

На правах рукописи



**ЗЫОНГ ВАН ТХАНЬ**

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И МЕТОДИКА  
ОПТИМИЗАЦИОННОГО ВЫБОРА ХАРАКТЕРИСТИК РЫБОЛОВНЫХ  
СУДОВ НАЛИВНОГО ТИПА ДЛЯ МОРСКОГО РЫБОЛОВСТВА СРВ**

Специальность 05.08.03 –  
Проектирование и конструкция судов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Калининград – 2020

Работа выполнена на кафедре «Кораблестроение» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Калининградский государственный технический университет»

**Научный руководитель:**

**Иванов Владимир Павлович**

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Кораблестроение» ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

**Официальные оппоненты:**

**Роннов Евгений Павлович**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Проектирование и технология постройки судов» ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

**Ярисов Владимир Владимирович**

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры машиноведения и технических систем Балтийского федерального университета им. И. Канта

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»

Защита диссертации состоится «29» сентября 2020 г. в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 307.007.02 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Калининградский государственный технический университет» по адресу: 236022, Калининград, Советский проспект, д.1, аудитория 255.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте [www.klgtu.ru](http://www.klgtu.ru) ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Электронная версия автореферата размещена на официальном сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» [www.klgtu.ru](http://www.klgtu.ru) 21.07.2020 г. и на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки РФ <http://vak.ed.gov.ru> 22.07.2020 г.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 307.007.02

Бугакова Нина Юрьевна

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность темы исследования.** В 21-м веке рыбохозяйственная отрасль Вьетнама стала одной из ведущих отраслей его народного хозяйства, нацеленной на обеспечение внутреннего потребления и на экспорт рыбной продукции, где страна устойчиво занимает передовые позиции в мире. Благоприятные условия прибрежного рыболовства обусловили его бурное развитие с использованием, в основном, маломерных судов (МмРС) ремесленного производства, доставлявших улов на берег в охлажденном виде в битом льду. Резкий рост количества МмРС привел к сокращению прибрежных сырьевых ресурсов и к более интенсивному и эффективному освоению районов морского рыболовства. Между тем за минувшие два-три десятилетия в мировом рыболовстве нашла применение новая и развивающаяся концепция рыболовных судов наливного типа (НРС). С учетом целого комплекса особенностей, НРС определяются как отдельная характерная категория рыболовных судов. Научно-техническая информация по ним до сих пор остается фактически коммерческой тайной частных фирм и в открытой печати представляется, в основном, на уровне рекламных иллюстрированных материалов. В ряде регионов рыболовства НРС относятся к разряду высокоэффективных судов. Соответственно последовательное развитие отрасли страны предопределяет необходимость осуществления технико-экономического анализа (ТЭА) их эксплуатации и комплекса исследований для оптимизационного выбора их характеристик применительно к технико-экономическим условиям (ТЭУ) морского рыболовства СРВ для решения задач пополнения флота, его модернизации и проектирования. Разработка соответствующего оптимизационного аппарата с его программным и методическим обеспечением рассматривается как непереносимое условие последующего эффективного использования НРС в заданных ТЭУ эксплуатации. Данное направление исследований входит в круг актуальных проблем Программы Министерства Науки и Технологии СРВ по дальнейшему развитию ее промышленного рыболовства и промыслового судостроения.

**Степень разработанности темы.** Методика оптимизации проектных характеристик НРС базируется на общей теории проектирования судов, системном подходе и методах оптимизации с использованием классических трудов по проектированию судов В.В. Ашика, А.В. Бронникова, А.И. Гайковича, Г.Ф. Демешко, А.И. Захарова, В.А. Зуева, Л.М. Ногида, А.А. Нарусбаева, В.М. Пашина, Е.П. Роннова, Б.А. Царева, П.А. Шауба. В части проектирования рыболовных судов автор опирался на работы В.П. Иванова, А.И. Ракова, Н.Б. Севастьянова, а также Г.В. Аракельяна, М.В. Войлошникова, Е.В. Маслюка, К.Ч. Мая, М.В. Набикановой, Д.Т. Нго. По вопросам анализа эксплуатации рыболовных судов и тенденций их развития использованы публикации В.И. Аполлинариева, В.Е.

Астахова, И.В. Беликовой, С.И. Белкина, Э.О. Егорова, Е.В. Каменского, Л.П. Коршунова, Ю.Л. Макова, Д.Д. Наумова, В.А. Романова, В.В. Ярисова и др. Из зарубежных изданий использованы работы Apostolos Papanikolaou, H. Schneek-luth, D.G.M. Watson. При сборе сведений по современным НРС использованы материалы на сайтах проектных организаций страны северной Европы и также ежегодный отчет в секторе рыбопромышленности STECF (научно-технический и экономический комитет по рыболовству ЕС) и ФАО.

**Объект исследования** – современные НРС и методика технико-экономического обоснования их характеристик.

**Предмет исследования** – концепция и технические характеристики современных рыболовных судов, и способы их проектного анализа.

**Целью исследования** является разработка методики оптимизационного выбора характеристик среднетоннажных рыболовных судов наливного типа для морского рыболовства Вьетнама.

**Задачи исследования.** Достижение поставленной цели предполагает решение ряда задач, основными из которых являются:

- разработка предложений по развитию морского рыболовства Вьетнама на базе НРС;
- реконструирование, статистический и технико-экономический анализ проектных и эксплуатационных характеристик современных НРС;
- математическое моделирование НРС и их эксплуатации с разработкой аппарата для обеспечения их эффективности и конкурентоспособности;
- оптимизационный анализ характеристик НРС для условий морского рыболовства Вьетнама;
- разработка методического обеспечения для осуществления экономической экспертизы судов и оптимизационного выбора их характеристик.

**Методы исследований.** Для решения поставленных задач использовались методы теории проектирования судов, математической статистики и регрессионного анализа, математического моделирования сложных систем, численного математического эксперимента, экономического анализа и оптимизации, а также стандартные возможности MathCad, MS Excel, корабельной программы Maxsurf и других.

**Научная новизна** исследований определяется тем, что:

1. Объектом выполненных исследований являются суда относительно новой, характерной и развивающейся концепции рыболовных судов наливного типа.
2. С использованием результатов проведенного реконструирования параметров проектирования ряда современных НРС, выполнен комплексный анализ их характеристик, элементов, вместимости, остойчивости и эффективности.

3. Разработана математическая модель и ее программное обеспечение для осуществления экономической экспертизы НРС и оптимизации их характеристик для заданных ТЭУ их эксплуатации.

**Теоретическая значимость** исследований состоит в том, что:

1. По результатам комплексного анализа характеристик НРС для ранних стадий их проектирования: определен ряд проектных параметров современных рыболовных судов; получены практически значимые аналитические выражения для критических значений аппликата центра тяжести современных НРС по частным критериям их остойчивости и их совокупности; получены обобщения о влиянии технических характеристик НРС и ТЭУ его эксплуатации на экономические показатели его эффективности.

2. Принципы, положенные при разработке аппарата оптимизационного проектирования НРС, в частности - впервые реализованный способ постоянных размеров (габаритов) судна, могут быть использованы при разработке моделей ряда судов другого назначения.

**Практическая значимость работы.** Выполненные исследования направлены на практическое использование разработанной математической модели и программы в проектно-конструкторских и исследовательских организациях, что обеспечит повышение уровня технико-экономического обоснования характеристик судов и поиск наиболее эффективных решений в обеспечении морского промысла Вьетнама.

**Достоверность результатов исследований** базируется на выверенной исходной информации и реконструктивном анализе данных. При разработке модели осуществляется ее тестирование с обеспечением адекватности по исходным судам-прототипам. В ходе исследований используются апробированные функциональные зависимости и методы теории проектирования судов, математической статистики и технико-экономического анализа.

**Внедрение.** Разработки диссертации нашли внедрение в учебном процессе КГТУ при преподавании дисциплин проектного цикла и при выполнении выпускных квалификационных работ бакалавриата и магистратуры по тематике НРС, а также в Морском университете Вьетнама (г. Хайфон).

**Положения, выносимые на защиту:**

- концепция технологически оснащенных рыболовных судов наливного типа для морского рыболовства;
- математическая модель НРС и их эксплуатации для задач технико-экономического анализа их характеристик;
- методика оптимизационного выбора характеристик и элементов НРС для морского рыболовства Вьетнама.

**Личный вклад.** Автором разработана методика оптимизационного выбора

характеристик среднетоннажных рыболовных судов наливного типа для морского рыболовства Вьетнама и ее программное обеспечение, зарегистрированное в установленном порядке. В ходе работы особое внимание уделено сбору (в том числе методами реконструирования), обработке и разностороннему анализу соответствующих материалов с формированием научных обобщений для достижения поставленной исследовательской цели.

