однообъектной промысловой системы по освоению командорского кальмара с учетом его пространственного распределения по промысловым зонам Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна.

– Разработан компонентный состав системы, произведена оценка комплексного влияния на рыбодобывающий процесс взаимосвязанных факторов: технологических и технических особенностей промысла, эксплуатационных характеристик флота, сезонной и пространственной доступности ресурса, обоснованы ограничения и их влияние на процесс освоения.

– Разработаны новые алгоритмы и математические модели оптимизации рыбодобывающих процессов во вновь созданной системе на основе интеграции биопромысловой специфики промысла (миграционных циклов, сезонности нереста и концентрации в определённых районах промысла), производственно-технических параметров судов (грузоподъёмности, топливной эффективности, продолжительности рейсов, междурейсовых стоянок и непроизводительных простоев и др.) в структуру оптимизационной задачи.

– Произведена оптимизация промысловой деятельности, получены результаты, доказывающие повышение эффективности использования промыслового потенциала при одновременном соблюдении принципов рационального и устойчивого рыболовства и достижении производственных показателей добычи (вылова).

Таким образом, научная новизна заключается в системном переосмыслении подходов к проектированию и управлению однообъектными промысловыми системами в условиях высокой пространственно-временной изменчивости целевого ресурса, в создании новых научных подходов и инструментов моделирования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработанные новый методологический подход к проектированию однообъектной промысловой системы и оптимизационные модели являются научной основой для разработки подобных однообъектных систем по освоению промысловых объектов в рыбохозяйственных бассейнах, обоснованию организационно-управленческих решений по совершенствованию рыбодобывающей деятельности, эффективному планированию освоения промысловых биоресурсов, организации и планированию работы добывающих судов в промысловых зонах, обоснованию организационных схем ведения добычи (вылова).

Разработанные прикладные компьютерные программы имеет научную значимость в виде оригинальных постановок задач моделирования рыбодобывающей деятельности и являются практико-ориентированным инструментом по моделированию рыбодобывающих процессов в однообъектных промысловых системах с учетом динамики изменения входных и ограничительных параметров в процессе решения практических задач по совершенствованию организации, планирования и управления промысловым флотом.

Методами исследования являются общенаучные подходы и методы, включая системный подход и системный анализ, теорию исследования операций, декомпозицию сложных задач, фундаментальные положения теории рыболовства, а также методы математического моделирования и оптимизации – в частности, линейное и динамическое программирование.

Положения, выносимые на защиту. Подход к проектированию комплексной однообъектной системы «командорский кальмар» и управлению промыслом командорского кальмара, интегрирующие биологические особенности вида, технические параметры флота и экономические критерии эффективности.

Математические модели, алгоритмы и комплекс программ по этим алгоритмам по оптимизации распределения добывающего флота и управления годовой эксплуатацией судов, учитывающие специфику промысла командорского кальмара.

Методика распределения добывающего флота по промысловым зонам, основанная на данных математического моделирования с целью повышения эффективности добычи командорского кальмара.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Материалы диссертационной работы соответствуют паспорту научной специальности 4.2.6. Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство (технические науки): п. 7 Разработка теоретических и практических аспектов реализации предосторожного, многовидового, экосистемного и биоэкономического подходов к организации ведения промысла и рациональному использованию водных биоресурсов, принципов и методов регулирования промышленного рыболовства; п. 12 Математическое моделирование процессов и систем промышленного рыболовства.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается проведением масштабного анализа промысловых данных, учетом практического опыта работы рыболовного флота при добыче командорского кальмара, использованием строгой

и непротиворечивой теоретической базы, а также всесторонним изучением объекта исследования. Применение научно обоснованных методов, соответствующих поставленным задачам, и корректное использование математического аппарата дополнительно подтверждают надежность полученных выводов.

Основные теоретические и практические положения диссертационного исследования были представлены и обсуждены на международных и национальных конференциях: Международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы: рациональное освоение и искусственное воспроизводство» (Владивосток, 2021); Международной научно-технической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства» (Владивосток, 2021); IV Национальной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» (Владивосток, 2021); VI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли» (Владивосток, 2021); VII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 2022); Международной научно-технической конференции «Рациональная эксплуатация водных биологических ресурсов» (Владивосток, 2023); VIII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли» (Владивосток, 2023); VI Национальной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» (Владивосток, 2023); XV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (Петропавловск-Камчатский, 2024); VIII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 2024); IX Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли» (Владивосток, 2024), Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы становления и развития рыбного хозяйства России» (Владивосток, 2025).

Результаты исследований внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» по направлениям подготовки уровней бакалавриата и магистратуры 35.03.09 и 35.04.08 «Промышленное рыболовство» в курсах дисциплин, изучающих информационные технологии в рыболовстве.

Личный вклад автора. Основу диссертационной работы составляют результаты научных исследований, проведенных автором в 2019–2025 годах на кафедре «Промышленное рыболовство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Автор лично участвовал во всех этапах получения представленных в работе результатов, включая разработку математических моделей, направленных на оптимизацию распределения добывающих судов на промысле командорского кальмара. Ключевые элементы личного вклада автора включают: формулировку

структуры диссертации и автореферата, а также их самостоятельное написание; создание математического аппарата и оптимизационных моделей, а также разработку программного комплекса для решения задач, связанных с оптимизацией промысловых операций по добыче командорского кальмара; подготовку и публикацию научных результатов в виде статей, тезисов и материалов конференций; представление полученных выводов на научных конференциях различного уровня. Вклад соавторов, упомянутых в диссертации, заключается в совместной проработке теоретических основ рыбодобывающих процессов и проведении дополнительных объектно-ориентированных аналитических исследований.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 42 печатные работы (34 публикации и 8 объектов интеллектуальной собственности), в том числе 6 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России (в том числе 4 в соавторстве), 7 статей в изданиях, проиндексированных в международной реферативной базе данных Web of Science (в соавторстве), 12 статей в материалах конференция (в том числе 11 в соавторстве).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем составляет 171 страница, включая 22 рисунка, 9 таблиц и 15 приложений. Список литературы содержит 205 наименований, 10 из которых принадлежит иностранным авторам.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** содержится общая характеристика работы: аргументирована актуальность темы диссертационной работы, степень обоснованности темы исследования, определены цель и задачи исследования; сформулированы основные положения, выносимые на защиту; охарактеризована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В **первой главе** описаны биология и промысловое распределение командорского кальмара, проведен анализ динамики промысла кальмара за период 2015-2024 гг, проанализированы организационно-управленческие решения по распределению квот на добычу кальмара.

Анализ показал, что средняя степень освоения ОДУ за рассмотренный период составила 68,2%, при этом наблюдались колебания освоения ОДУ от 33,4% до 92,9%. Доля вылова кальмара как неодолеваемого объекта в среднем составила 13,8%, при этом освоение рекомендованных объемов вылова в среднем не достигает 25%. Это свидетельствует о нестабильности промысла. На промысле кальмара работали в основном крупнотоннажные и среднетоннажные суда, анализ их деятельности показал, что среднесуточный вылов и тех и других судов отличается незначительно.

