

На правах рукописи

Льонг Нгок Хунг

УДК 629.123.001.12

**ПРОЕКТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И
ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДНИХ РЫБОЛОВНЫХ ТРАУЛЕРОВ ДЛЯ
ВЬЕТНАМА С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ НОРМ ВИБРАЦИИ**

**Специальности: 05.08.03 – Проектирование и конструкция судов
05.08.01 – Теория корабля и строительная механика**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**Калининград
2010**

Работа выполнена на кафедре «кораблестроение» ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет».

Научный руководитель кандидат технических наук
Дятченко Сергей Васильевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Сутырин Валерий Игоревич

кандидат технических наук
Двойченко Юрий Александрович

Ведущая организация ФГОУ ВПО «Балтийская государственная академия рыбопромыслового Флота» (ФГОУ ВПО «БГАРФ»), г. Калининград

Защита состоится «__» _____ 2010 г. в __ часов в аудитории _____ на заседании диссертационного совета Д 212.165.08 при Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексева по адресу: 603950, ГСП-41, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24. Факс (831)4-36-94-75

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева.

Автореферат разослан “___” _____ 2010 г.

Ваш отзыв на автореферат в двух экземплярах с подписями, заверенными печатью, просим направлять на имя Учёного секретаря диссертационного совета.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук

Грамузов Е.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Для сохранения запасов рыбы в 200 мильной зоне Правительством Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) введены ограничения на ее вылов и изменения количественного и качественного состава рыболовного флота. Сегодня рыболовный флот СРВ представлен в основном малыми судами, а средние суда составляют порядка 5% от общего количества судов. Отсутствие новых проектов средних рыболовных судов в СРВ не позволяет конкурировать с зарубежными судами такого типа и затрудняет освоение новых морских районов. Поскольку Вьетнам входит в число ведущих стран-экспортеров рыбной продукции, руководством СРВ сформулирована важная государственная задача - создать современный средний рыболовный флот для освоения новых морских районов промысла.

Для проектирования новых средних рыболовных траулеров (СРТ) в СРВ необходима разработка современного методического обеспечения, которое в настоящее время полностью отсутствует. Сегодня важными проектными задачами для рыболовного судна являются не только обеспечение его экономической эффективности, но и ряда других важнейших показателей его качеств.

Так, например, уже на ранних этапах проектирования необходимо решать задачи, которые существенно влияют на здоровье и работоспособность экипажа. Высокий уровень вибрации на средних рыболовных судах объясняется отсутствием методического обеспечения, позволяющего определить собственные частоты колебаний корпуса и отстроить их от частот возмущающих сил индуцируемых на корпус главным двигателем и гребным винтом. Это обуславливает необходимость решения новой и актуальной задачи разработки методики определения проектных характеристик и элементов средних рыболовных траулеров с обеспечением норм вибрации в автоматизированном режиме поиска оптимальных проектных решений.

Целью работы является разработка способов, алгоритмов и программных комплексов, решающих задачу проектного обоснования характеристик и элементов средних рыболовных траулеров, обеспечивающих достижение заданного уровня их экономической эффективности и нормативных условий вибрации.

Для создания методики необходимо решить несколько актуальных задач:

1. Обосновать экономические показатели для проектирования СРТ;
2. Выполнить анализ основных характеристик и элементов СРТ на основе статистических данных;
3. Разработать математическую модель функционирования СРТ;
4. Определить частоты собственных колебаний корпуса судна и коэффициенты редуцирования, учитывающие деформацию сдвига от номера тона;
5. Разработать расчетные формулы для определения частот собственных колебаний корпуса СРТ в автоматизированном режиме расчета;
6. Разработать алгоритм оптимизации подсистем «корпус-двигатель-двигатель»;
7. Разработать алгоритм оптимизации и математическую модель определения проектных характеристик и элементов СРТ с учетом норм вибрации.

В соответствии с рассматриваемой задачей, были использованы результаты трудов российских и зарубежных ученых: В.В. Ашика, Г.В. Аракельяна, Г.В. Бойцова, К.П. Боклевского, А.В. Бронникова, Н.Ф. Воеводина, В.Н. Волкова, А.И. Гайковича, Ю.Н. Горбачева, Е.М. Грамузова, Г.Ф. Демешко, Н.К. Дормидонтова, Г.В. Егорова, Н.А. Ефремова, И.Г. Захарова, В.А. Зуева, Я.И. Короткина, С.И. Логачева, В.И. Любимова, Н.В. Никитина, Л.М. Ногида, В.М. Пашина, В.Л. Поздунина, В.И. Поспелова, А.И. Ракова, В.Н. Разуваева, Е.П. Роннова, Г.В. Савинова, Б.М. Сахновского, Н.Б. Севастьянова, В.Б. Фирсова, Б.А. Царева, Во Вана Чака, Нуена Куанга Миня и др.

Объектами исследования являются средние рыболовные траулеры, способы и методы определения проектных характеристик и элементов судов и их оптимизации.

Методы исследования и решений

Для решения задач, поставленных в работе, потребовались регрессионный анализ статистических данных объекта исследования, метод наименьших квадратов, алгоритмы оптимизации: методы Ньютона и сопряженных градиентов, аппарат и программные продукты Auto CAD, систем Visual Basic for Applications и средств Microsoft Office.

Научная новизна

В результате проведенных исследований получен ряд новых научных результатов, которыми являются статистические расчетные зависимости, расчетные формулы определения параметров вибрации, математические модели, алгоритмы определения и оптимизации проектных характеристик и элементов, и программные комплексы, позволяющие обобщать проектные характеристики и элементы СРТ.

Новые результаты конкретно включают в себя:

1. Методику определения оптимальных проектных характеристик и элементов СРТ на ранних стадиях проектирования, обеспечивающих достижение заданного уровня его экономической эффективности и нормативных требований вибрации;
2. Расчетные формулы для определения частоты собственных колебаний корпуса судна и коэффициенты редуцирования, учитывающие деформацию сдвига от номера тона;
3. Расчетные формулы для определения стоимости постройки и рыночной стоимости СРТ в зависимости от его возраста;
4. Статистические расчетные зависимости для определения основных характеристик и элементов СРТ на начальных этапах проектирования;
5. Математическую модель функционирования СРТ;
6. Математическую модель и алгоритм оптимизации подсистем «корпус-двигатель-движитель» для недопущения резонансной вибрации;
7. Математическую модель, алгоритм и программные комплексы определения оптимальных проектных характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационного исследования обеспечена его прикладной направленностью, связанной с определением проектных характеристик и

элементов средних рыболовных траулеров для освоения новых морских районов Республики Вьетнам. Разработана методика определения проектных характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации в автоматическом режиме поиска оптимальных проектных решений за счет создания новых расчетных алгоритмов и программных комплексов, приспособленных к применению в практике для СРВ.

Достоверность результатов

Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечена тщательным выбором экономических показателей при проектировании СРТ для Республики Вьетнам, использованием достоверных источников при получении статистических и расчетных данных необходимых для решения проектной и вибрационной задач, применением апробированных методов для определения проектных характеристик и элементов судна. Результаты выходных параметров оптимизированного проекта судна сопоставимы с данными судна прототипа.

На защиту выносятся следующие основные результаты работы:

- расчетные формулы, позволяющие определения частот собственных колебаний корпуса СРТ;
- математическая модель оптимизации подсистем «корпус – двигатель – движитель» для СРТ;
- методика проектного обоснования характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации.