**Апробация результатов работы.** Основные материалы и результаты работы докладывались и обсуждались на международных научных конференциях «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии» в рамках VI и VII Международного «Балтийского морского форума», г. Калининград (2018-2019г.г.).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 работ, из которых 4 авторской статей и 6 статей подготовлено в соавторстве, где доля соискателя составляет от 30 до 70%. В изданиях, рекомендованных перечнем ВАК, опубликовано 6 работ, из которых 2 статьи авторских и 4 статьи в соавторстве (доля автора – от 30 до 70%). Программа для ЭВМ, разработанная в процессе исследования, прошла процедуру государственной регистрации.

**Специальность, которой соответствует диссертация.** Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.08.03. «Проектирование и конструкция судов», поскольку область исследования включает в себя проблемы оптимизационного проектирования рыболовных судов.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и приложения. Объем 182 страниц, в том числе 25 рисунков, 48 графиков, 11 таблиц и 1 блок-схема, 41 страниц приложения. В списке литературы 99 наименований.

### **Основное содержание работы**

**Во введении** дано обоснование актуальности темы диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, его информационная база, приведено краткое содержание глав работы и их апробация.

**Первая глава** диссертации посвящена информационной базе и постановке задачи исследования. В ней приведен анализ современного состояния сырьевой базы рыболовства Вьетнама, его рыбопромыслового флота и эффективности его использования. Отмечается, что в области рыбной промышленности СРВ в 2014 году принято постановление правительства №67/2014/НД-СР, которое стимулирует строительство среднетоннажных и более крупных рыболовных судов для удаленного рыболовства.

Очевидно, что решение инвестиционных проблем, связанных с пополнением флота, должно учитывать современные научно-технические достижения в области создания рыболовных судов (РС), их комплектующего оборудования,

снабжения и эксплуатации в целом. Это отражается в проектах судов нового поколения, в частности - среднетоннажных НРС, получивших за последние два десятилетия значительное развитие в ряде стран. Вместе с тем, обобщенная научно-техническая информация по созданию этих судов до сих пор остается практически недоступной, на уровне рекламных иллюстрированных материалов. В этих условиях инвесторам приходится делать выбор из целого ряда возможных инвестиционных решений с их ожидаемыми результатами, представленными в таблице 1.

Таблица 1 - Инвестиционные решения и их ожидаемые результаты

Варианты инвестиционных решений в задаче развития и пополнения флота РС	Ожидаемые результаты принимаемых решений	
	для судовладельца	для отрасли в целом
1. Волевое приобретение или аренда действующих РС	Большие затраты на приобретение РС, заниженные (неоптимальные) показатели их эффективности в заданных ТЭУ их эксплуатации	Практическое исключение отечественных структур развития флота и современного промышленного судостроения
2. Приобретение РС по результатам выполненной экономической экспертизы	Большие затраты на приобретение РС, рост показателей их эффективности и конкурентоспособности	То же
3. Приобретение РС по результатам модернизационного исследования	Большие затраты на приобретение РС, рост показателей их эффективности и конкурентоспособности	Практическое исключение отечественных структур современного промышленного судостроения
4. Приобретение проекта и лицензии на постройку судов с модернизацией проекта или судна	Становление и развитие отечественной базы проектирования и постройки НРС и других типов судов, рост показателей их эффективности	Повышение роли структур развития флота и современного промышленного судостроения
5. Оптимизационное проектирование и постройка отечественных РС	Развитие отечественной базы проектирования и постройки РС, достижение оптимальных показателей их эффективности и обеспечение их конкурентоспособности	Способность самостоятельно и оперативно отслеживать, и решать проблемы отрасли

Рабочим аппаратом ТЭА для принятия аргументированных (не волевых, п.1) решений являются математическая модель судна (ММС), которая для рассматриваемой категории судов отсутствует и требует разработки. В целом методология необходимых исследований для решения инвестиционных проблем пополнения флота СРВ высокоэффективными рыболовными судами наливного типа предполагает:

1. реконструирование проектных параметров современных НРС,
2. комплексный ТЭА характеристик этих судов с использованием опубликованных материалов и полученных по результатам их реконструирования;
3. разработку ММС для осуществления предваряющей экономической экспертизы и отбора наиболее эффективных НРС при их эксплуатации в заданных ТЭУ и последующего оптимизационного выбора их проектных характеристик;
4. оптимизационные исследования характеристик НРС и их обобщение для учета при решении инвестиционных задач.

Результаты работ данного направления формируют методику оптимизационного выбора характеристик НРС для морского рыболовства СРВ.

**Вторая глава** работы посвящена комплексному технико-экономическому анализу современных НРС и включает результаты статистических исследований характеристик и элементов НРС, исследований характеристик остойчивости этих судов и характер влияния характеристик НРС на их эффективность. Отмеченная ранее скудность исходной информации по данным судам была восполнена в ходе их реконструирования с использованием современных информационных технологий, в частности – системы 3D, корабельной программы «Maxsurf» и ее модуля «Hydromax». Общая схема реконструирования, принятая в данной работе, представлена на рисунке 1, а пример детализированной разбивки корпуса судна на отсеки и блоки помещений – на рисунке 2.



Рисунок 1- Общая схема реконструирования

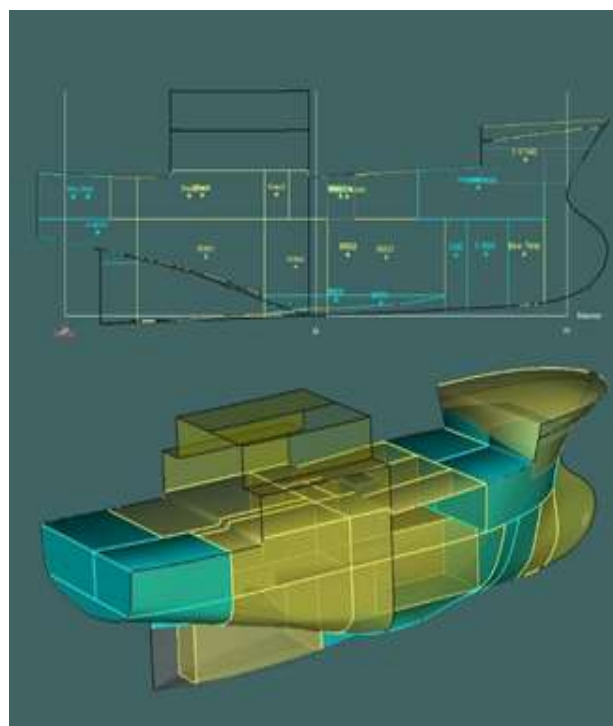


Рисунок 2- Схема разбивки на отсеки НРС «Jullian III»

Для задач ТЭА реконструировано 11 НРС с характерным для них большим разнообразием значений их характеристик как абсолютных (по водоизмещению  $D=660...3600$  т, и мощности главных двигателей  $N_{gd}=1000...4000$  кВт), так и относительных ( $\eta_{gd}=N_{gd}/D=0,99...1,72$ ;  $\eta_{gr}=P_{gr}/D=0,31...0,52$ ). Результаты реконструирования представлены в работе и (наряду с опубликованными данными) использованы для статистического анализа характеристик и элементов НРС. В ходе анализа определялись регрессионные зависимости  $y=f(x)$ , коэффициенты детерминации  $R^2$ , средние значения выборки относительных случайных величин  $\bar{y}$ , значения среднеквадратичных отклонений  $\sigma$  и коэффициентов вариации



$\delta_v = \sigma/\bar{y}$ , определяющих характер устойчивости полученных эмпирических зависимостей. Из значительного ряда полученных статистических обобщений для использования их на ранних стадиях проектирования НРС и при разработке математической модели судна, выделим следующее:

1. По форме обводов и размерениям НРС.