Проведённый анализ выявил ключевую проблему – неэффективное освоение командорского кальмара. Основные признаки неэффективности:

– сложные промысловые условия, обусловленные биологией кальмара, его особенности распределения по зонам Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (ДВБР), суточной и сезонной изменчивостью активности;

– использование крупнотоннажных судов, имеющих низкие производственные показатели по добыче, что приводит к убыточности и не окупаемости эксплуатации;

– нерациональное распределение промысловых усилий по зонам;

– неэффективная организация рейсов («короткие» рейсообразороты), снижающая суммарное время работы флота, - следствие несбалансированного распределения ОДУ между пользователями, судами и видами рыболовства;

– отсутствие мотивации у пользователей осваивать квоты из-за механизма установления рекомендованных объёмов добычи и последующей заявочной системы их получения.

Решение проблемы освоения командорского кальмара, направленное на повышение его эффективности, требует разработки ряда организационно-управленческих решений.

Вторая глава посвящена научному и практическому обоснованию системного подхода к проектированию одно-объектной промысловой системы «кальмар командорский», описанию имеющихся математических моделей теории рыболовства и методам, и моделям оптимизации промысла.

Системный подход рассматривает промысел как совокупность взаимодействующих подсистем: популяционной динамики объекта лова, технических возможностей добывающего флота, метеоусловий, логистики доставки улова и системы распределения квот.

Применительно к организации промысла гидробионтов декомпозиция позволяет выделить следующие ключевые этапы:

– распределение добывающего флота по промысловым зонам с учётом доступности объекта, сезонных миграций и распределения квот (РОВ, ОДУ);

– планирование промысловой деятельности внутри зоны: выбор траловой дороги, маршрутизация судов и распределение времени работы;

– управление логистикой, включающее планирование рейсов, транспортировку сырья и координацию с береговыми терминалами;

– мониторинг и прогнозирование динамики популяции промыслового объекта для обеспечения устойчивости рыболовства и соблюдения экологических норм.

Применение системного подхода и декомпозиции к промыслу командорского кальмара позволило:

1. Определить границы системы – выделить ДВБР как среду функционирования промысловой системы и установить взаимодействие с внешними факторами.

2. Выделить подсистемы: биологическую (динамика популяции кальмара, сезонные миграции, поведение в зоне траления), технологическую (тип и количество судов, режимы работы, технология донного траления), управленческую (распределение квот, планирование рейсов).

3. Выявить дисбаланс между подсистемами: крупнотоннажные суда не соответствуют биологическим особенностям кальмара, а нерациональное распределение квот нарушает экономическую целесообразность промысла.

4. Оптимизировать систему – синхронизировать подсистемы через рациональное распределение флота по зонам с учётом периодов доступности ресурса.

Результат – структурная модель промысла (рисунок 1), объединяющая биологический, технологический и экономический компоненты.

Схема «промысел» (рисунок 1) наглядно демонстрирует комплексный характер организации промысла, учитывающий биологические, технические и экономические факторы, что соответствует современным представлениям о системной организации рыболовства. Она может служить основой для разработки оптимизационных моделей освоения водных биоресурсов.

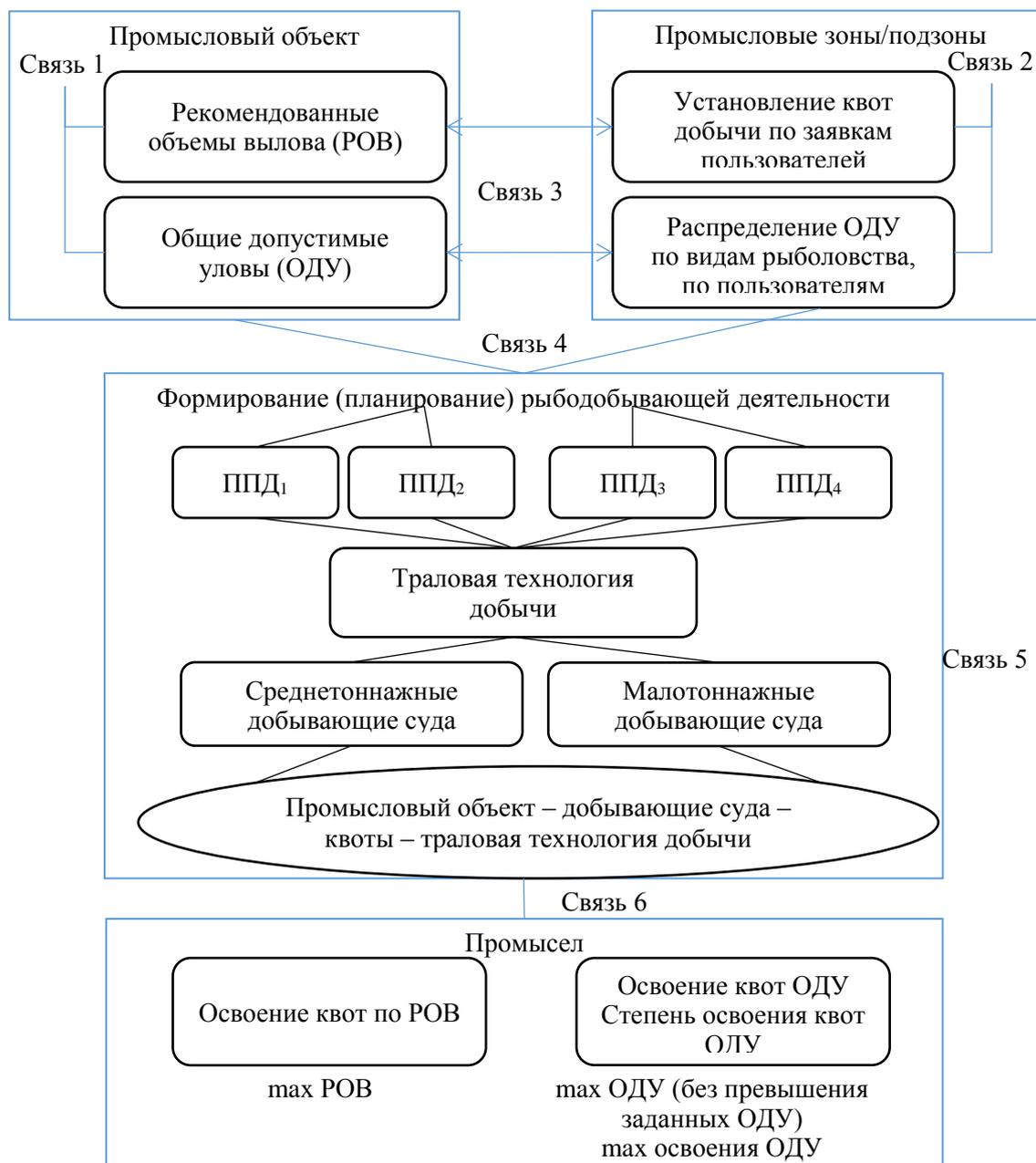


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема «промысел»

Такое представление системы позволяет эффективно решать задачи планирования и управления промыслом с учетом всех значимых факторов, влияющих на его результативность.

В **третьей главе** предложена математическая модель оптимизации добывающего флота на промысле командорского кальмара.