Реализация результатов работы

Результаты работы внедрены в практике проектирования и постройки судов в судостроительной компании «Хонг Ха» (г. Хайфон, Вьетнам).

Апробация

Основные результаты исследования представлялись на международных научных конференциях «ИННОВАЦИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ» в 2008 и 2009 г. КГТУ. Материалы диссертационного исследования докладывались на научно-технических семинарах кафедры кораблестроения КГТУ в 2008-2010 г.

Публикации

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 8 работах, из которых 3 работы выполнены лично автором, доля автора в остальных в среднем 40%. В изданиях, рекомендованных ВАК, опубликованы 2 статьи (доля автора 50%).

Структура и объем работы

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Объем основного текста содержит 220 стр. (включая 59 таблиц и 68 рисунков). Объем приложений содержит 30 стр. В списке литературы 93 наименования.

Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, описывается постановка задач исследования, формулируются цели исследования, методы исследования и решений, информационная база исследования, научная новизна работы, практическая ценность работы, основные результаты работы, апробация работы, публикации, структура и объем работы. На рис. 1 показана структурная схема постановки задач диссертационной работы.

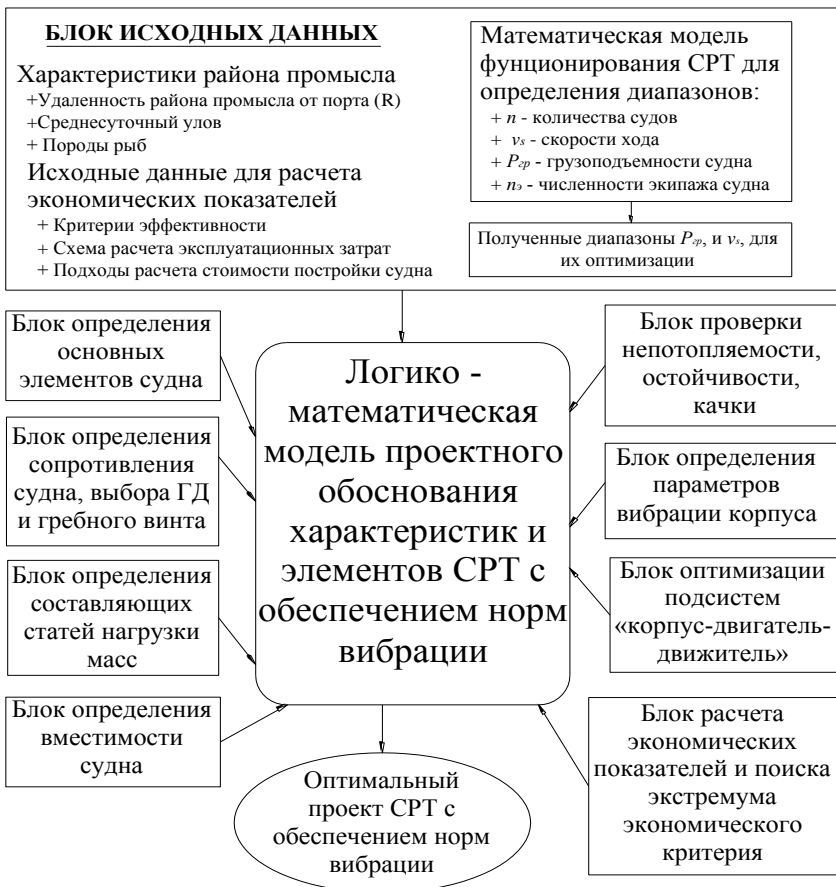


Рис. 1. Структурная схема постановки задач диссертационной работы

Глава 1 посвящена анализу сырьевой базы рыболовного промысла во Вьетнаме и обоснованию экономических показателей при проектировании СРТ.

Анализ текущего состояния рыболовного промысла в СРВ показал перспективы использования средних рыболовных судов. На основании выполненного анализа сырьевой базы выбран район промысла для СРТ в Юго-Восточной области Вьетнамского моря с удаленностей с 600 до 800 миль от берега. Для организации рыболовного промысла принята автономная форма.

В результате анализа выбранного района промысла, получена зависимость изменения среднесуточного улова от мощности главного двигателя (ГД) судна, показанная на рис. 2.

Получена формула для определения среднесуточного улова в выбранном районе промысла:

$$q_y = 11,65 \ln(N_{ГД}) - 62,27, \text{ т/сут.} \quad (1)$$

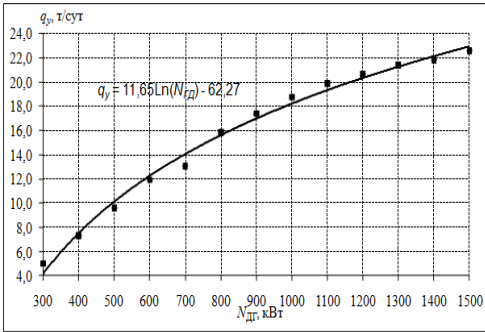


Рис. 2. Прогнозирование изменения среднесуточного улова тралами от мощности ГД судна в выбранном районе промысла

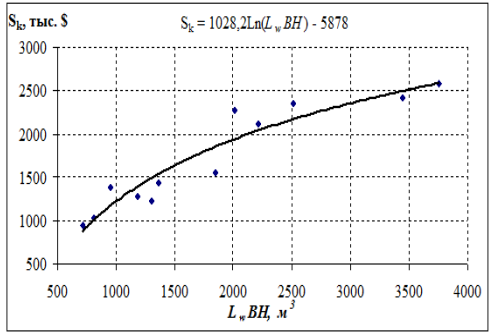


Рис. 3. Зависимость строительной стоимости СРТ на вьетнамском и Юго-Восточном рынках от кубического модуля

Поскольку на начальных стадиях проектирования судов необходимо определить и оценить экономические показатели будущего проекта, в этом разделе рассмотрены критерии, схема расчета экономических показателей и подходы для определения стоимости постройки судна. Результаты обработки статистических данных стоимостей СРТ во Вьетнаме и Юго-Восточной Азии показаны на рис.3-5. Получены формулы расчета стоимости постройки СРТ по затратному и сравнительному подходам - формулы (2-3), а так же получены зависимости текущей реальной стоимости судна от изменения его возраста t и характеристики сравнения судна - формулы (4-5).

Полученная формула определения стоимости постройки СРТ методом расчета по цене однородного объекта имеет вид:

$$S_K = 1,642 \cdot Ne \cdot (L_w BH), \$ \quad (2)$$

где Ne – мощность силовой установки, кВт; $L_w BH$ – кубический модуль судна, m^3 .