В сравнении с традиционными РС сухогрузного типа (их данные отмечены на прилагаемых графиках рисунков 3 и 4 нулевым индексом), для НРС характерны существенно более низкие значения мер удлинения судна (его относительной длины  $l = L_p/V^{1/3}$  и отношения  $L_b = L_p/B$ , см. рисунок 3) и увеличенные значения коэффициентов общей полноты ( $\delta = 0,66 \pm 0,04$ , рисунок 4) и конструктивной ватерлинии ( $\alpha = 0,87 \pm 0,01$ ). Анализ показал практическое отсутствие связи значений  $\delta$  и  $\alpha$  со скоростными характеристиками НРС и рост значений  $l$  ( $\bar{y} = 3,57$ ) при росте значений  $D$  и  $N_{gd}$ :

$$l = 0,782D^{0,1924}, \quad (1)$$

$$l = 2,65 + 0,3N_{gd}/10^3. \quad (2)$$

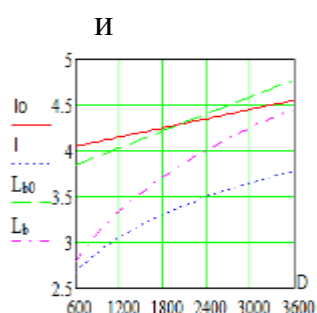


Рисунок 3- Зависимости  $l$  и  $L_b$  от  $D$

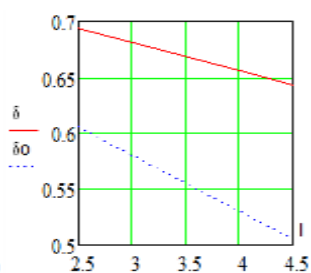


Рисунок 4- Зависимость  $\delta$  от  $l$

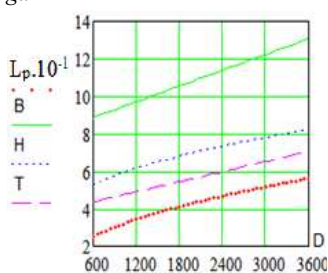


Рисунок 5 - Размерения НРС

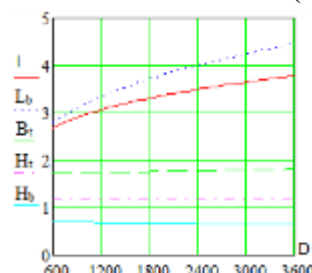


Рисунок 6- Соотношения размерений НРС

Представление о размерениях НРС (его длине  $L_p$ , ширине  $B$ , высоте борта  $H$  и осадке  $T$ , м) и их зависимости от  $D$  дают графики на рисунке 5. Отметим, что осадка НРС с их относительно тяжелым грузом рыбы наливом существенно больше, чем у РС сухогрузного типа. Регрессионные зависимости для соотношения размерений оказались стабильными при рассеивании данных, не превышающем 6% ( $\delta_v \leq 0,06$ ) (см. рисунок 6):

$$B_t = B/T = 1,76 + 0,2D/10^4 \pm 0,11 \quad (\bar{y} = 1,82), \quad (3)$$

$$H_t = H/T = 1,25 - 0,2D/10^4 \pm 0,06 \quad (\bar{y} = 1,19), \quad (4)$$

$$H_b = H/B = 0,71 - 0,2D/10^4 \pm 0,03 \quad (\bar{y} = 0,66). \quad (5)$$

2. По судовой энергетической установке (СЭУ) и энерговооруженности НРС  $N_i/D$  (здесь  $N_i$  – значения мощности, кВт:  $N_{gd}$  – главного двигателя (ГД),  $N_{dg}$  – вспомогательных дизель-генераторов (ВДГ),  $N_{wg}$  – валогенераторов (ВГ),  $N_{ses} = N_{dg} + N_{wg}$  – судовой электростанции (СЭС),  $N_{gdd} = N_{gd} + N_{dg}$  – потребителей дизельного топлива,  $N_s = N_{gdd} + N_{wg}$  – суммарной мощности СЭУ). По результатам анализа средние значения энерговооруженности современных НРС значительно (~ вдвое) превышают аналогичные показатели российских РС сухогрузного типа и могут быть оценены следующими регрессиями:

$$\eta_{gd}=N_{gd}/D=1,6-D/10^4\pm 0,23 (\bar{y}=1,30 \text{ и } \delta_v=17,5\%), \quad (6)$$

$$N_{gdd}/D=2,18-0,2D/10^4\pm 0,29 (\bar{y}=1,68 \text{ и } \delta_v=17,1\%), \quad (7)$$

$$N_s/D=2,6-D/10^4\pm 0,38 (\bar{y}=2,12 \text{ и } \delta_v=18,1\%). \quad (8)$$

Осредненное соотношение мощностей  $N_{gd}$ ,  $N_{gdd}$  и  $N_s$  составляет 1: 1,29: 1,64. Мощность СЭС составляет ~65% мощности ГД. Мощность валогенераторов, обеспечивающих работу промысловых механизмов, достигает 60% мощности СЭС. Другим значимым и постоянным потребителем СЭС на НРС является рефрижераторная установка для охлаждения рыбных танков. В соответствии с полученной регрессией ее мощность  $N_{ref}$ , необходимая для охлаждения  $1\text{ м}^3$  грузместимости судна  $W_{grz}$ , составляет ~1кВт:

$$N_{ref}/W_{grz}=1,784W_{grz}^{-0,085}\pm 0,28 (\bar{y}=1,014 \text{ и } \delta_v=27\%). \quad (9)$$

При этом отметим, что формулы мощности могут быть использованы лишь для оценки порядка ее значений, поскольку дают погрешность и не учитывают производительность энергопотребление технологических линий рыбцеа. Выбор значений  $N_{gd}$  и ряда других характеристик судна предопределяется соответствующим технико-экономическим обоснованием. Вместе с тем, представленные материалы показывают, что доминирующим фактором при выборе характеристик современных НРС является достижение высоких уловов. На этих судах это достигается за счет увеличения мощности главного двигателя и осадки, что обеспечивает в режиме траления увеличение тяги судна, соответствующей используемым орудиям лова и состоянию сырьевой базы района промысла. Соответственно мощность судна на тралении определяется в качестве одного из узловых пунктов технического задания на проектирование современного РС. Проектный выбор осадки судна и его построечного дифферента на корму определяется с учетом достижения максимальной тяги судна в режиме траления. А при выборе характеристик формы корпуса важная роль отводится комплексному обеспечению целого ряда качеств судна (его вместимости, остойчивости, мореходности и др.), а не только достижению его лучших скоростных характеристик на свободном ходу.

### 3. По вместимости НРС.

Исходным материалом для анализа вместимости и составления соответствующего проектного уравнения послужили отмеченные ранее результаты реконструирования 11 среднетоннажных НРС. В ходе анализа:

- определены статистические значения коэффициентов  $C_v=0,986\pm 0,01$  и  $K_{sdl}=1,05\pm 0,027$ , используемых в известной формуле для расчета фактического объема судна  $W_s=(1+S_n)W_k=(1+S_n)C_vK_{sdl}D(H/T)^{\omega/\delta}$ , где  $W_k$  – объем основного корпуса судна;  $S_n$  – коэффициент развития надстроек;

- в составе потребных объемов судна выделено 9 составляющих. Их перечень и осредненные значения, отнесенные к вместимости судна  $W_s$ , отражены на

рисунке 7;

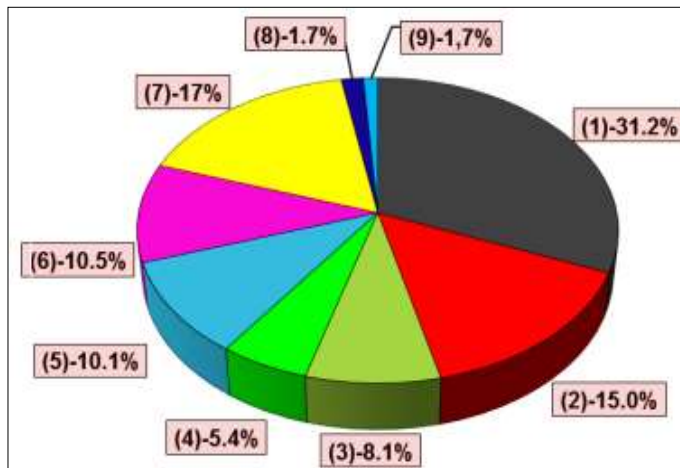


Рисунок 7- Осредненные относительные объемы помещений НРС

- 1–грузовые помещения  $W_{grz}$ ;
- 2–МКО  $W_{mo}$ ;
- 3–топливо  $W_t$ ;
- 4–рефустанровка  $W_{ref}$ ;
- 5–помещения общесудового назначения  $W_{osn}$ ;
- 6–агрегатные  $W_{agr}$ ;
- 7–экипаж  $W_{ek}$ ;
- 8–пресная вода  $W_{pv}$ ;
- 9–жидкий балласт  $W_{bl}$ .