Для добычи кальмара используются суда, оснащенные траловыми орудиями лова – донным тралом. Особенности расположения кальмара в местах промысла и многолетний опыт его добычи в местах обитания сформировали так называемые

траловые дороги, вдоль которых ведется промысел судами друг за другом в определенной очередности. В зависимости от промысловой зоны количество траловых дорог для добычи кальмара разное.

При использовании траловой технологии добычи выполняется технологическая цепочка, состоящая из нескольких последовательно выполняющихся операций. В общем виде время одного производственного цикла представлено формулой (1):

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{пт}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{вт}} + t_{\text{вы}} + t_{\text{потери}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла, $t_{\text{пт}}$ – длительность подготовки к постановке и постановка трала, $t_{\text{тр}}$ – время траления, $t_{\text{вт}}$ – время выборки трала, $t_{\text{вы}}$ – время выливки улова, $t_{\text{потери}}$ – непроизводительные потери времени, учтенные при планировании рейсооборота.

За сутки промысла судна может быть выполнено 4 производственных цикла. При использовании гибкого грунтропа возможно снижение времени производственного цикла следующим образом:

1. Сокращение времени подготовки и постановки трала $t_{\text{пт}}$ благодаря повышенной маневренности и простоте работы с гибким грунтропом по сравнению с другими типами.

2. Уменьшение продолжительности выборки трала $t_{\text{вт}}$ вследствие удобства и легкости обращения с гибкой конструкцией грунтропа при его подъеме и обработке на борту.

3. Снижение непроизводительных потерь времени $t_{\text{потери}}$. Пластинчатый грунтроп мягко повторяет рельеф дна, что уменьшает риск зацепов и повреждений нижней подборы. Это, в свою очередь, минимизирует простои, связанные с ремонтом трала после порывов, и повышает надёжность промысловых операций.

Перечисленные пункты суммарно ведут к снижению длительности производственного цикла $t_{\text{ц}}$ на 0,75-1 час. В этом случае судно за сутки промысла может выполнить 5 циклов, что ведет к увеличению суточного вылова.

Второй способ увеличения суточного вылова это увеличение продолжительности активного лова, т.е. времени траления $t_{\text{тр}}$. При использовании гибкого грунтропа время траления можно увеличить за счет снижения гидродинамического сопротивления такого грунтропа в воде. Благодаря этому трал может двигаться быстрее и с меньшими энергозатратами, что позволяет эффективнее использовать промысловое время не увеличивая количество производственных циклов.

Время проведения суточной операции лова вычисляется по формуле (2):

$$t_{\text{сут}} = 5t_{\text{ц}}\varepsilon'_3, \quad (2)$$

где ε'_3 – оптимизированные потери времени барьера 3.

Использование пластинчатого грунтропа снижает временные потери на этапе подготовки к выходу в море и обслуживании грунтропа (барьер 1) на 10–20% по сравнению с жестким грунтропом, благодаря меньшему износу и реже возникающей необходимости ремонта. Таким образом, потери времени барьера 1 при планировании рейсооборота для судов разного типа составят от 3 до 8 суток. Полученные результаты оптимизации используются для расчета оптимального рейсооборота с помощью модуля оптимизации.

Основная задача (3) распределения судов по зонам промысла и месяцам календарного года, в течение которых этот промысел ведется, с учетом периодов промысловой доступности кальмара в каждой зоне:

$$\begin{aligned}
 & \sum_z \sum_p \left(\sum_i \sum_t ks_{it} a_{ipz} ds_{iptz} + \sum_j \sum_t km_{jt} b_{jpz} dm_{jptz} \right) \rightarrow \max \\
 & \left\{ \begin{aligned}
 & \sum_p \left(\sum_i \sum_t ks_{it} a_{ipz} ds_{iptz} + \sum_j \sum_t km_{jt} b_{jpz} dm_{jptz} \right) \leq OV_z, z = \overline{1,6} \\
 & \sum_i \sum_t ks_{it} a_{ipz} ds_{iptz} + \sum_j \sum_t km_{jt} b_{jpz} dm_{jptz} \leq v_{pz} OV_z, p = \overline{1,12} \\
 & \sum_z \sum_p \left(\sum_i ks_{it} a_{ipz} ds_{iptz} + \sum_j km_{jt} b_{jpz} dm_{jptz} \right) \leq qv_t \quad \forall t \\
 & \sum_i \sum_t ks_{it} \leq S, \sum_j \sum_t km_{jt} \leq M \\
 & \sum_p ds_{iptz} \leq dp_z, \quad \sum_p dm_{jptz} \leq dp_z, \quad \forall t, z = \overline{1,6} \\
 & ks_{it}, km_{jt}, ds_{iptz}, dm_{jptz} \geq 0
 \end{aligned} \right. \quad (3)
 \end{aligned}$$

где z – условное обозначение (номер) промысловой зоны, t – условное обозначение предприятия-судовладельца, S, M – общее количество среднетоннажных и малотоннажных добывающих судов, доступных для промысла кальмара, ks_i, km_j – количество среднетоннажных и малотоннажных добывающих судов типов i и j соответственно, ks_{it}, km_{jt} – количество среднетоннажных и малотоннажных добывающих судов определенного типа, относящиеся к предприятию-судовладельцу t , qv_{tz} – объем квот предприятия-судовладельца t в зоне z , a_{ipz}, b_{jpz} – среднесуточный вылов среднетоннажного судна типа i и малотоннажного судна типа j в промысловой зоне z в течение месяца p , ds_{iptz}, dm_{jptz} – количество дней из месяца p , в течение которых среднетоннажное и малотоннажное судно, относящееся к предприятию t , ведет промысел в промысловой зоне z , dp_z – длительность в днях периода промысловой доступности кальмара в промысловой зоне z , OV_z – суммарный объем добычи кальмара в зоне z . Для зон, в которых на кальмар устанавливаются ОДУ, OV_z равен установленным объемам допустимых уловов, в других зонах OV_z равен установленным объемам квот или некоторой доли от них, например, от объемов, на которые получены разрешения на вылов.

Поскольку полученная задача (3) относится к классу нелинейных для её решения, она декомпозируется на две линейные подзадачи. Для решения задач используются известные методы математического моделирования.

Первая подзадача – задача (4) распределения судов по зонам промысла, с учетом длительности периодов промысловой доступности кальмара в каждой зоне:

$$\begin{aligned}
& \sum_z \sum_t \left(\sum_i dps_{itz} a_{iz} + \sum_j dpm_{jtz} b_{jz} \right) \rightarrow \max \\
& \left\{ \begin{array}{l}
\sum_t \left(\sum_i dps_{itz} a_{iz} + \sum_j dpm_{jtz} b_{jz} \right) \leq OV_z, \quad z = \overline{1,6} \\
\sum_i dps_{itz} a_{iz} + \sum_j dpm_{jtz} b_{jz} \leq qv_{tz}, \quad \forall t, z = \overline{1,6} \\
\sum_z \frac{dps_{itz}}{ro_{iz}} \leq ks_{it}, \quad \sum_z \frac{dpm_{jtz}}{ro_{jz}} \leq km_{jt}, \quad \forall t, \forall i, \forall j \\
dps_{itz}, dpm_{jtz} \geq 0
\end{array} \right. \quad (4)
\end{aligned}$$

где a_{iz}, b_{jz} – среднесуточный вылов среднетоннажного судна типа i и малотоннажного судна j в промысловой зоне z в течение всего периода промысловой доступности, dps_{itz}, dpm_{jtz} – количество судо-суток в течение которых среднетоннажные и малотоннажные суда от предприятия t ведут промысел в зоне z ($\sum_p ds_{iptz} = dps_{itz}$).