Полученная формула определения стоимости постройки СРТ по сравнительному подходу имеет вид:

$$S_K = 1028,2 \ln(L_w BH) - 5878 \text{ тыс.} \$ \quad (3)$$

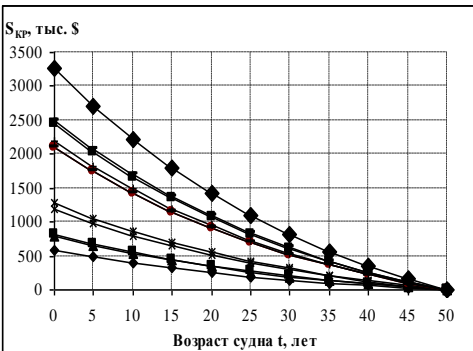


Рис. 4. Зависимость стоимости некоторых СРТ от возраста t и характеристики сравнения $Ne(L_w BH)$

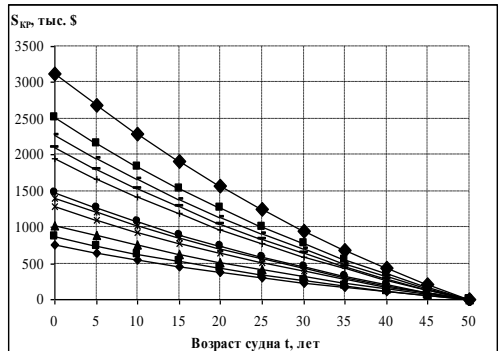


Рис. 5. Зависимость стоимости некоторых СРТ от возраста t и характеристики сравнения $L_w BH$

Полученная формула определения рыночной стоимости СРТ от изменения его возраста t и характеристики сравнения $Ne(L_wBH)$, имеет вид:

$$S_{KP} = 0,1326 \cdot [Ne(L_wBH)]^{0,598} \cdot e^{-10^{-8} \cdot Ne(L_wBH)} \cdot \left[(1 + 0,027)^{50-t} - 1 \right]^{1,013}, \text{ тыс. \$} \quad (4)$$

Полученная формула определения рыночной стоимости СРТ от изменения его возраста t и характеристики сравнения L_wBH , имеет вид:

$$S_{KP} = 0,2703 \cdot L_wBH^{1,197} \cdot e^{-0,0017 \cdot L_wBH} \cdot \left[(1 + 0,016)^{50-t} - 1 \right]^{1,008}, \text{ тыс. \$} \quad (5)$$

Установлено, что эксплуатационные затраты существенно зависят от расхода топлива и смазочных материалов. По результатам обработки данных среднесуточных расходов дизельного топлива машинных установок, применяемых на судах данного типа, получены зависимости среднесуточного расхода дизельного топлива (т/сут) на единицу мощности ГД (кВт), привязанные к режиму работы двигателя: на переходе - $\zeta_{пер}$, на промысле - $\zeta_{пром}$ и в порту - $\zeta_{порт}$ от мощности ГД – формулы (6) – (8).

$$\zeta_{пер} = 15,015 \cdot 10^{-3} \cdot N_{ГД}^{-0,1464} \quad (6) \quad \zeta_{пром} = 58,037 \cdot 10^{-3} \cdot N_{ГД}^{-0,3906} \quad (7)$$

$$\zeta_{порт} = 1110 \cdot 10^{-3} \cdot N_{ГД}^{-1,0798} \quad (8)$$

Глава 2 посвящена вопросу определения проектных характеристик и элементов СРТ на ранних стадиях проектирования.

При проектировании любого типа судна, как правило, используются статистические данные. В этой главе выполнена обработка статистических данных с использованием более ста проектов этого типа судна.

Выполнена статистическая обработка данных характеристик и элементов СРТ регрессионным методом. Получены расчетные зависимости (9) - (17), позволяющие определить основные элементы СРТ и их соотношений на начальных этапах проектирования. Получены зависимости изменения коэффициента общей полноты и относительной длины судна от изменения числа Фруда – формулы (18) и (19). В полученных зависимостях размеры L_w , B , H и T в метрах, D , D_{II} и P_{zp} в тоннах.

$$B = 0,13L_w + 3,985 \text{ м} \quad (9) \quad H = 0,082 \cdot L_w + 1,999 \text{ м} \quad (10)$$

$$T = 0,055 \cdot L_w + 1,445 \text{ м} \quad (11) \quad L_w/B = 0,0515 \cdot L_w + 2,499 \quad (12)$$

$$B/T = -0,0042 \cdot L_w + 2,631 \quad (13) \quad H/T = 0,0014 \cdot L_w + 1,380 \quad (14)$$

$$D = 26,55 \cdot L_w - 200,8 \text{ т} \quad (15) \quad D_{II} = 22,085 \cdot L_w - 317,4 \text{ т} \quad (16)$$

$$P_{zp} = 4,69 \cdot L_w - 45,25 \text{ т} \quad (17) \quad \delta = 13,94 \cdot Fr^2 - 8,755 \cdot Fr + 1,956 \quad (18)$$

$$l = -24,27 \cdot Fr + 11,405. \quad (19)$$

Для определения мощности главного двигателя проектируемого судна, в первом приближении, получена расчетная формула

$$N_{zd} = \frac{D^{0,55} \cdot v_s^{3,0}}{C_a}, \quad (20)$$

где D – полное водоизмещение судна, т; v_s – скорость свободного хода судна, узл.; $C_a = f(D)$ – адмиральский коэффициент. В результате исследований, для СРТ получен

коэффициент $C_a=92$. Для оценки погрешности полученной формулы использованы 13 проектов СРТ. Как видно из табл.1 погрешность не превысила 5,6%.

Таблица 1

Мощности главных двигателей СРТ по данным проектов и полученной формуле

№	Обозначение судна, год построения, место построения	D , т	v_s , узл.	$N_{гд}$, кВт		Δ , %
				по проекту	по полученной формуле	
1	СРТ пр. 1411, 2006, Вьетнам	290	10,8	308	310	0,5
2	СРТ пр. 1482В, 2006, Вьетнам	392	11,0	380	386	1,6
3	Пр.13020, типа "Приморье", 1995, Россия	596	10,3	425	417	-1,8
4	Пр.13031 "Капитан Баринов", 1993, Россия	605	10,5	450	446	-1,0
5	СТР типа "Надежный" (пр.420)	781	11,3	588	612	4,0
6	СРТ типа "Senei Maru", 1971, Япония	871	12,8	1000	987	-1,3
7	Пр.70126, 2002, Россия	988	12,2	920	916	-0,5
8	СРТМ "Валерий Маслаков" (пр.70126)	994	12,1	920	896	-2,6
9	СТР типа "Альпинист" (пр. 503)	1202	12,6	970	1025	5,6
10	СРТ типа "Каюо Мару N 51", 1973, Япония	1206	14,6	1650	1675	1,5
11	Пр.502ЭМ, типа "Василий Яковенко" 2000,	1220	11,6	852	845	-0,8
12	Пр.503М, типа "Андрей Смирнов" 1995, Россия	1234	12,1	970	966	-0,5
13	СРТР типа "Баренцево море" (пр.1332)	1940	13,5	1620	1648	1,7

Выполнены исследования по определению составляющих статей нагрузки масс судна. Полное водоизмещение судна в первом приближении определяется из уравнения нагрузки масс, причем каждая составляющая статья нагрузки выражается через искомое водоизмещение. Для промысловых судов можно использовать уравнение масс в форме:

$$D = P_K + P_M + P_{\text{Элек}} + P_{\text{Об}} + P_{\text{Гр}} + P_T + P_{\text{С.С}} + P_{\text{П.С}} + P_3, \text{ т} \quad (21)$$

где a_i - измеритель i -ой укрупненной статьи нагрузки масс, тогда имеем: $P_K = a_K \cdot D$ – масса корпуса; $P_M = a_M \cdot N_E$ - масса механизмов; $P_{\text{Элек}} = a_{\text{Элек}} \cdot D$ - масса электрооборудования; $P_{\text{Об}} = a_{\text{Об}} \cdot D$ - масса промыслового и технологического оборудования; $P_{\text{Гр}} = a_{\text{Гр}} \cdot D$ - масса полезного груза; $P_T = a_T \cdot D$ - масса топлива, смазки и пресной воды для главных механизмов; $P_{\text{С.С}} = a_{\text{С.С}} \cdot D$ - масса судового снабжения и экипажа; $P_{\text{П.С}} = a_{\text{П.С}} \cdot D$ - масса промыслового и технологического снабжения; P_3 - запас водоизмещения.