• для составляющих вместимости получены следующие регрессионные зависимости:

$$W_{grz} = 0,49D - 88,9 \quad (10)$$

$$W_{osn} = 0,112W_k \quad (12)$$

$$W_{mo} = 0,13N_{gdd} \quad (14)$$

$$W_{ek} = 4,122N_{ek}^{0,737}D^{0,393} \quad (16),$$

$$W_{grz}/D = 0,32 + 0,4D/10^4 \quad (11)$$

$$W_{ref} = 0,178N_{ref} \quad (13)$$

$$W_{agr} = 0,0877W_k + 61,4 \quad (15)$$

где  $N_{ek}$  –численность экипажа.

Выполненное сопоставление расчетов потребной и фактической вместимости показало практическую значимость разработанного для НРС уравнения вместимости с погрешностью, не превышающей 5% и обусловленной, в основном, разнообразием схем компоновки МКО и его длины (см. рисунок 8).

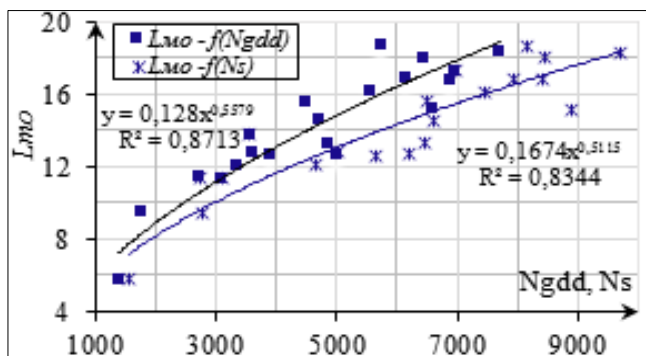


Рисунок 8-Зависимость длины МКО  $L_{mo}$  от мощности судна

#### 4. По устойчивости НРС.

Как известно, условием обеспечения устойчивости судна является выполнение неравенств:

$$z_g \leq z_{gkr} \text{ или } h = z_m - z_g \geq h_{kr} \quad (17)$$

$$\text{или уравнений: } z_g = z_{gkr} - \Delta h \text{ или } h = h_{kr} + \Delta h, \quad (18)$$

где  $z_g$ ,  $z_m = z_c + r$  и  $h$ , м – соответственно фактические значения аппликат центра тяжести судна (ЦТ), его метацентра, центра величины (ЦВ), метацентрического радиуса и метацентрической высоты (МЦВ) при соответствующем случае нагрузки судна, а  $z_{gkr} = \min(z_{gkri})$  и  $h_{kr} = \max(h_{kri})$  – совокупные критические значения ЦТ и МЦВ, при которых один из частных (регламентируемых Правилами Регистра) критериев устойчивости выполняется без избытка и недостатка, а остальные выполняются с избытком. Величина  $\Delta h$  выступает в роли параметра (запаса устойчивости), назначаемого при проектировании судна.

Заметим, что значения  $z_{gkr}$  и  $h_{kr}$  (равно как и значения  $z_m$ ,  $z_c$  и  $r$ ) не зависят от фактического положения ЦТ судна и могут точно быть рассчитаны при наличии теоретического чертежа (ТЧ), поскольку определяются его геометрией. Соответственно обеспечивается возможность установить взаимосвязь значений указанных характеристик корпуса судна и его ТЧ (включая значения  $z_{gkr}$  и ее производных  $\zeta_{kr}=z_{gkr}/H$ ,  $h_{kr}$ ,  $h_{bkr}=h_{kr}/B$ ). Такие исследования выполнены для 11 реконструированных НРС. В их основу приняты положения Ю.Л. Макова и К.Ч. Мая, в соответствии с которыми математические модели для  $z_{gkri}$  по всем критериям устойчивости имеют вид множественной линейной регрессии с параметрами  $X_i$ , зависящими от геометрических характеристик судна:

$$z_{gkri} = a_{oi} + a_{1i}X_1 + a_{2i}X_2 + a_{3i}X_3 + a_{4i}X_4, \quad (19)$$

где  $a_{oi}$ ,  $a_{1i}$ ,  $a_{2i}$ ,  $a_{3i}$ ,  $a_{4i}$  – свободный член и коэффициенты регрессии;

$$X_1 = \frac{\alpha T}{\alpha + \beta}; \quad X_2 = \frac{\alpha^2 B^2}{12\delta T}; \quad X_3 = \frac{\alpha^2 k_{sdl}^{(2-\frac{\delta}{\alpha})} B}{(1+\alpha)(2\alpha-\delta)} (H_i)^{\frac{(2\alpha-1)}{\delta}}; \quad X_4 = \frac{\alpha H}{\alpha + \delta} k_{sdl}^{*\delta/\alpha}.$$

Полученные значения коэффициентов регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициенты регрессии уравнения (19)

Коэффициенты регрессии	Частные критерии устойчивости						
	$h_0$	$\theta_{max}$	$l_{max}$	$\theta_v$	$l_{d30}$	$l_{d40}$	$l_{d30,40}$
	$h \geq 0,35\text{м}$	$\theta_{max} \geq 30^\circ$	$l_{max} \geq 0,2\text{м}$	$\theta_v \geq 60^\circ$	$l_{d30} \geq 0,055\text{м}\cdot\text{рад}$	$l_{d40} \geq 0,09\text{м}\cdot\text{рад}$	$l_{d30,40} \geq 0,03\text{м}\cdot\text{рад}$
$a_o$	0,275	0,745	0,427	0,524	0,200	0,295	0,472
$a_1$	0,928	-0,327	-0,063	0,040	0,293	0,117	-0,118
$a_2$	0,985	0,843	0,758	0,609	1,262	1,250	1,234
$a_3$	-	-0,125	-0,084	-0,049	-0,117	-0,137	-0,162
$a_4$	-	1,046	0,861	0,798	0,505	0,643	0,826
$R^2$	0,963	0,974	0,980	0,963	0,973	0,975	0,976
$\sigma$	0,134	0,103	0,092	0,126	0,112	0,105	0,100

Пример характера кривых  $z_{gkri}=f(D)$ , построенных с использованием программы Maxsurf для НРС Clipperton, представлен на рисунке 9. Для расчета характеристик устойчивости НРС на ранних стадиях их проектирования могут быть использованы также статистические выражения:

$$\zeta_{kr} = 0,504B_h - 0,035H_i \pm 0,021, \quad (\bar{y}=0,70 \text{ и } \delta_v=3\%), \quad (20)$$

$$h_{kr} = 0,318B_h - 0,069H_i \pm 0,057, \quad (\bar{y}=0,37 \text{ и } \delta_v=15\%), \quad (21)$$

$$h_{Bkr} = h_{кр}/B = 0,0246B_h - 0,0016H_i \pm 0,0071, \quad (\bar{y}=0,034 \text{ и } \delta_v=21\%). \quad (22)$$

Выполненная проверка прямыми расчетами по Maxsurf показала их практическую значимость. Уточнены также статистические значения поправочных коэффициентов уравнения устойчивости по Л.Эйлеру:

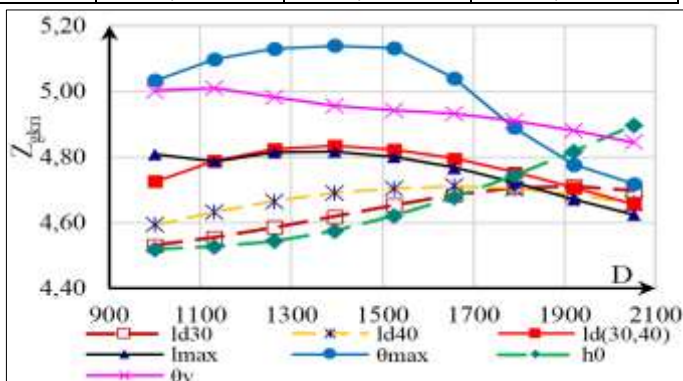


Рисунок 9 - Зависимость  $z_{gkri}$  от  $D$  НРС Clipperton

$$k_c = 1,0462 \pm 0,0291 (\delta_v = 2,7\%) \text{ и } k_r = 1,1028 \pm 0,0551 (\delta_v = 4,9\%). \quad (23)$$

### 5. О влиянии характеристик НРС на их эффективность.

Расчеты экономической эффективности проведены для 11 судов с использованием модели эксплуатации РС (МЭРС) при удаленности района автономного промысла  $R_{pr}=250$  миль, и расчетном сроке хранения охлажденной рыбы  $T_{xrz}=5$  сут. Относительная характеристика сырьевой базы района промысла  $K_{sb}$ , т/кВт, которая определяет величину улова, приходящегося на единицу промыслового усилия ( $N_{gd}$ ), варьировалась в диапазоне  $K_{sb}=0,02...0,14$ . С учетом способности НРС оперативно осваивать большие уловы, среднесуточный вылов рассматривался как детерминированная величина. В качестве критериальной характеристики принята эффективность капиталовложений  $F_{kap}=(Q_g-C_s)/S_k$ , где  $Q_g$  и  $C_s$  – значения производительности и эксплуатационных затрат судна в их денежном исчислении, а  $S_k$  – его стоимость. Большой интерес представляют также относительные значения  $Q_{gr}$ ,  $C_{sr}$  и  $S_{kr}$ , приходящиеся на 1 тонну водоизмещения судна:  $\eta_{Qgr}=Q_{gr}/D$ ,  $\eta_{Csr}=C_{sr}/D$  и  $\eta_{Skr}=S_{kr}/D$ . Пример их регрессий как  $f(D)$ , полученных для  $K_{sb}=0,08$ , представлен на рисунке 10.