Для каждого среднетоннажного судна типа i и каждого малотоннажного судна типа j определен оптимальный рейсооборот, т.е. оптимальное количество дней, в течение которых судно ведет промысел в зоне z , расчет оптимального рейсооборота ведется с учетом возможных потерь времени и периода промысловой доступности кальмара в рассматриваемой зоне z . ro_{iz}, ro_{jz} – длительность оптимального рейсооборота среднетоннажного судна типа i и малотоннажного судна типа j в зоне z .

Полученная задача (4) является задачей целочисленного линейного программирования и имеет решение на заданном множестве допустимых решений. Решение задачи сформулировано в виде алгоритма, по которому составлена компьютерная программа на языке программирования python.

Исходные данные для оптимизационной задачи распределения флота по зонам промысла: зоны промысла, объем ОДУ для зон, в которых на добычу кальмара он устанавливается (источник данных – база данных ОДУ), распределение квот на вылов для предприятий (источник данных – база данных приказов о распределении долей квот между пользователями), количество судов каждого предприятия (источник данных – база данных судов предприятий), средние суточные выловы для каждого типа судна в каждой рассматриваемой промысловой зоне (источник данных – база данных, построенная на основании анализа, представленного в главе 1), оптимальные значения рейсооборота для выбранных зон, рассчитанные с учетом всех потерь времени и периода промысловой доступности кальмара в конкретной зоне.

Схема информационных потоков оптимизации распределения добывающих судов по зонам промысла представлена на рисунке 2.

Решение оптимизационной задачи представляет собой совокупность оптимизационных распределений добывающих судов на промысле кальмара в выбранных зонах.

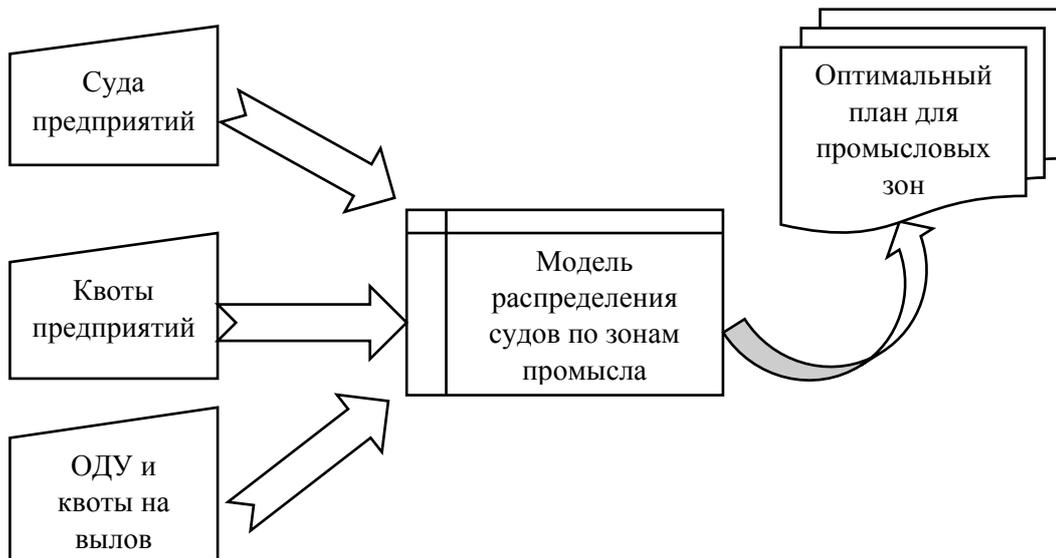


Рисунок 2 – Схема информационных потоков первой оптимизационной задачи

Распределить суда, выделенные при решении задачи (4) для работы в промысловой зоне, по траловым дорогам для ведения промысла в течение календарного года с учетом периода промысловой доступности кальмара в рассматриваемой зоне и среднесуточного вылова в каждом месяце это вторая подзадача задачи (3). Она направлена на оптимизацию деятельности добывающего флота по траловым дорогам внутри конкретной промысловой зоны, с учетом периодов промысловой доступности кальмара в данной зоне. Задача (5) – задача динамического программирования, распределения судов по траловым дорогам в промысловой зоне с максимизацией вылова.

Суммарный вылов кальмара в зоне определяется добычей кальмара с каждой траловой дороги.

$$\begin{aligned}
 FSO(z) &= \sum_y FSO_y(z, ks_{ity}, dps_{itz}, km_{jty}, dpm_{jtz}) \rightarrow \max \\
 ks_{ity} &\leq \frac{dps_{itz}}{ro_{iz}}, \quad km_{jty} \leq \frac{dpm_{jtz}}{ro_{jz}} \\
 ks_{ity}, km_{jty} &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

где $y = y(z)$ – траловая дорога y в зоне z , ks_{ity} , km_{jty} – число среднетоннажных судов типа i и малотоннажных судов типа j , относящихся к предприятию t и направленных на добычу кальмара на траловую дорогу y , $FSO_y(z, ks_{ity}, dps_{itz}, km_{jty}, dpm_{jtz})$ – суммарный вылов, полученный с траловой дороги y промысловой зоны z всеми судами, $FSO(z)$ – суммарный вылов, полученный с промысловой зоны z всеми судами.

Для решения полученной задачи (5) динамического программирования используется метод прямой прогонки, но в силу специфики задачи, а именно, непрерывности работы добывающих судов на промысле с учетом годового режима работы судна в целом, необходимо найти последовательность управляющих состояний, каждое из которых будет решением данной задачи, а затем найти оптимальное решение методом прогонки. Для решения задачи создан алгоритм, по которому написана компьютерная программа на языке программирования python.

Схема информационных потоков при решении второй оптимизационной задачи представлена на рисунке 3.