Для определения измерителей статей нагрузки масс судна, выполнена обработка данных укрупненных статей нагрузки проектных СРТ. Получены зависимости изменения измерителей укрупненных статей нагрузки от полного водоизмещения судна, смотри формулы (22) – (42), позволяющие определить статьи нагрузки масс судна на начальных стадиях проектирования.

$$a_K = -2 \cdot 10^{-5} \cdot D_n + 0,713 \quad (22) \quad a_K = -5 \cdot 10^{-5} \cdot D + 0,4857 \quad (23)$$

$$a_M = -4 \cdot 10^{-6} \cdot N_{ГД} + 0,0682 \quad (24) \quad a_{ЭЛ} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,0375 \quad (25)$$

$$a_{C.P} = 7 \cdot 10^{-6} \cdot D + 0,049 \quad (26) \quad a_{Об} = 10^{-5} \cdot D + 0,0286 \quad (27)$$

$$a_{ЖГ} = 10^{-6} \cdot D + 0,013 \quad (28) \quad a_{sp} = -3 \cdot 10^{-5} \cdot D + 0,1743 \quad (29)$$

$$a_{C.ЭК} = 10^{-6} \cdot D + 0,0056 \quad (30) \quad a_T = 2 \cdot 10^{-5} \cdot D + 0,053 \quad (31)$$

Рассмотрено архитектурное исполнение СРТ и выполнены исследования по определению составляющих статей вместимости. Для СРТ уравнения вместимости судна имеет вид:

$$V_K + V_S = V_{sp} + V_{МО} + V_{мон} + V_{мас} + V_{вода} + V_{служ} + V_{жил} + V_{общ} + V_{np}, \quad (32)$$

где V_K - вместимость корпуса; V_S - вместимость надстроек; q_i - измерители по объему; V - объемное водоизмещение судна; $V_{sp} = q_{sp} \cdot V$ - суммарный объем рыбного трюма; $V_{МО} = q_{МО} \cdot V$ - объем МО; $V_{мон} = q_{мон} \cdot V$ - суммарный объем цистерн топлива; $V_{мас} = q_{мас} \cdot V$ - суммарный объем цистерн масла; $V_{вода} = q_{вода} \cdot V$ - суммарный объем пресной воды; $V_{служ} = q_{служ} \cdot V$ - суммарный объем служебных помещений; $V_{жил} = q_{жил} \cdot V$ - суммарный объем жилых помещений; $V_{общ} = q_{общ} \cdot V$ - суммарный объем общественных помещений; $V_{np} = q_{np} \cdot V$ - прочие объемы.

Выполнена обработка статистических данных вместимости известных проектов СРТ. С использованием регрессионного анализа получены закономерности изменения измерителя основных статей объемов от кубического модуля судна – формулы (33) – (37), изменения отношения длины машинного отделения от длины по ватерлинию – формулы (40).

$$q_{sp} = -10^{-5}(L_w BH) + 0,3687 \quad (33) \quad q_{мон} = -3 \cdot 10^{-7}(L_w BH) + 0,1678 \quad (34)$$

$$q_{мас} = 3 \cdot 10^{-6}(L_w BH) + 0,0006 \quad (35) \quad q_{вод} = -8 \cdot 10^{-6}(L_w BH) + 0,1021 \quad (36)$$

$$q_{служ} = 6 \cdot 10^{-6}(L_w BH) + 0,148 \quad (37) \quad q_{жил} = -0,0006 \cdot n_{эк} + 0,193 \quad (38)$$

$$q_{общ} = -0,0016 \cdot n_{эк} + 0,1876 \quad (39) \quad L_{МО}/L_w = -0,0004 \cdot L_w + 0,2613 \quad (40)$$

Решена задача выбора и оптимизации соотношений главных размерений и формы обводов корпуса для достижения наименьших величин полного сопротивления движению СРТ. Использован способ Дауста - О'Брайена, в соответствии с которым полное сопротивление выражается через коэффициент, предложенный Тельфером:

$$R_n = (4,448 \cdot C_R \cdot D \cdot v_s^2) / (1000 \cdot L_{\perp\perp}) \quad (41)$$

где R_n - полное сопротивление движению судна, кН; $L_{\perp\perp}$ - длина судна между перпендикулярами, м; D - полное водоизмещение, т; v_s - скорость судна, узл.

На основании статистического анализа данных полного сопротивления, полученных по результатам модельных испытаний, Дауст предложил уравнение регрессии, определяющее величину C_R . Такая методика определения полного сопротивления использована в математической модели для определения основных характеристик и элементов СРТ.

Далее рассмотрен вопрос безопасности СРТ на море. В основании представлены требования по остойчивости, качке, плавучести, а также приближенные формулы для вычисления элементов плавучести и начальной остойчивости.

Глава 3 посвящена вопросу обеспечения нормативного вибрационного состояния на средних рыболовных траулерах.

Выполнен анализ санитарного нормирования вибрации и вибрационных условий обитаемости на СРТ. Определены частоты собственных колебаний корпуса рядов проектов СРТ с учетом деформации сдвига. В таблице 2 представлены коэффициенты редуцирования частот собственных колебаний корпуса, а на рис. 6. показано их изменение от номера тона.

Таблица 2

Коэффициенты редуцирования частот собственных колебаний корпуса, учитывающие деформацию сдвига для СРТ

№	Тип колебаний корпуса	Номер тона				
		2	3	4	5	6
1	Вертикальные	0,759	0,646	0,587	0,522	0,453
2	Горизонтальные	0,727	0,597	0,533	0,470	0,407

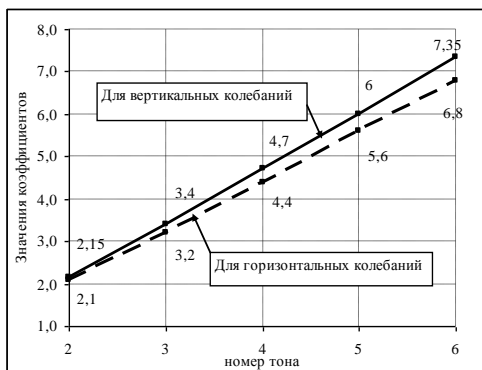
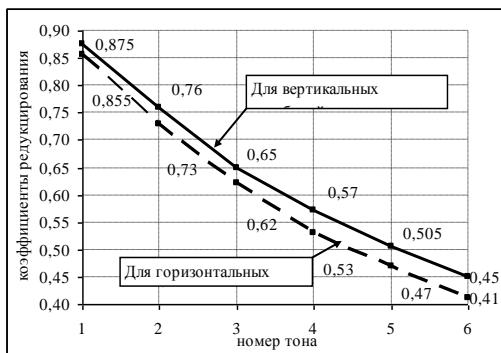