Он показывает, что рост водоизмещения судна приводит к снижению значений его относительной стоимости  $\eta_{Skr}$  и относительных эксплуатационных затрат  $\eta_{Csr}$ . При этом у значений относительной производительности судна  $\eta_{Qgr}=f(D)$  (равно как и у основного критерия эффективности  $F_{kap}=f(D)$ ) прослеживается свой максимум.

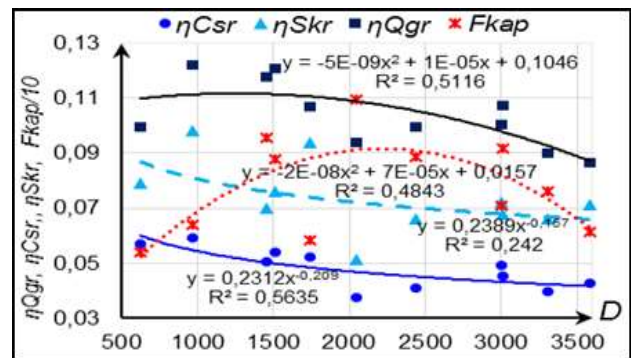


Рисунок 10- Зависимости  $\eta_{Qgr}$ ,  $\eta_{Csr}$ ,  $\eta_{Skr}$ ,  $F_{kap}$  от  $D$  при  $K_{sb}=0,08$

Характер влияния абсолютных характеристик  $D$  и  $N_{gd}$  на эффективность НРС ( $F_{kap}=f(D)$  и  $F_{kap}=f(N_{gd})$ ) при вариациях  $K_{sb}$  отражается регрессиями параболическими (рисунки 11-12), а относительной характеристики (энерговооруженности  $\eta_{gd}$ , т.е.  $F_{kap}=f(\eta_{gd})$ ) - линейными (рисунок 13). Для интерпретации полученных результатов полезны также графики, построенные с использованием регрессионных трендов рисунков 11-13 при вариациях значений аргументов. Наиболее содержательными из них оказываются графики  $F_{kap}=f(K_{sb})$  при  $\eta_{gd}=var$ , представленные на рисунке 14.

Результаты выполненного анализа показали, что на эффективность капиталовложений НРС большое влияние оказывают характеристики  $K_{sb}$  и  $T_{xrz}$ . Их значения являются исходными данными сопоставительных расчетов, а в задачах практического ТЭА определяются его заказчиком.

Увеличение водоизмещения НРС (и, соответственно, их грузоподъемности), а также их мощности экономически целесообразно до

определенных значений, соответствующих максимумам  $F_{kap}$  (см. рисунки 10 - 12).

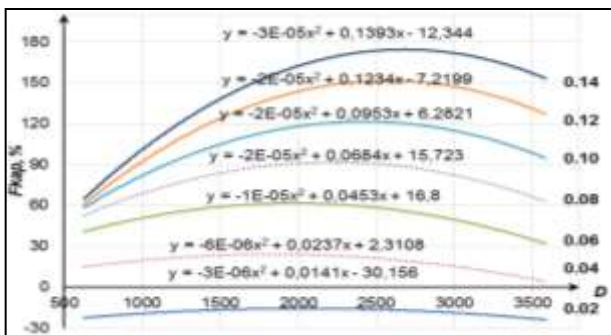


Рисунок 11 – Зависимость  $F_{kap}$  от  $D$  при вариации  $K_{sb}$

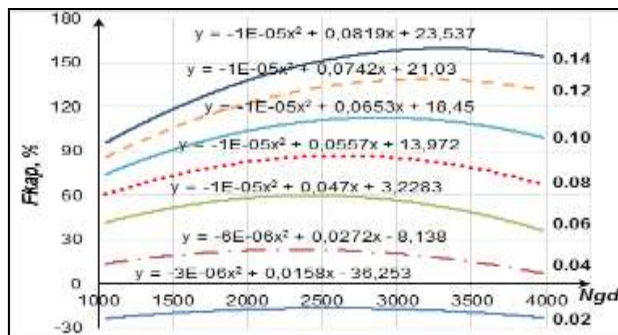


Рисунок 12 - Зависимость  $F_{kap}$  от  $N_{gd}$  при вариации  $K_{sb}$

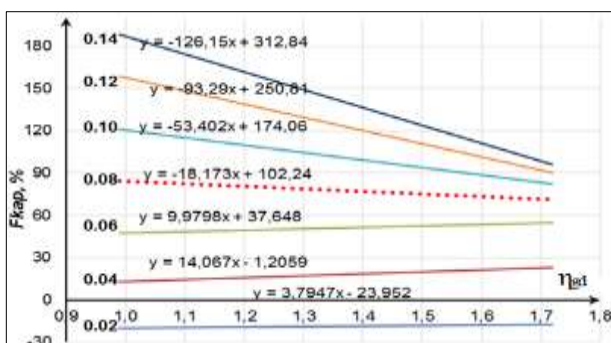


Рисунок 13 - Зависимость  $F_{kap}$  от  $\eta_{gd}$  при вариации  $K_{sb}$

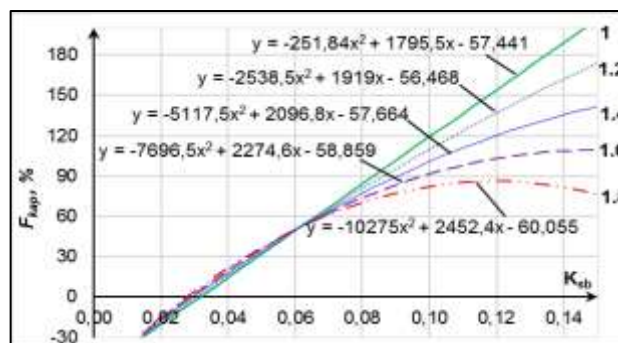


Рисунок 14 - Зависимость  $F_{kap}$  от  $K_{sb}$  при вариации  $\eta_{gd}$

С учетом ограничений по срокам хранения охлажденной рыбы, дальнейший их рост предопределяет сокращение времени на лову и возвращение судна в порт с неполной загрузкой рыбных танков ( $K_{zagr} < 1$ ). Значения коэффициента загрузки  $K_{zagr} = f(K_{sb})$  отслежены в ходе выполнения эксплуатационных расчетов для НРС разного водоизмещения и представлены на рисунке 15. Избыточное значение мощности НРС тоже экономически не оправдано (см. рисунок 12), поскольку при снятии с промысла на рассмотренных судах при увеличенных уловах остаются значительные запасы топлива, не позволяющие обеспечить полную загрузку рыбных танков.

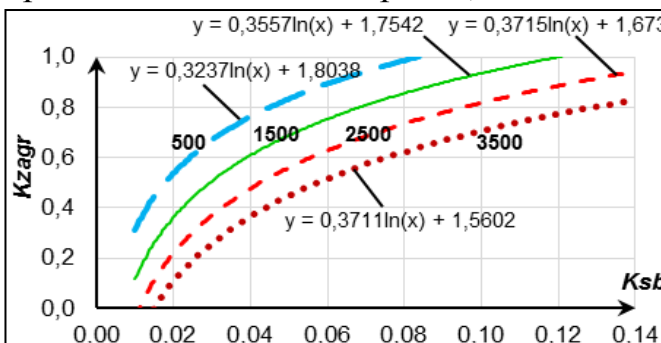


Рисунок 15 - Зависимость коэффициента загрузки  $K_{zagr}$  от  $K_{sb}$  при вариации  $D$

Влияние энерговооруженности НРС на их эффективность зависит от состояния сырьевой базы района промысла (см. рисунок 14). При богатой базе ( $K_{sb} > 0,1$ ) наивысшая эффективность достигается при более низких значениях коэффициента  $\eta_{gd}$ , поскольку его увеличение приводит к неоправданному росту эксплуатационных затрат. При бедной сырьевой базе достижение лучших показателей эффективности обеспечивается при росте энерговооруженности судна за

счет роста его промышленной производительности. При определенных значениях  $K_{sb}$  (в данной серии расчетов  $K_{sb} \sim 0,07$ ) энерговооруженность НРС в рассмотренном ее диапазоне практически не влияет на эффективность промысла. При умеренной сырьевой базе района промысла ( $K_{sb} = 0,03 \dots 0,08$ ) и ограничении срока хранения охлажденной продукции (по разным данным  $T_{xrz} = 2 \dots 7$  сут.), повышение эффективности НРС в значительной степени связано с обеспечением более высоких значений загрузки судна  $K_{zagr}$  (см. рисунок 15).