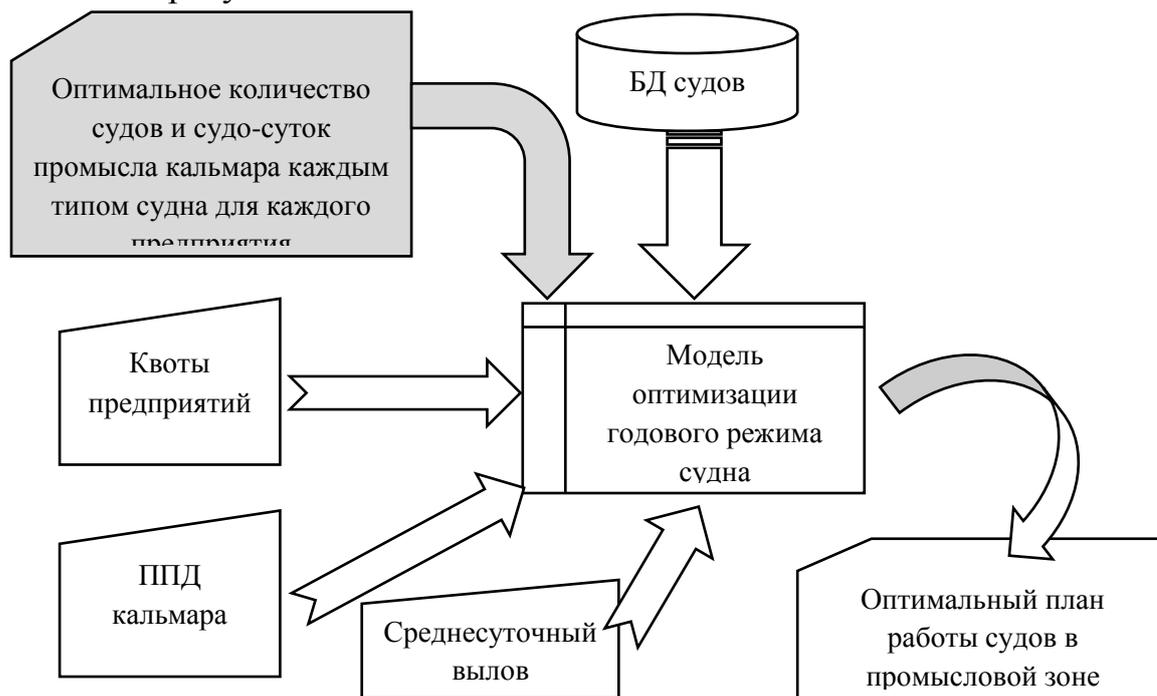


Рисунок 3 – Схема информационных потоков второй оптимизационной задачи

Исходные данные для оптимизационной задачи распределения судов по районам промысла (траловым дорогам): промысловая зона, для которой была решена первая оптимизационная задача, предварительное распределение добывающих судов каждого предприятия в зону промысла, полученное при решении первой оптимизационной задачи, объем ОДУ если в зоне на добычу кальмара он устанавливается (источник данных – база данных), распределение квот на вылов для предприятий (источник данных – база данных), период промысловой доступности кальмара в выбранной зоне и приоритет месяцев (источник данных – база данных построенная на основании анализа, представленного в главе 1), средние суточные выловы в каждом месяце года для каждого типа судна в рассматриваемой промысловой зоне (источник данных – база данных), оптимальные значения рейсооборота для выбранных зон, рассчитанные с учетом всех потерь времени и периода промысловой доступности кальмара в конкретной зоне. Так же для каждого месяца календарного года и для каждого распределённого в рассматриваемой зоне добывающего судна указывается длительность оптимального лова кальмара. Таким образом, формируется «занятость» траловых дорог в рассматриваемой зоне.

Решение задачи оптимизации годового режима работы судна с учетом периодов промысловой доступности кальмара представляет собой оптимальный план работы судна в течение календарного года в идеальных условиях, при которых выполняется 2 рейса в течение календарного года и между рейсами не требуется ремонт судна сроком более чем длительность межрейсового технического обслуживания. Таким образом, время ремонта судна запланировано

на время перед первым рейсом и/или время после второго рейса. Фактически при оптимизации время ремонта устанавливается на период, в который кальмар в рассматриваемой зоне является недоступным для промысла или же ведение промысла в этот период нецелесообразно в связи с тем, что среднесуточный вылов кальмара в этот период значительно ниже, чем в период промысловой доступности кальмара.

Годовой режим работы судна состоит из нескольких основных режимных позиций судна при этом суммарное время работы судна (6) равно одному календарному году:

$$2 \cdot t_{\text{порт}} + t_{\text{МРТО}} + t_{\text{рейс1}} + t_{\text{рейс2}} + t_{\text{ремонт}} = 365,$$

$$t_{\text{рейс1}} \leq t_{\text{м}}, t_{\text{рейс2}} \leq t_{\text{м}} \quad (6)$$

$$t_{\text{пром1}} < t_{\text{рейс1}}, t_{\text{пром2}} \leq t_{\text{рейс2}}$$

где $t_{\text{м}}$ – время непрерывного пребывания в море для добывающего судна, $t_{\text{порт}}$ – время стоянки судна в порту до и после рейса, $t_{\text{переход}}$ – время необходимое судну на переход от порта базирования до района промысла и обратно, $t_{\text{МРТО}}$ – время межрейсового технического обслуживания, $t_{\text{ремонт}}$ – время проведения плановых ремонтных работ, $t_{\text{рейс1}}, t_{\text{рейс2}}$ – длительность первого и второго рейсов, $t_{\text{пром1}}, t_{\text{пром2}}$ – время на промысле, включая время необходимое на выполнение грузовых операций и время на выполнение оперативного поиска объекта промысла (данные потери времени учтены при оптимизации рейсооборота и заложены в оптимизированный план распределения судов по промысловым зонам), в первом и втором рейсах.

На рисунке 4 представлена схема информационных потоков задачи оптимизации годовой эксплуатации судна.

В данной задаче важным компонентом является человек, осуществляющий планирование годового режима работы судна, т.к. именно он устанавливает и корректирует время ремонта судна. Полученная задача решена в виде компьютерной программы на языке программирования python.

В отдельном пространстве указывается описание графика работы судна, которое содержит следующую информацию: количество рейсов судна, в которых оно ведет добычу кальмара, длительность рейсов на промысле, фактическое время лова, допустимые потери времени, которые были учтены при планировании рейсооборота судна.

Согласно данным анализа, проведенного в главе 1, освоение ОДУ на командорский кальмар в 2023 году составило 83,3%, что, хотя и выше среднего значения освоения за десятилетний период (68,2%), но все же является недостаточным для того, чтобы считать, что промысловый объект командорский кальмар осваивается на должном уровне. На добыче кальмара в 2023 году в трех промысловых зонах было задействовано 85 судов: в Петропавловско-Командорской подзоне Восточно-Камчатской зоны и Южно-Курильской зоне по 16 судов, в Северо-Курильской зоне – 53 судна.