Рис. 6. Изменения коэффициентов редуцирования, определяющих частоты собственных колебаний корпуса СРТ с учетом деформации сдвига, от номера тона

Рис. 7. Изменения коэффициентов, определяющих частоту собственных колебаний корпуса СРТ высших тонов

Вопрос определения частот собственных колебаний корпуса является важной проектной задачей на начальных стадиях проектирования. Поэтому, необходимы формулы для определения частот в автоматизированном режиме поиска проектных решений, для того чтобы отстроить их от частот возмущающих сил. За основу приняты структуры формул Шлика-Бюрилля, определяющих частоты собственных колебаний корпуса судна по первому тону, в горизонтальной и вертикальной плоскости, имеющие виды:

$$\lambda_{B(1)} = \frac{k_B}{\sqrt{1,2+(B/3T)}} \sqrt{\frac{E \cdot I_B}{D \cdot L^3}} \pm \varepsilon_{\lambda B} \quad (42)$$

$$\lambda_{\Gamma(1)} = \frac{k_{\Gamma}}{\sqrt{1,3+(T/3B)}} \sqrt{\frac{E \cdot I_{\Gamma}}{D \cdot L^3}} \pm \varepsilon_{\lambda \Gamma} \quad (43)$$

где $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – модуль Юнга стали.

k_B, k_{Γ} – коэффициенты, определяющие в зависимости от типа судов.

На основании статистического анализа частот собственных колебаний корпуса по первому тону, определены коэффициенты k_B , k_G , представленные в таблице 3.

Таблица 3

Значения коэффициентов k_B , k_G для СРТ

k_B		k_G	
Судно в грузу	Судно порожнем	Судно в грузу	Судно порожнем
3,33	3,43	3,00	3,02

Для определения моментов инерции миделевого поперечного сечения корпуса в автоматизированном режиме, предложены уравнения регрессии, определяющие зависимость моментов инерции от размерений судна, т.е.

$$\begin{aligned} \frac{I_B}{L_w} = f\left(\frac{L_w}{B}, \frac{L_w}{H}, \delta\right) = a_0 + a_1 \cdot \frac{L_w}{B} + a_2 \cdot \frac{L_w}{H} + a_3 \cdot \delta + a_4 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right]^2 + a_5 \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right]^2 + \\ + a_6 \cdot \delta^2 + a_7 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right] \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right] + a_8 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right] \cdot \delta + a_9 \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right] \cdot \delta \end{aligned} \quad (44)$$

$$\begin{aligned} \frac{I_G}{L_{\perp 1}} = f\left(\frac{L_w}{B}, \frac{L_w}{H}, \delta\right) = b_0 + b_1 \cdot \frac{L_w}{B} + b_2 \cdot \frac{L_w}{H} + b_3 \cdot \delta + b_4 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right]^2 + b_5 \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right]^2 + \\ + b_6 \cdot \delta^2 + b_7 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right] \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right] + b_8 \cdot \left[\frac{L_w}{B}\right] \cdot \delta + b_9 \cdot \left[\frac{L_w}{H}\right] \cdot \delta \end{aligned} \quad (45)$$

Для решения системы уравнений, связанных с определением коэффициентов a_0, a_1, \dots, a_9 и b_0, b_1, \dots, b_9 использованы 10 проектов средних рыболовных судов с необходимыми характеристиками и моментами инерции I_B, I_G . Созданы две системы уравнений для определения момента инерции I_B, I_G . В результате решений этих систем уравнений получены коэффициенты a_0, a_1, \dots, a_9 и b_0, b_1, \dots, b_9 представлены в табл. (4 – 5). Получены формулы (46 и 47) для определения моментов инерции в вертикальном и горизонтальном направлениях в автоматизированном режиме.

Таблица 4

Числовые значения коэффициентов a_i

a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
1,044	-0,648	0,453	-6,260	-0,028	-0,003	8,048	0,023	1,406	-0,960

$$\begin{aligned} I_B = \left[1,044 - 0,648 \frac{L_w}{B} + 0,453 \frac{L_w}{H} - 6,260 \cdot \delta - 0,028 \left(\frac{L_w}{B}\right)^2 - 0,003 \left(\frac{L_w}{H}\right)^2 + \right. \\ \left. + 8,048 \cdot \delta^2 + 0,023 \left(\frac{L_w}{B}\right) \cdot \left(\frac{L_w}{H}\right) + 1,406 \left(\frac{L_w}{B}\right) \cdot \delta - 0,960 \cdot \left(\frac{L_w}{H}\right) \cdot \delta \right] \cdot L_w \pm \varepsilon_B \end{aligned} \quad (46)$$

Таблица 5

Числовые значения коэффициентов b_j

b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9
-1,469	-1,600	0,865	4,459	0,294	0,034	0,618	-0,192	1,109	-1,074

$$\begin{aligned} I_G = \left[-1,469 - 1,600 \frac{L_w}{B} + 0,865 \frac{L_w}{H} + 4,459 \cdot \delta + 0,294 \left(\frac{L_w}{B}\right)^2 + 0,034 \left(\frac{L_w}{H}\right)^2 + \right. \\ \left. + 0,618 \cdot \delta^2 - 0,192 \cdot \left(\frac{L_w}{B}\right) \cdot \left(\frac{L_w}{H}\right) + 1,109 \cdot \left(\frac{L_w}{B}\right) \cdot \delta - 1,074 \cdot \left(\frac{L_w}{H}\right) \cdot \delta \right] \cdot L_w \pm \varepsilon_G \end{aligned} \quad (47)$$

Для оценки случайной погрешности измерения существует несколько способов. Наиболее распространена оценка с помощью стандартной или средней квадратичной погрешности ε (ее часто называют стандартной погрешностью или стандартом измерений). Для оценки средней квадратичной погрешности использована следующая формула:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n-1}},$$

где n - число наблюдений.

Для оценки получаемых формул (42), (43) с учетом коэффициентов k_B и k_G в таблице 3 и формул (46) и (47), в таблице 6 представлены значения расчета моментов инерции поперечного сечения по обеспеченной методике и по формулам (46), (47), в таблице 7 представлены значения расчета частот собственных колебаний корпуса проектов СРТ по методу Рэля и по формулам (42), (43), а также отклонения $\Delta\%$. В тоге полученные значения адекватностей ε представлены в таблице 8.