В целом расчеты, выполняемые с использованием МЭРС, представляют собой экономическую экспертизу действующих НРС или их проектов в заданных ТЭУ их эксплуатации и позволяют выделить из этих судов наиболее эффективные. Тех судов, которые в последующем являются претендентами пополнения рыболовного флота и/или прототипами в задаче оптимизационного проектирования или модернизации.

**Третья глава** работы посвящена разработке математической модели (МоНРС) и ее программного обеспечения для выполнения проектных и эксплуатационных расчетов как аппарата оптимизационного проектирования НРС. При этом для условий морского рыболовства СРВ рассматривается концепция универсального судна, совмещающая преимущества наливного способа сохранения улова с его переработкой, предусматривающей рыбообработывающее и морозильное оборудование. Обустройство рыбных танков обеспечивает возможность принимать не только рыбу наливом, но и (при их осушении) мороженую продукцию и свежее. Схема технологического процесса освоения улова представлена на рисунке 16, в соответствии с которой весь очередной улов (п.3 схемы) направляется в рыбные танки (п.7).

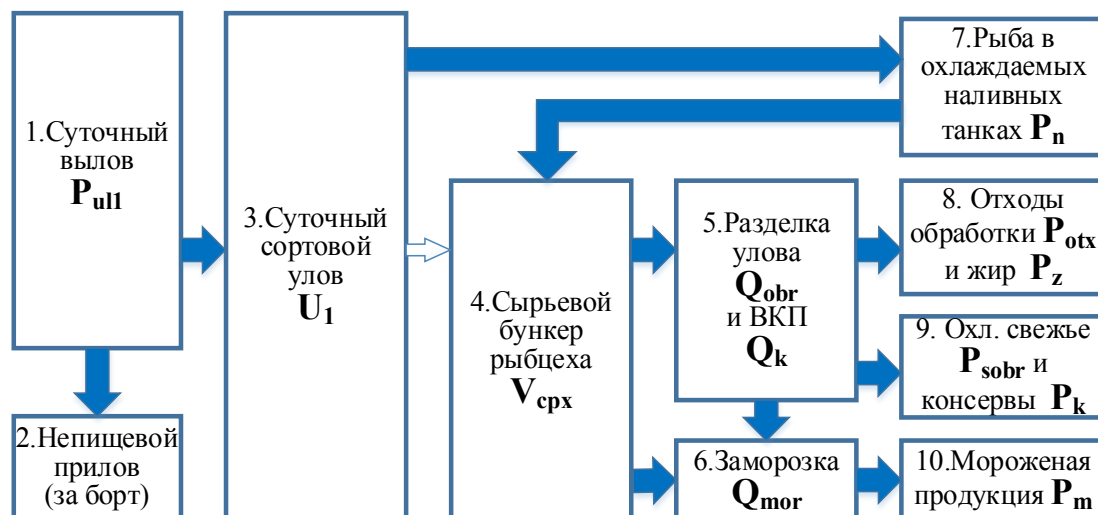


Рисунок 16 - Схема технологического процесса освоения улова НРС

В сырьевой бункер рыбцеа (п.4) для последующей разделки и заморозки (п.5 и 6) направляется рыба первых уловов (п.7). Рыбообработывающие линии на судне обеспечивают существенный рост стоимости рыбной продукции, а

заморозка - соответствующее увеличение времени судна на лову без нарушения принятого срока хранения охлажденной продукции. Грузоподъемность судна по видам продукции определяется по результатам оптимизационных расчетов, где факторами оптимизации выступают производительность рыбообрабатывающих линий судна и его морозильной установки. Данная концепция судна позволяет рассматривать проектные и эксплуатационные задачи НРС с разными особенностями их назначения, в частности: чисто наливные суда; свежеевые рыбообрабатывающие суда, предусматривающие свежеевые трюмы и наливные танки; морозильно-свежеевые суда с обработкой улова, предусматривающие морозильные и свежеевые трюмы и наливные танки.

Входными данными модели являются технические и эксплуатационные характеристики современного НРС и заданные ТЭУ его эксплуатации. Блок-схема МоНРС представлена на рисунке 17 в виде двух укрупненных блоков.



Рисунок 17- Укрупненная блок-схема проектных расчетов



Первый из них отводится для расчета характеристик исходного судна, а второй – проекта. Расчеты технических характеристик (п.п. 1.1 и 2.1 блок-схемы) осуществляются с использованием как традиционных проектных зависимостей, так и полученных по результатам реконструирования. Расчеты эффективности судна (п.п. 1.2 и 2.2) выполняются в соответствии с принятой в данной работе схемой технологического процесса освоения улова (см. рисунок 16) и своими результатами представляют сопоставительную экономическую экспертизу исходного судна и проекта. Для обеспечения сопоставимости расчетов, параметры блока входных данных проекта принимаются по исходному судну. Исходными данными для проектных расчетов являются суммарная грузоподъемность исходного судна  $W_{grz}$ , м<sup>3</sup>, и значения оптимизируемых характеристик.

Выполнение проектных расчетов (блок 2 рисунка 17), результаты которых являются исходными данными в задаче оптимизации характеристик судна, осуществляется способом постоянных размерений судна (его длины, ширины и высоты борта). Этот выбор обусловлен стремлением минимизировать объем, а следовательно и стоимость проектно-конструкторских работ по результатам выполненной оптимизации.

Основными видами переработки улова приняты его разделка и заморозка. При этом очевидно, что размещение на борту исходного НРС технологического оборудования приведет к изменениям нагрузки судна, его стоимости, ресурсообеспечения (в части электроэнергии, топлива, экипажа), потребует перераспределения его помещений с соответствующим снижением его грузоподъемности по рыбной продукции. В модели эти изменения последовательно учитываются в расчетах потребной мощности его рефрижераторной установки и судовой электростанции, автономности судна и запасов топлива, вместимости, дедвейта и водоизмещения судна порожнем, а также в расчетах его производительности, эксплуатационных затрат, строительной стоимости и экономических показателей эксплуатации.

Расчетное значение автономности судна в МоНРС складывается из времени на его переходы из порта базирования до района промысла и обратно, времени на лову (для полной загрузки судна рыбной продукцией и с учетом времени на штурманов судна) и на морской запас (принятое время  $T_{mz}=0,1A_{vi}$ ). Учтено также требование Морского Регистра о 10% -ном запасе топлива при возвращении судна в порт. Таким образом, излишние запасы по топливу и автономности судна в целом не предусматриваются.

При наличии заморозки, время НРС на лову по сроку хранения охлаждаемой рыбы увеличивается обратно пропорционально коэффициенту  $K_{tvr}$ , учитывающему соотношение производительности морозильной установки судна  $Q_{mor}$ , т/сут, и суточного поступления охлажденной рыбы  $P_{m10}$ :

$$K_{txr} = 1 - Q_{mor}/P_{m10} \quad (24)$$

По отношению к отходам обработки улова в модели предусмотрено два варианта: их сохранение на борту судна для последующей передачи на берег (основной) и удаление их за борт.

Выполняемые проектные расчеты имеют итерационный характер. В компьютерной программе, разработанной в редакторе MathCad, они автоматизированы.

Результаты оптимизационных исследований характеристик НРС представлены в **четвертой главе** данной работы. Факторами оптимизации приняты мощность главного двигателя  $N_{gd}$ , кВт, и относительные значения производительности (т/сут) рыбообрабатывающего ( $Q_{obr}$ ) и морозильного ( $Q_{mor}$ ) оборудования:  $K_{qo} = Q_{obr}/U_1$  и  $K_{qm} = Q_{mor}/U_1$ , где  $U_1$  – оценка среднесуточной промысловой производительности судна, т, определяемая значениями  $N_{gd}$  и  $K_{sb}$ . В качестве критериальной характеристики выступает эффективность капиталовложений  $F_{kap}$ . Для основной серии выполненных расчетов срок хранения охлажденной рыбной продукции принят равным  $T_{xrz} = 3$  сут. при значении коэффициента сырьевой базы промысла  $K_{sb} = 0,05$  и удаленности района промысла  $R_{pr} = 250$  миль. Оптимизация осуществлялась с использованием методов градиентов и покоординатной релаксации. Для формирования плана математического эксперимента в ходе градиентных расчетов подготовлена сервисная программа, выполненная в редакторе MathCad. Объектами выполненных оптимизационных исследований стали (в разной степени) 11 современных НРС, характерных значительным разбросом значений их энерговооруженности  $\eta_{gd} = 1,0 \dots 1,7$  и коэффициента утилизации по грузоподъемности  $\eta_{gr} = 0,31 \dots 0,52$ .