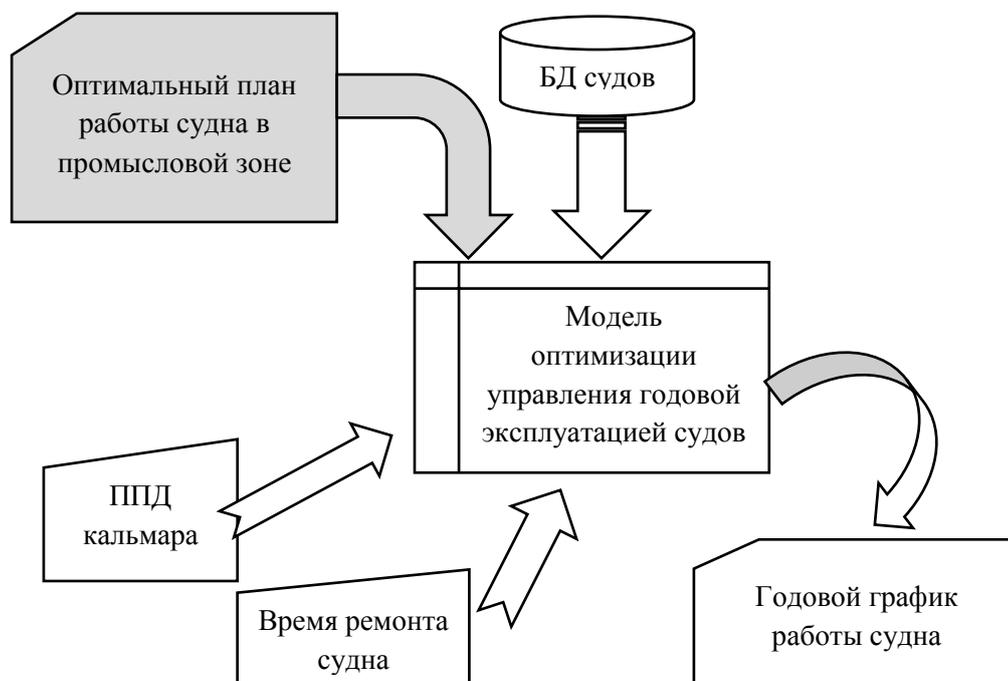


Рисунок 4 – Схема информационных потоков

Исходные данные для моделирования оптимизации распределения судов на добыче кальмара в промысловых зонах ДВБР: количество предприятий-судовладельцев – 27, ОДУ, распределенные между этими предприятиями согласно приказов, среднетоннажные добывающие суда современного типа, имеющиеся у предприятий и условно они обозначены как СДС1, СДС2 и СДС3, и малотоннажные добывающие суда – МДС1.

Первый этап оптимизации: решение задачи оптимизации распределения судов по зонам промысла. На первом этапе не учитывается, что судно может выполнить более одного рейса за календарный год. На этапе анализа данных установлены периоды промысловой доступности объектов для каждой промысловой зоны, где ведется добыча кальмара. Длительность полученных периодов промысловой доступности не позволяет выполнять два полных рейса для добывающих судов.

Результат оптимизации по промысловым зонам: Южно-Курильская зона – оптимальный вылов составит 9 999,1 т (освоение – 99,9%); Северо-Курильская зона – оптимальный вылов 77 916,24 т (освоение – 93,87%); Петропавловко-Командорская подзона Восточно-Камчатской зоны – оптимальный вылов 12 597,7 т (освоение – 92,16%). Суммарный оптимальный вылов по трем зонам составит 100 516,04 т, а процент освоение ОДУ составит 94,23%.

Оптимальный план распределения судов по зонам промысла, полученный в результате решения первой оптимизационной задачи (4): 55 судов для добычи кальмара в Северо-Курильской зоне, 10 судов для добычи кальмара в Южно-Курильской зоне, 17 судов для добычи кальмара в Петропавловско-Командорской подзоне Восточно-Камчатской зоны. Всего будет задействовано 82 судна, что на 3 судна меньше фактически использованных судов.

Второй этап оптимизации: решение задачи оптимизации годового режима работы судна с учетом периодов промысловой доступности командорского кальмара выполняется для каждой промысловой зоны отдельно. Решение, полученное

на предыдущем этапе, является базой для получения оптимального плана распределения судов.

Для Южно-Курильской зоны решение второй оптимизационной задачи (5): задействовано судов – 8, оптимальный вылов – 9 982,66 т, освоение – 99,84%.

Результат распределения судов предприятий-судовладельцев, имеющих квоты на вылов в Южно-Курильской зоне, с указанием количества выполняемых рейсов и полученного вылова кальмара за время работы в промысловой зоне представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение добывающего флота и оптимальный вылов по типам судов (Южно-Курильская зона)

№ пред-тия	Тип добывающего судна	Количество добывающих судов		Оптимальный вылов
		2 рейса	1 рейс	
3	СДС1	0	1	71,08
10	СДС1	0	1	373,24
16	СДС1	0	1	64,38
19	СДС1	2	1	8678,8
22	СДС1	0	1	17,9
26	СДС1	0	1	777,28

Для Северо-Курильской зоны решение второй оптимизационной задачи: задействовано судов – 43, оптимальный вылов – 80 491,79 т, освоение – 99,13%. Для Петропавловско-Командорской подзоны Восточно-Камчатской зоны решение этой задачи: задействовано судов – 12, оптимальный вылов – 12669,6 т, освоение – 93,92%. Всего будет задействовано 63 судна, что на 22 судна меньше фактически использованных судов.

Количество дней, в течение которых судно осуществляет промысел кальмара в каждом месяце в пределах периода промысловой доступности объекта (на примере Южно-Курильской подзоны), представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Фактическое время лова судов в каждом месяце

№ пред-тия	Тип добывающего судна	04	05	06	07	08	09	10	11	12
19	СДС1	21	22	21	12	8	21	22	21	16
19	СДС1	21	22	21	12	8	21	22	21	16
19	СДС1	0	0	0	13	22	12	0	0	0
26	СДС1	0	0	0	0	10	18	0	0	0
10	СДС1	0	0	0	0	12	1	0	0	0
3	СДС1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
16	СДС1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
22	СДС1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

У предприятий №3, 22 и 26 квоты на кальмара незначительны, так как они не ведут целенаправленный промысел, а используют квоты лишь для прилова при добыче других объектов. Поэтому для них оптимизация распределения судов

по траловым дорогам не проводилась. Оптимизированные периоды работы судов на траловых дорогах по добыче кальмара приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальное распределение периодов работы судов

Судно	№ пред-тия	Тип добывающего судна	Период добычи кальмара в первом рейсе	Период добычи кальмара во втором рейсе
Судно № 1	19	СДС1	27 марта – 16 июня (111 дней)	21 августа – 23 декабря (125 дней)
Судно № 2	19	СДС1	27 марта – 16 июня (111 дней)	21 августа – 23 декабря (125 дней)
Судно № 3	19	СДС1	–	14 июля – 15 сентября (64 дня)
Судно № 4	26	СДС1	–	16 сентября – 26 октября (41 день)
Судно № 5	10	СДС1	24 июня – 14 июля (19 дней)	–

Если период работы судна на траловой дорожке меньше времени непрерывного пребывания судна в море, то оставшееся время судно будет занято добычей иных промысловых объектов.

На рисунке 5 представлено распределение судов на траловой дорожке в Южно-Курильской зоне в течение календарного года.