Таблица 6

Оценка разработанных формул (46 – 47)

№	Наименование судна	Расчет $I_B, м^4$			Расчет $I_G, м^4$		
		По методике	По формуле 46	$\Delta, \%$	По методике	По формуле 47	$\Delta, \%$
1	СРТ пр. 3.0	1,95	2,05	4,98	2,96	3,09	4,54
2	СРТ типа "Надежный" пр. 420	1,92	1,924	0,23	3,74	3,95	5,63
3	СРТМ типа "Ольга" пр. 502М	3,15	2,984	-5,25	4,8	4,54	-5,49
4	СРТМ типа "Маяк" пр. 502	3,87	3,736	-3,46	5,53	5,67	2,51

Таблица 7

Оценка разработанных формул (42- 43)

№	Наименование судна	Расчет $\lambda_{B(1)}, Гц$			Расчет $\lambda_{G(1)}, Гц$		
		По методу Рэля	По формуле 42	$\Delta, \%$	По методу Рэля	По формуле 43	$\Delta, \%$
1	ТСМ типа «Орленок»	4,55	4,31	-5,57	6,24	6,78	7,96
2	СРТР типа «Баренцево море»	4,63	4,98	7,03	6,33	6,92	8,53
3	СРТМ типа «Железный поток»	4,57	4,82	5,19	6,57	7,12	7,72
4	ССТ типа «Тибия»	4,83	5,26	8,17	7,05	7,19	1,91
5	Прю 503 типа «Альпинист»	5,18	4,73	-8,7	7,02	6,38	-9,1

Таблица 8

Получаемые адекватности разработанных формул

$\varepsilon_{\lambda_B}, \%$ от λ_B	$\varepsilon_{\lambda_G}, \%$ от λ_G	$\varepsilon_{I_B}, \%$ от I_B	$\varepsilon_{I_G}, \%$ от I_G
5,83	5,21	3,16	4,71

Для определения частот собственных колебаний корпуса судна высших тонов использована формула:

$$\lambda_n = K_n \cdot \lambda_1, \text{ Гц}, \quad (48)$$

где числовые коэффициенты K_n для СРТ определены по результатам исследований и представлены в таблице 9. Их изменение от номера тона показаны на рис. 7.

Коэффициенты для определения частот собственных колебаний корпуса СРТ высших тонов

№	Тип колебаний корпуса	Номер тона				
		2	3	4	5	6
1	Вертикальные	2,15	3,4	4,7	6	7,35
2	Горизонтальные	2,10	3,2	4,4	5,6	6,8

Для оценки влияния толщины конструкции корпуса судна на его частоты собственных колебаний в данной главе выполнен расчет частот собственных колебаний корпуса пр. 503 типа «АЛЬПИНИСТ» в разных состояниях его нагрузки при изменении (увеличении на 20% и уменьшении 20%) толщины конструкции корпуса методом Рэлея. Графики изменений этих частот в зависимости от толщины конструкции корпуса судна показаны на рис. 8 и 9. Результаты исследований дают возможность оптимизировать параметры конструкции корпуса и прогнозировать его частоты собственных колебаний с учетом износа конструкции.

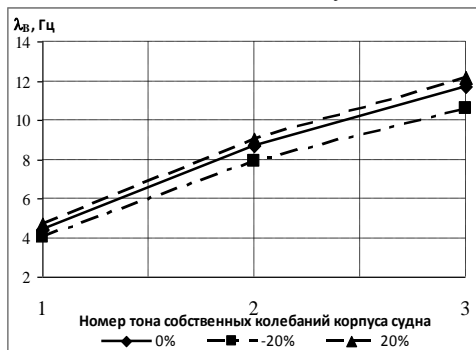


Рис. 8. Зависимость частоты собственных вертикальных колебаний корпуса пр. 503 типа «Альпинист» от номера тона в его состоянии 100% груза и 10% запасов с учетом деформации сдвига

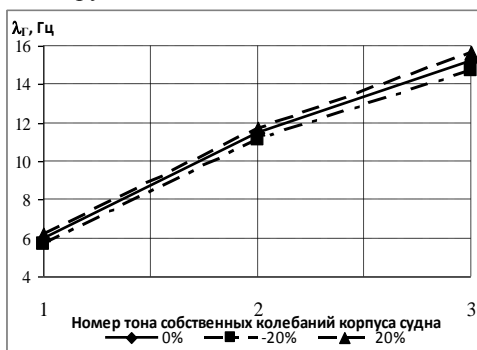


Рис. 9. Зависимость частоты собственных горизонтальных колебаний корпуса пр. 503 типа «Альпинист» от номера тона в его состоянии 100% груза и 10% запасов с учетом деформации сдвига

Четвертая глава посвящена разработке математических моделей для обоснования проектных характеристик и элементов СРТ.

Разработана схема организации рыболовного промысла в СРВ и математическая модель функционирования СРТ, которая показана на рис. 10. Математическая модель функционирования СРТ является составной частью модели организации рыболовного промысла в СРВ.

Экономическая эффективность работы рыболовного флота СРВ не только зависит от уровня развития судовладельческих, рыбообрабатывающих компаний, а также от технического уровня судостроительных и судоремонтных предприятий, долгосрочного плана перспективного развития флота в Республике Вьетнам и запасов сырьевой базы водных ресурсов. Математическая модель позволяет определить диапазоны грузоподъемности, скорости свободного хода, удаленности плавания и количества необходимых судов для районов промысла, количество, ассортимент и

качество рыбной продукции для населения, а также обеспечить необходимый уровень технического состояния при эксплуатации судов. Математическая модель функционирования СРТ учитывает общую организацию рыболовного промысла в СРВ, характеристики экономической ситуации, т.е. условия эксплуатации и постройки судов, характеристики районов промысла со среднесуточным уловом, портов и т.д., все они составляют вектор параметров задания $U(u_1, \dots, u_n)$. Компонентами вектора переменных величин $Y(y_1, \dots, y_m)$ являются грузоподъемность, скорость свободного хода, удаленность плавания и количество судов. Модель содержит функциональные ограничения - $G_j(U, Y) \geq \Delta_j$ определяющие максимальное количество и качество рыбных ресурсов, а также промыслового времени на каждый тип судна.



Рис. 10. Структурная схема организации и управления рыболовного флота и алгоритма параметров, определяющих экономический показатель требуемых СРТ

В качестве экономического критерия, принята чистая прибыль:

$$P = \left(\sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_i - Z_i \right) - H \rightarrow \max \quad (49)$$

где Q_i - суммарный объем i -го вида вылова, C_i оптовая цена i -го вида вылова, Z_i - эксплуатационные затраты судов и H - налог из прибыли.

В модели включаются следующие ограничения:

- Суммарный вылов всех судов на заданном районе промысла не должен превышать установленную квоту на вылов данного ресурса (Q_k), т.е.

$$\sum_{i=1}^n N_i \cdot q_i \leq Q_k \quad (50)$$

где n – количество судов на заданном районе промысла; N_i – время i -го судна на промысле, сут; q_i – средний улов i -го судна.

- Суммарное количество судо-суток промысла судами d -ой подгруппы судов на промысле k -го вида ресурсов (N_{dk}) не должно превышать физически возможного:

$$\sum N_{dk} \leq \sum Z_{dk} \cdot P_{dk} \quad (51)$$

где Z_{dk} – количество d -ой подгруппы судов на промысле k -го вида ресурсов; P_{dk} – количество промысловых суток, доступных для d -ой подгруппы судов на промысле k -го вида ресурсов.

Целевая функция (49), полученные формулы в главе 2 и неравенства (50-51) представляют собой экономико-математическую модель оптимального управления добывающим флотом. Для компоновки и решения задач математического программирования использовался инструмент «Solver – Поиск решения», включенный в Microsoft Excel. По полученным результатам модели можно выбрать диапазоны: грузоподъемности с 100 до 160 т; удаленность района промысла от берега с 600 до 750 миль; скорости свободного хода с 9,5 до 13,0 узл.. Полученные характеристики СРТ, позволяющие создать техническое задание на проект, а также диапазоны переменных искомым величин в математической модели определения оптимальных проектных характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации.