С учетом отмеченных особенностей судов, числа факторов оптимизации, а также характеристик ТЭУ, в значительной степени определяющих показатели эффективности судов, ход расчетов и их сопоставительного анализа разделен на несколько циклов. Результаты цикла расчетов, выполненных для исходных судов, подтверждают представленный ранее характер влияния характеристик НРС на эффективность их эксплуатации и свидетельствуют о росте значений коэффициента загрузки НРС при росте их энерговооруженности (см. рисунок 18).

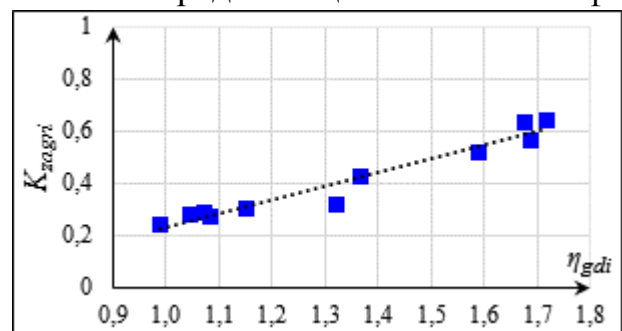


Рисунок 18- Зависимость  $K_{zagri}$  от  $\eta_{gdi}$

Результаты оптимизации характеристик  $K_{qo}$  и  $K_{qm}$  показали, что размещение на НРС технологического оборудования, сопровождаемое соответствующим уменьшением грузоподъемности судов, экономически оправдано и в заданных

ТЭУ эксплуатации обеспечивает значительный рост показателя их эффективности (рисунок 19). При этом оптимальные значения относительной производительности рыбообрабатывающих линий  $K_{qo}$ , обеспечивающих рост стоимости рыбной продукции, для всех судов оказались высокими ( $K_{qo} = 0,7 \dots 1,0$ , см. рисунок 20), т.е. определяющими экономическую целесообразность обработки на судне всего улова или значительной его части.

Оптимальные значения относительной производительности морозильных установок ( $K_{qm}$ ), характерных высоким энергопотреблением и эксплуатационными затратами, значительно ниже. Для наиболее крупных судов большой грузоподъемности ( $D > 1400$ т) они составили  $K_{qm} = 0,25 \dots 0,40$ , однако при этом, благодаря увеличению времени на лову, способствовали практически полной загрузке грузовых помещений судна ( $K_{zagr} \rightarrow 1$ ). Наряду с повышением стоимости продукции за счет обработки улова, это обеспечило повышение эффективности всех рассмотренных судов. Для судов меньшей грузоподъемности в заданных ТЭУ показано, что использование на них морозильных установок экономически не целесообразно.

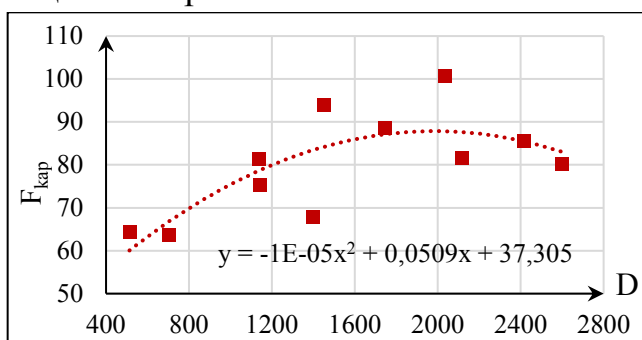


Рисунок 19- Зависимость  $F_{kap}$  от  $D$

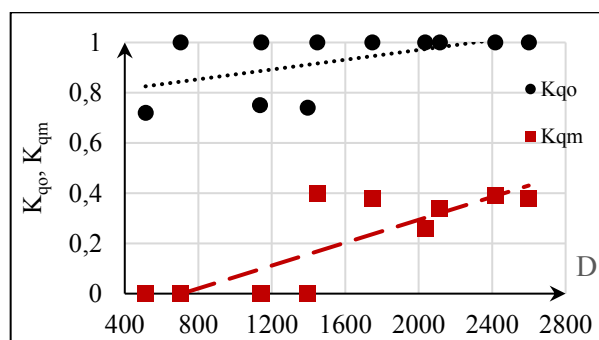


Рисунок 20- Зависимости  $K_{qo}$ ,  $K_{qm}$  от  $D$

Отметим также следующее:

1. Результаты проведенного оптимизационного анализа показали значимую разницу показателей эффективности рассмотренных судов (на примере данных рисунка 19 разброс данных составил 32%). Это определяет целесообразность осуществления такого анализа для решения практических задач.

2. Одинаковые значения  $F_{kap}$  могут иметь оптимизированные суда разного водоизмещения и мощности. Вместе с тем, максимум эффективности достигается у НРС со значениями  $D$  и  $N_{gd}$ , соответствующими заданным ТЭУ их эксплуатации. В данном примере (см. рисунок 19) таковым стало судно с  $D=2000$ т.

Анализ влияния энерговооруженности НРС  $\eta_{gd}$  на эффективность судов показал, что оптимальные значения  $N_{gd}$  отличались от исходных до 10%, а значения  $F_{kap}$  возросли лишь до 4%. При этом изменения характеристик  $K_{qm}$  оказались незначимыми, а значения  $K_{qo}$  и  $K_{zagr}$  для всех судов стали стопроцентными. С учетом столь слабого влияния значений  $N_{gd}$  (в рассматриваемом их диапазоне) на эффективность НРС, представляется практически целесообразным исключение

данного фактора из оптимизационного анализа и сохранения его исходных значений. Это позволит значительно упростить и удешевить модернизацию проекта, осуществляемую по результатам оптимизации, без практического урона в эффективности эксплуатации судна.

Характер влияния состояния сырьевой базы района промысла  $K_{sb}$  (при  $T_{xrz}=3$  сут.) и сроков хранения охлажденной рыбы  $T_{xrz}$  (при  $K_{sb}=0,05$ ) на значения  $F_{kap}$  по результатам соответствующих циклов оптимизационных расчетов отражен соответственно на рисунках 21 и 22, что свидетельствует о следующем:

1. при бедной сырьевой базе ( $K_{sb}<0,02$ ) на всех судах предполагается полная обработка улова ( $K_{qo}=1$ ) и использование производительных морозильных установок ( $K_{qm}=0,63 \div 0,73$ ). При улучшении сырьевой базы значения  $F_{kap}$  значительно растут (при снижении значений  $K_{qm}$ ) и стабилизируются при богатой сырьевой базе (в данном примере при  $K_{sb}>0,07$ ). Это объясняется тем, что относительно небольшие суда обладают ограниченными возможностями в поиске оптимального баланса значений их грузоместимости и производительности технологических линий обработки улова. Таких возможностей больше у более крупных судов. Для них стабилизация более высоких значений  $F_{kap}$  наступает при более высоких значениях  $K_{sb}$ .

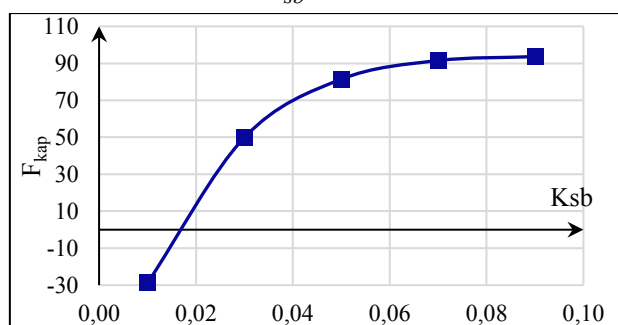


Рисунок 21- Зависимость  $F_{kap}$  от  $K_{sb}$

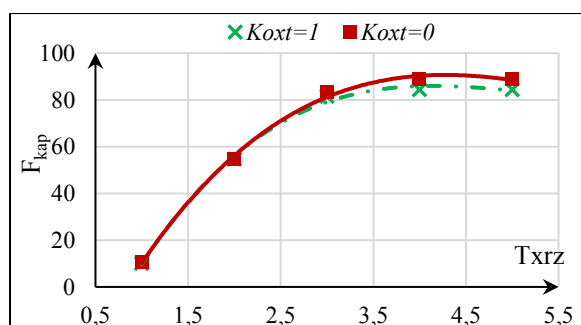


Рисунок 22- Зависимость  $F_{kap}$  от  $T_{xrz}$

2. уменьшение принимаемого в расчетах срока хранения охлажденной рыбы приводит к резкому падению показателя  $F_{kap}$  для всех судов. Результаты расчетов, выполненных в заданных ТЭУ для исходных судов, показали нерентабельность промысла при  $T_{xrz}<2,5 \div 3$  сут. Для тех же оптимизированных судов низкие значения  $F_{kap}$  ( $\sim 5 \div 10\%$ ) отмечаются при наличии морозильных установок ( $K_{qm} \sim 0,5$ ) при  $T_{xrz}=1$  сут. Увеличение  $T_{xrz}$  сопровождается быстрым ростом значений эффективности, которые затем стабилизируются (на примере рисунка 22 - при  $T_{xrz}>3$  сут.).