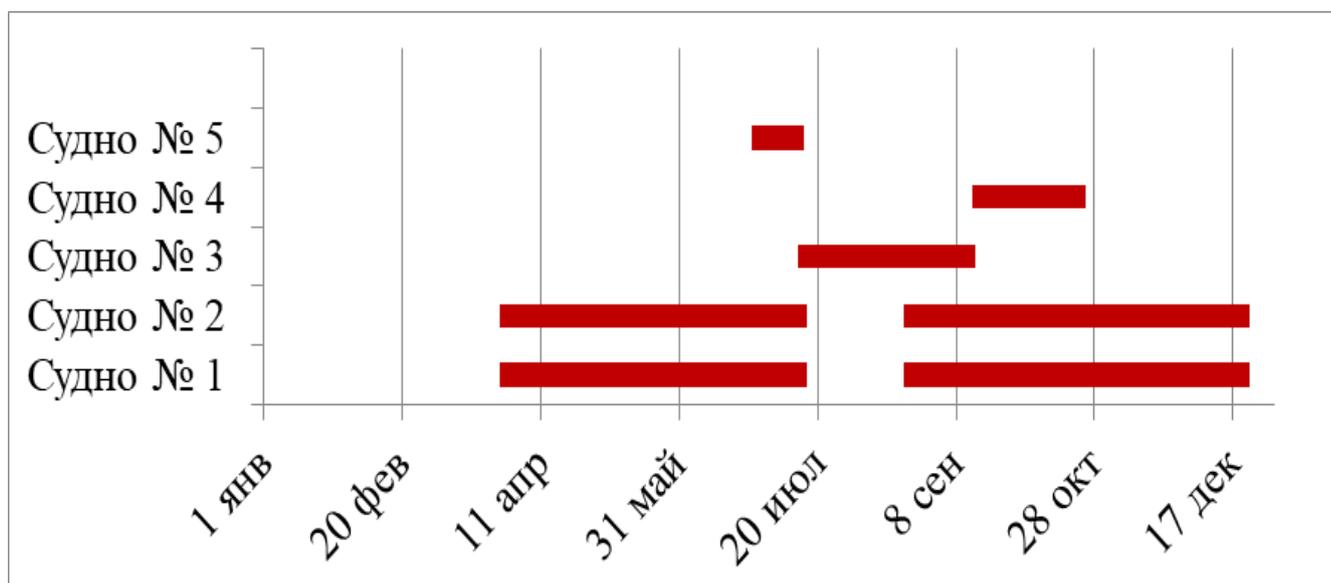


Рисунок 5 – Периоды добычи кальмара в Южно-Курильской зоне промысловыми судами

Аналогичным образом строится оптимальное распределение судов в Петропавловско-Командорской подзоне Восточно-Камчатской зоны и Северо-Курильской зоне с учетом задействованных траловых дорог и при условии, что все суда могут выполнять 4-5 производственных циклов.

Таким образом, при оптимизации распределения судов по предложенному алгоритму освоение квот составит 98,53%, что на 15,23% больше показателя за 2023 год и на 30,23% больше среднего показателя освоения за десятилетний период (2015-2024 гг).

Заключение

В работе были поставлены и решены следующие задачи:

– проведенный анализ состояния промысла командорского кальмара за период 2015-2024 гг, показал, что наблюдается неэффективное освоение командорского кальмара в промысловых зонах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, связанное со спецификой биологии кальмара, привлечением для его промысла крупнотоннажных судов, нерациональным распределением промысловых усилий по зонам промысла, отсутствием заинтересованности пользователей в освоении квот в случае установления рекомендованных объемов добычи с последующей заявочной кампанией на получение таких квот;

– спроектирована новая однообъектная система по промысловому объекту «кальмар командорский» с учетом его биологических особенностей обитания, поведения в естественных условиях и в зоне действия орудия рыболовства (донного трала), периодами промысловой доступности кальмара по зонам промысла, с вовлечением в промысел эффективных промысловых мощностей (среднетоннажные и малотоннажные добывающие суда), наделенных оптимальными объемами квот с обязательным распределением по промысловым районам и зонам;

– разработаны математическая модель оптимизации распределения добывающего флота по зонам промысла с учетом периодов промысловой доступности кальмара и математическая модель управления годовой эксплуатацией добывающих судов на промысле командорского кальмара. Модели основаны на комбинации линейного и динамического программирования, что позволяет максимизировать освоение квот за счет синхронизации рейсов с периодами промысловой доступности и минимизировать эксплуатационные издержки через рациональное распределение судов по зонам и исключение «коротких» рейсов оборотов;

– разработан алгоритм оптимизации распределения добывающего флота по районам промысла и траловым дорогам, на основе которого создан пакет компьютерных программ организационно-управленческой оптимизации на языке программирования Python, состоящий из трех взаимосвязанных модулей: модуль оптимизации структуры добывающего флота владельцев квот, модуль оптимизации годового режима работы судна, модуль оптимизации процесса управления годовой эксплуатацией судов.

Разработанная однообъектная система «кальмар командорский» исключает использование крупнотоннажных судов с низкой рентабельностью, фокусируясь на среднетоннажных и малотоннажных промысловых мощностях, и обеспечивает оптимальное распределение добывающего флота по промысловым зонам с учетом пространственно-временной динамики скоплений кальмара.

С помощью разработанного комплекса компьютерных программ проведен численный эксперимент по распределению добывающего флота по зонам промысла командорского кальмара с учетом биологических, технических и экономических факторов. Полученные в ходе эксперимента результаты сравнивались с фактическими данными рыбопромысловой деятельности 2023 года. Анализ этого сопоставления позволил сформулировать следующие выводы:

– освоение квот при реализации представленного в оптимальном решении распределения судов по зонам промысла составит 98,53%, что превышает средний показатель освоения квот за период с 2015 по 2024 гг на 30,23%;

– количество судов, необходимое для освоения командорского кальмара, с полученным показателем на 22 судна меньше, чем количество судов, задействованных на промысле кальмара в 2023 г, когда процент освоения ОДУ составил 83,3%;

– полученные результаты свидетельствуют о возможности сокращения численности задействованного на промысле флота на 20–25 % при сохранении высокой степени освоения квот.

Разработанный алгоритм оптимизации доказал свою эффективность в условиях реального промысла, устраняя нерациональное распределение промысловых усилий и обеспечивая рентабельность деятельности даже при жестких ограничениях на объемы добычи, может быть использован в процессах организации, планирования и управления рыбодобывающей деятельностью, как на государственном уровне, так и в рыбодобывающих организациях различных форм собственности.

Список основных публикаций

Публикации в изданиях из перечня ВАК Минобрнауки России:

1. **Иванко Н.С.** Модель оптимизации распределения судов на промысле командорского кальмара // Научные труды Дальрыбвтуза. 2025. Т. 73, № 3. С. 85–92.
2. **Иванко Н.С.** Системный подход к оптимизации промысла командорского кальмара // Научные труды Дальрыбвтуза. 2025. Т. 72. № 2. С. 136–141.
3. **Иванко Н.С.**, Лисиенко С.В. Анализ добычи командорского кальмара за 2023 г // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 68. № 2. С. 93–102.
4. **Иванко Н.С.**, Лисиенко С.В. Командорский кальмар *Beryteuthis Magister*: анализ и проблемы промышленного освоения // Рыбное хозяйство. 2024. № 5 (5). С. 43–48.
5. **Иванко Н.С.**, Лисиенко С.В. Решение оптимизационной задачи распределения судов на промысле кальмара командорского // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 70. № 4. С. 141–147.
6. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Анализ освоения сырьевой базы Северо-Курильской зоны Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2010–2019 гг. // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Рыбное хозяйство». 2021. № 2. С. 7–19.