Разработана математическая модель оптимизации параметров подсистем «корпус-двигатель-движитель» СРТ, ее структурная схема показана на рис. 11. В математической модели проектирования рыболовного судна дополнительной функцией цели назначен показатель условия вибрации, который напрямую зависит от доминирующих подсистем (корпуса, энергетического комплекса, гидродинамического комплекса). Как известно, «обитаемость» применяется, в том случае, если имеются компоновочные схемы сопоставляемых вариантов (наличие прототипов или аналогов) разрабатываемых проектов судов, и вычисляется по формуле:

$$\Phi \left(\psi = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \psi_i \right) \rightarrow \max, \quad (52)$$

где Ψ – функция обитаемости, определяемая совокупностью факторов локальных функций Ψ_i характеризующих благоприятные условия пребывания людей на судне; a_i – коэффициент весомости i -го фактора.

Определяющими факторами обитаемости являются их комфортность (объемы и площади жилых помещений назначаются в техническом задании) и уровень санитарных норм вибрации в жилых помещениях. Как известно, одним из основных направлений борьбы с повышенной вибрацией судов является исключение резонансных режимов. Стремление последовательно и в полном объеме решить проблему недопущения вибрации на рыболовных судах обусловило необходимость разработки автоматизированного поиска решений по выбору проектных характеристик,

обеспечивающих наиболее оптимальный вариант. В системе автоматизированного проектирования судов для исключения резонансных колебаний корпуса судна, оптимизация доминирующих подсистем предусматривает:

- выбор параметров доминирующих подсистем «корпус судна - главный двигатель - гребной винт»;
- определение частот собственных колебаний корпуса судна и частот возмущающих сил от главного двигателя и гребного винта;
- выбор количества тонов корпуса отстраиваемых от резонанса и назначение коэффициентов запаса, для отстройки от резонанса;
- сопоставление частот собственных колебаний корпуса судна и частот возмущающих сил от главного двигателя и гребного винта и выполнение процедуры оптимизации.

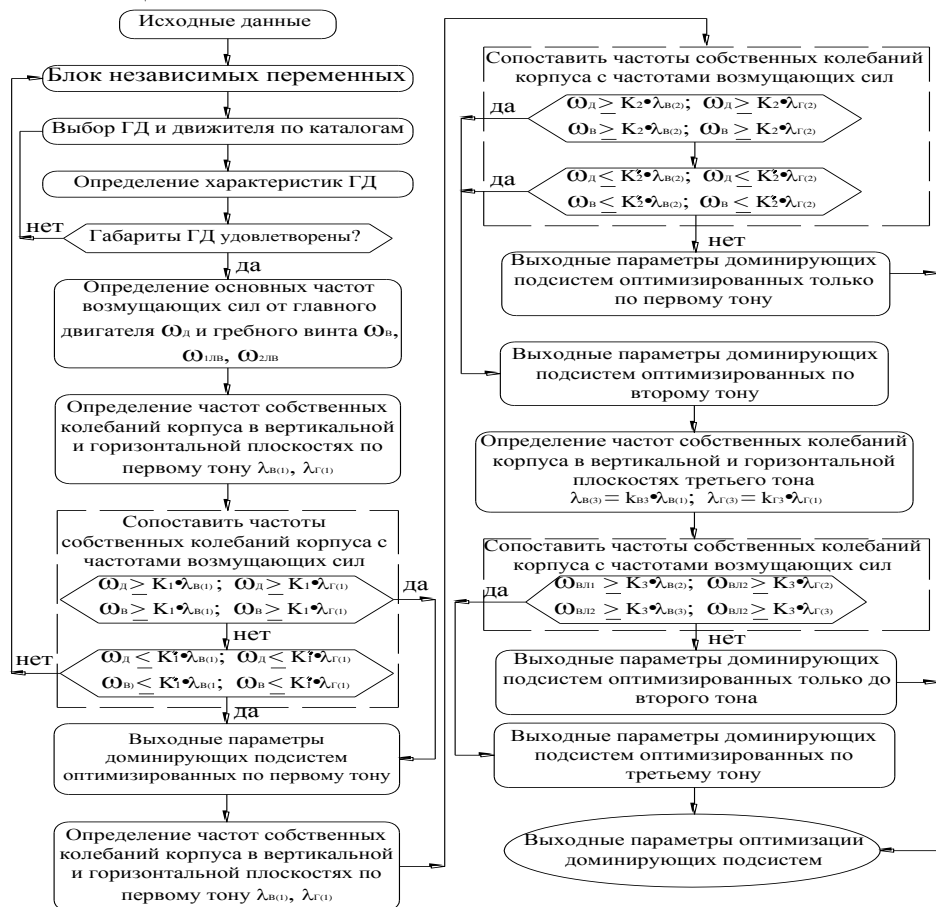


Рис. 11. Структурная сема алгоритма оптимизации подсистем «корпус-двигатель-двигатель» для исключения резонансных режимов колебаний корпуса судна по первым трем

тонам

В математической модели включается вектор оптимизируемых переменных, определенных множеством A , описан в виде:

$$A = \{X_0, X_D, X_B\}, \quad (53)$$

где X_0 – вектор переменных величин, его компоненты (L_w/B , B/T , P_{zp} , v_s и δ), удовлетворяющие проверочным расчетам на другие качества судна; X_D – вектор переменных характеристик двигателя, его компонентами являются характеристики двигателя – тип, частота вращения, габаритные размеры; и X_B – вектор переменных характеристик движителя, его компонентами являются характеристики движителя – тип, частота вращения, число лопастей, наличие редуктора.

Алгоритм работает следующим образом. Для каждого варианта корпуса судна, представленного множеством A , выбираются варианты двигателя и движителя из известных каталогов. Варианты, удовлетворяющие требованиям для исключения резонансных режимов колебаний корпуса судна по первому тону попадают в базу данных оптимизированных вариантов (выходные параметры доминирующих подсистем оптимизированных по первому тону). Аналогичная процедура выполняется и для других тонов. При выборе главного двигателя и движителя, накладываются ограничения на изменение их характеристик по сравнению с исходными проектными характеристиками судна прототипа.

Далее разработана математическая модель для определения проектных характеристики и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации, позволяющая достигнуть заданного уровня их экономической эффективности и обеспечить нормативное вибрационное состояние.

Структурная схема алгоритма модели показана на рис. 12. Модель учитывает условия организации рыболовного промысла во Вьетнаме и результаты статистических исследований для судов этого типа.

В математической модели, компоненты вектора технического задания – C приняты:

$c_1 = R$ – удаленность района промысла, миль;

$c_2 = n_s$ – численность экипажа, чел.;

$c_3 = T_{инв}$ – время инвестиции судна, год.

Компонентами вектора независимых переменных – X приняты:

$x_1 = L_w/B$ – отношение длины судна по ватерлинии к его ширине;

$x_2 = B/T$ – отношение ширины судна к его осадке;

$x_3 = P_{zp}$ – грузоподъемность судна, т;

$x_4 = \delta$ – коэффициент общей полноты судна;

$x_5 = v_s$ – скорость свободного хода судна, узл.

В математической модели назначены диапазоны оптимизируемых переменных: $(L_w/B)_{\min} \leq L_w/B \leq (L_w/B)_{\max}$; $(B/T)_{\min} \leq B/T \leq (B/T)_{\max}$; $(P_{zp})_{\min} \leq P_{zp} \leq (P_{zp})_{\max}$; $\delta_{\min} \leq \delta \leq \delta_{\max}$; $(v_s)_{\min} \leq v_s \leq (v_s)_{\max}$

Диапазоны оптимизируемых переменных получены в результатах обработки статистических данных характеристик и элементов данного типа судна в главе 2 и работы математической модели функционирования СРТ в разделе 4.1.