В целом результаты выполненных оптимизационных исследований показали целесообразность и экономическую состоятельность использования универсальных среднетоннажных НРС для условий морского рыболовства СРВ. Одновременно выполненный цикл исследований отражает методику оптимизационного выбора характеристик этих судов, рабочим аппаратом которой является мате-

математическая модель МоНРС. Пример реализации данной методики проведен применительно к НРС Silva Nova и отражен на рисунках 23- 25.

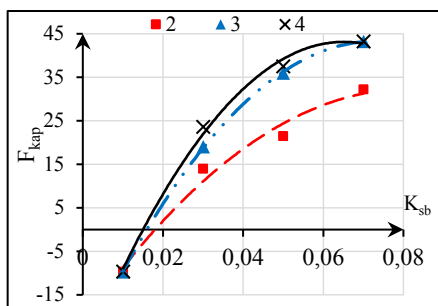


Рисунок 23- Зависимость  $F_{kap}$  от  $K_{sb}$  при вариации  $T_{xrz}$

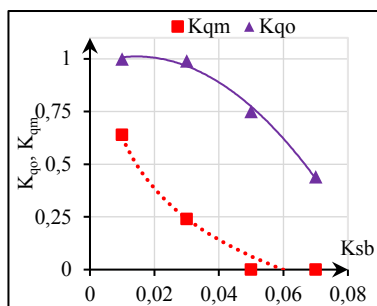


Рисунок 24- Зависимости  $K_{qo}$ ,  $K_{qm}$  от  $K_{sb}$  при  $T_{xrz} = 3$  сут.

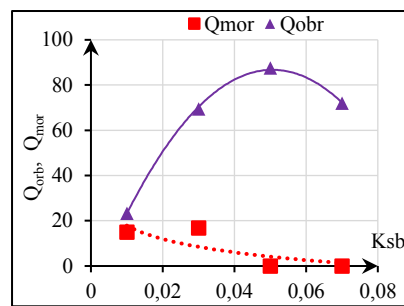


Рисунок 25- Зависимости  $Q_{obr}$ ,  $Q_m$  от  $K_{sb}$  при  $T_{xrz} = 3$  сут.

Представленные графики показывают, что при значениях  $K_{sb}=0,04$  и  $T_{xrz}=3$  сут. достигаемое значение показателя эффективности оптимизированного судна составляет  $F_{kap} \sim 30\%$  (рисунок 23) и предполагает направление на обработку  $\sim 75\%$  улова при значении  $K_{qm} \sim 0,15$  (рисунок 24). Абсолютные значения суточной производительности технологических линий судна составляют  $Q_{obr}=82$ т/сут. и  $Q_{mor}=7$ т/сут. (рисунок 25).

В **заключении** приведены основные результаты диссертационной работы, определяющие ее научную и практическую значимость:

1. Сформированы методологические предложения для задач развития морского рыболовства Вьетнама на базе среднетоннажных НРС.

2. На базе широкого использования современных компьютерных технологий усовершенствована методика реконструирования НРС.

3. Выполнен комплексный технико-экономический анализ современных НРС и их эксплуатации, осуществленный с использованием опубликованных материалов и данных, полученных при реконструировании судов. В результате получен ряд статистических зависимостей и проектных обобщений, необходимых в рамках исследовательского проектирования НРС для обеспечения их мореходных и других эксплуатационных качеств (ходкости, остойчивости, вместимости, промысловой и экономической эффективности), а также для задач оптимизационного выбора проектных характеристик этих судов.

4. Для ТЭУ морского рыболовства Вьетнама предложена и обоснована концепция универсального НРС с технологической схемой освоения улова, совмещающей производственные возможности и достоинства наливных и рыбообрабатывающих судов.

5. Разработана математическая модель универсальных НРС (МоНРС) для осуществления их экономической экспертизы и проектирования способом постоянных размерений (габаритов) судна.

6. На базе модели МоНРС разработаны программно-методический комплекс

и методика оптимизационного выбора характеристик универсальных НРС при их эксплуатации в заданных технико-экономических условиях промысла.

7. По результатам большого объема выполненных оптимизационных исследований показан характер влияния на эффективность НРС характеристик ТЭУ их эксплуатации ( $K_{sb}$  и  $T_{xrz}$ ), а также характеристик их технологического оборудования как основных факторов их оптимизации ( $K_{qo}$  и  $K_{qm}$ ).

8. Для условий морского рыболовства Вьетнама показана экономическая состоятельность пополнения флота универсальными среднетоннажными НРС с их характеристиками, полученными по результатам оптимизации с использованием разработанного программно-методического комплекса.

### **Список публикаций по теме диссертации:**

#### а) в изданиях, рекомендуемых Перечнем ВАК:

1. Иванов В.П. Анализ характеристик современных малотоннажных и наливных рыболовных судов для задач их проектирования / В.П. Иванов, С.Д. Дудин, В.Т. Зыонг // Морские интеллектуальные технологии, 2017, №3(37), т1, с. 48-55. (Автор -30%),

2. Зыонг В.Т. Об использовании среднетоннажных наливных рыболовных судов для морского рыболовства СРВ/ В.Т. Зыонг, В.П. Иванов // Морские интеллектуальные технологии, 2018, №3(41), т.1, с. 104-110 (Автор -50%),

3. Зыонг В.Т. Исследование характеристик вместимости современных среднетоннажных рыболовных судов наливного типа / В.Т. Зыонг // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2019, № 1. с. 7–14 (Автор -100%),

4. Зыонг В.Т. К анализу влияния характеристик среднетоннажных наливных рыболовных судов на их эффективность/ В.Т. Зыонг, В.П. Иванов // Морские интеллектуальные технологии, 2019, №1(43), т.3, с. 33-37 (Автор -50%),

5. Зыонг В.Т. Исследование характеристик остойчивости современных среднетоннажных рыболовных судов наливного типа/ В.Т. Зыонг // Известия КГТУ, 2019, № 54, с. 178-186 (Автор -100%),

6. Зыонг В.Т. Математическая модель и результаты оптимизационных исследований характеристик наливных рыболовных судов способом постоянных размерений /В.Т. Зыонг, В.П. Иванов// Известия КГТУ, 2020, №57, с.155 -166 (Автор -70%),

#### б) в других изданиях:

7. Иванов В.П. Вопросы методологии оптимизационного проектирования наливных рыболовных судов для морского рыболовства СРВ/ В.Т. Зыонг, В.П. Иванов //Материалы VI Международной научной конференции «Балтийский морской форум». - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018, т.2, с. 136-148 (Автор - 50%),

8. Зыонг В.Т. Исследование характеристик вместимости современных среднетоннажных рыболовных судов наливного типа/ В.Т. Зыонг // Материалы VI

Международной научной конференции «Балтийский морской форум». -Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018, т.2, с. 148-156. (Автор -100%),

9. Зыонг В.Т. Анализ влияния характеристик среднетоннажных наливных рыболовных судов на их эффективность. / В.Т. Зыонг // Материалы VII Международной научной конференции «Балтийский морской форум». -Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019, т.2, с. 93-99 (Автор -100%),

10. Иванов В.П. О формировании методики технико-экономического обоснования характеристик рыболовного судна. /В.П. Иванов, В.Т. Зыонг// Материалы VII Международной научной конференции «Балтийский морской форум». - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019, т.2, с. 99-101 (Автор -50%),

11. Зыонг В.Т. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программа оптимизации характеристик морских наливных рыболовных судов способом постоянных размерений», заявка № 2020611338. Дата государственной регистрации в Реестре программы для ЭВМ 11.03.2020г.