Публикации в издании, индексируемом в международной реферативной базе данных Web of Science:

7. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Моделирование процессов ведения рыбодобывающей деятельности в многовидовой промысловой системе «промысловая зона рыбохозяйственного бассейна» при статической постановке оптимизационной задачи (на примере Северо-Курильской зоны Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Морские интеллектуальные технологии. 2020. № 3–1(49). С. 253–259.
8. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Оптимизация рыбодобывающей деятельности в многовидовых промысловых системах – промысловых зонах в статическом их состоянии с учетом биотехнологического дуализма (на примере Северо-Курильской зоны Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Морские интеллектуальные технологии. 2020. № 4–1(50). С. 230–238.
9. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Планирование рейсооборота добывающих судов // Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 1. № 2(53). С. 200–208.
10. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Реализация модели многовидовой промысловой системы // Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 4–1. С. 305–311.
11. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Оптимизация структуры добывающего флота владельцев квот на вылов командорского кальмара // Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 3–1 (65). С. 356–363.
12. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Учет и оптимизация издержек времени в рыбодобывающем процессе // Морские интеллектуальные технологии. 2022. № 4–1 (58). С. 295–300.
13. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Формирование и оптимизация издержек производственной рыбодобывающей деятельности судов // Морские интеллектуальные технологии. 2021. Т. 1, № 4(54). С. 227–231.

Публикации в других изданиях и материалах конференций:

14. **Иванко Н.С.** Командорский кальмар: промысловое распределение и промысел // В сборнике: Актуальные вопросы становления и развития рыбного хозяйства России. Материалы всероссийской научно-практической конференции, 05-06 июня 2025 года. С. 191-195
15. **Иванко Н.С.** Моделирование распределения сырца по видам обработки на добывающем судне с законченным производственным циклом // Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58. № 4. С. 16-24.
16. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. Анализ освоения кальмаров Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2017-2021 гг // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 60. № 2. С. 23-32.
17. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. Анализ промысловых потерь времени при ведении рыбодобывающей деятельности в многовидовой промысловой системе – промысловая зона рыбохозяйственного бассейна // Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 52, № 2. С. 24–30.
18. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. Командорский кальмар: распределение между пользователями с 2015 по 2022 гг. в зоне Восточно-Камчатская // В сборнике: Рациональная эксплуатация водных биологических ресурсов. Материалы Международной научно-технической конференции. Владивосток, 2023. С. 39-45.
19. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. Командорский кальмар: распределение между пользователями с 2015 г. по 2022 г. в Северо-Курильской зоне // В сборнике: Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. Материалы VIII Международной научно-технической конференции. Владивосток, 2024. С. 115-121.
20. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. О математическом инструментарии, используемом для решения практико-ориентированных задач организационно-управленческой направленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65. № 3. С. 40-45.
21. **Иванко Н.С.,** Лисиенко С.В. Особенности математического моделирования сложной индустриальной системы "промысловая зона" в контексте совершенствования организации и управления добычей водных биологических ресурсов//Научные труды Дальрыбвтуза.2019. Т.50. №4. С.31-36.
22. **Иванко Н С.,** Лисиенко С В., Веренич Т Н. Оценка перспектив создания системной платформы в области организации рыболовства // В сборнике: Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы XV Национальной (всероссийской) научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 2024. С. 196-199.
23. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Анализ освоения ресурсного потенциала Северо-Курильской зоны в период 2013–2018 гг. // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток, 2021. С. 99–105.
24. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Анализ промысловой деятельности до бывающих судов за 2014–2018 гг. в Северо-Курильской зоне // Водные биоресурсы: рациональное освоение и искусственное воспроизводство: материалы Международной научно-практической конференции. Владивосток, 2021. С. 29–35.
25. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Об особенностях моделирования процессов и систем промышленного рыболовства в контексте реализации концепции рационального природопользования // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы II Национальной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ». Керчь, 2019. С. 342–345.
26. Баринов В.В., Осипов Е.В., **Иванко Н.С.,** Грибов А.Е., Комков А.С. Совершенствование промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes Pacificus*) с использованием источников света // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 150-156.
27. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Особенности математического моделирования сложной индустриальной системы «Промысловая зона» в контексте совершенствования организации и управления добычей водных биологических ресурсов//Научные труды Дальрыбвтуза. 2019. Т. 50, № 4. С. 31–36.
28. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Решение задачи оптимизации рыбодобывающей деятельности // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2023. Т. 26. № 3. С. 335-343.

29. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.**, Грибова К.А. Использование программного комплекса для обработки данных промысловой статистики рыбодобывающей деятельности в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне // В сборнике: Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Материалы VI Национальной научно-технической конференции. Владивосток, 2023. С. 69-73.

30. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.**, Машкова А.С. Анализ промысловой деятельности добывающего флота в Северо-Курильской зоне на недоосвоенных объектах в 2018 г. // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Национальной научно-технической конференции. Владивосток, 2021. С. 79–85.

31. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.**, Машкова А.С. Анализ работы добывающего флота в Западно-Беринговоморской зоне в период 2015-2019 гг // В сборнике: Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. Материалы VII Международной научно-технической конференции. Владивосток, 2022. С. 148-152.

32. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.**, Машкова А.С. Исследование состояния освоения кальмара командорского в двух промысловых зонах // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Международной научно-технической конференции. Владивосток, 2021. С.30–35.

33. Машкова А.С., **Иванко Н.С.**, Лисиенко С.В. Распределение квот на командорский кальмар между пользователями в Южно-Курильской зоне // В сборнике: Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли. Материалы IX Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток, 2024. С. 75-80.

34. Грибова К.А., **Иванко Н.С.**, Лисиенко С.В. Формирование базы данных промысловой статистики рыбодобывающей деятельности в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне // В сборнике: Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли. Материалы VIII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток, 2023. С. 59-64.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ и базы данных:

35. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Моделирование процесса планирования количества и типового состава добывающего флота в статическом состоянии промысловой системы // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021616757. 26.04.2021. Заявка № 2021615566 от 14.04.2021.

36. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль расчета и оптимизации промыслово-технологического режима добывающего судна // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021669034 от 23.11.2021 г. Заявка № 2021667696 от 08.11.2021.

37. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль расчета оптимальной формы организации промысла // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021669033 от 23.11.2021 г. Заявка № 2021667697 от 08.11.2021.

38. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль расчета рейсооборота добывающего судна // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021669032. 23.11.2021. Заявка № 2021667699 от 08.11.2021.

39. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.**, Грибова К.А. Промысловая статистика рыбодобывающей деятельности в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне – Commercial statistics of fishing activity in the far eastern fishery basin // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2022623127, 28.11.2022. Заявка № 2022623066 от 17.11.2022.

40. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль оптимизации структуры добывающего флота владельцев квот // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024684144, 15.10.2024. Заявка № 2024683069 от 03.10.2024.

41. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль оптимизации годового режима работы судна // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025617764, 28.03.2025. Заявка № 2025615769 от 14.03.2025.

42. Лисиенко С.В., **Иванко Н.С.** Модуль оптимизации процесса управления годовой эксплуатацией судов // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025617765, 28.03.2025. Заявка № 2025615770 от 14.03.2025.

ИВАНКО НИНА СЕРГЕЕВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ
И ВЕДЕНИЯ ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА)
КОМАНДОРСКОГО КАЛЬМАРА**

4.2.6. Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 19.02.2026 г. Формат 60x84/16
Бумага 80г/м2. Печать цифровая.
Уч-изд. л 1,0. Тираж 100 экз

Отпечатано в типографии ООО «Литера В»
690091, пр-т Красного Знамени 10, этаж 1, пом 31-34
e-mail: litera_v@mail.ru