Оптимальное решение определяется по максимальному значению критерия эффективности. В рамках выбора лучшего варианта СРТ, может использоваться показатель максимального чистого дисконтированного дохода (ЧДД) т. е.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^n (P_t - Z_t) \cdot a_t - K_{\text{диск}} \rightarrow \max \quad (54)$$

где P_t – результаты, достигаемые на t -ом шаге расчета; Z_t – затраты на t -ом шаге при условии, что в них не входят амортизационные начисления, a_t – коэффициент дисконтирования, $K_{\text{диск}}$ – сумма дисконтированных капиталовложений.

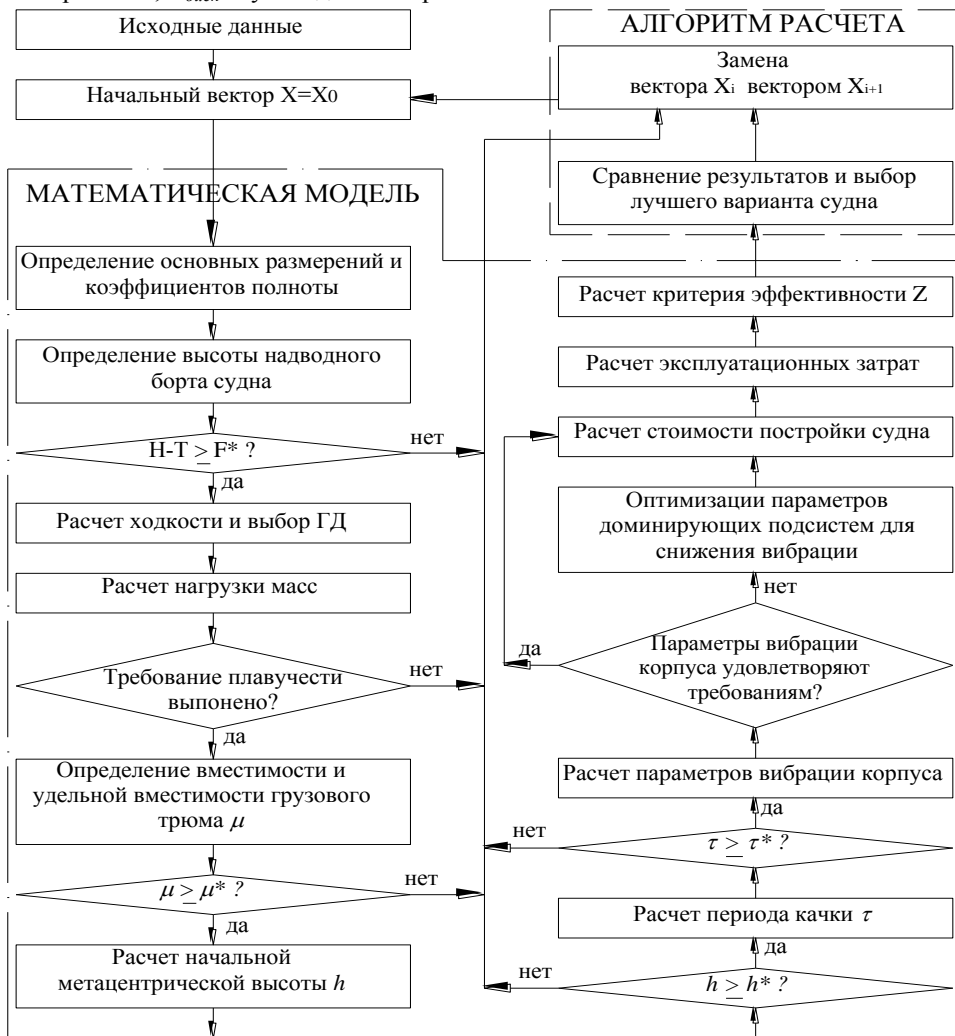


Рис.12. Структурная схема алгоритма определения оптимальных проектных характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации

В структурной схеме алгоритма расчета, вектор X_0 является первым приближением из заданного диапазона оптимизируемых переменных. Если какие-либо ограничения не выполняются, вектор X_i заменяется новым вектором X_{i+1} . Замена вектора X_i вектором X_{i+1} производится до тех пор, пока для данного варианта не будут выполнены все ограничения. Его эффективность оценивается по критерию эффективности, запоминается результат лучшего варианта и опять повторяется процедура замены до получения нового допустимого варианта. Затем из всех допустимых вариантов выбирается наилучший по экстремальному значению выбранного критерия.

В математической модели используются:

- полученные обобщенные зависимости и формулы выше;
- и следующие равенства и неравенства:
 - уравнение плавучести

$$D(X, C) = L \cdot B \cdot T \cdot \rho \cdot \delta + \Delta D, \text{ т} \quad (55)$$

где $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$ - удельный вес морской воды; ΔD - запас водоизмещения, т.;

- уравнение масс

$$D(X, C) = \sum P_i(X, C) + P_{zp}, \text{ т} \quad (56)$$

где $P_i(X, C)$ - составляющие нагрузки масс судна, включая запасы, т.; P_{zp} - грузоподъемность судна, т.;

- уравнение ходкости

$$N_{zo}(X, C) = [R_n(X, C) \cdot v_s] / [\eta(X, C) \cdot \eta_s], \text{ кВт} \quad (57)$$

где $N_{zo}(X, C)$ - суммарная мощность главных двигателей, кВт; $R_n(X, C)$ - полное сопротивление судна, кН; v_s - свободная скорость хода, м/с; $\eta(X, C)$ - пропульсивный коэффициент; η_s - коэффициент, учитывающий потери на валопроводы, редуктора и т.д.;

- уравнение вместимости.

$$V_k(X, C) + V_s(X, C) = \sum V_i(X, C), \text{ м}^3 \quad (58)$$

где $V_k(X, C)$ - вместимость корпуса, м^3 ; $V_s(X, C)$ - вместимость надстроек, м^3 ; $V_i(X, C)$ - требуемые составляющие вместимости судна, м^3 ;

Функциональные ограничения включают:

- требование минимального надводного борта F^* , м

$$H - T \geq F^*, \text{ м} \quad (59)$$

- требование соотношения между силами тяжести и силами поддержания Δ по закону Архимеда выражает отношение:

$$\Delta \geq \sum P_i + P_{zp}, \text{ т} \quad (60)$$

- требование вместимости: расчет удельной вместимости грузового трюма μ должен больше чем требуемая удельная вместимость μ^* т.е.

$$\mu \geq \mu^*, \text{ м}^3/\text{т} \quad (61)$$

- требование остойчивости по нормированию нижнего предела начальной метацентрической высоты:

$$h \geq h^*, \text{ м} \quad (62)$$

- требование по качке, расчетный период качки τ должен больше чем нормирование периода качки τ^* для спроектированного ряда судов:

$$\tau \geq \tau^*, \text{ сек.} \quad (63)$$

- требование обеспечения вибрации:

$$\omega \notin \lambda_i(\Omega_i) \quad (64)$$

где ω – частота возмущающих сил, Гц; λ_i – частота собственных колебаний корпуса для i -го тона, Гц; Ω_i – области исключения резонансных режимов для i -го тона.

- требование «обитаемости»: фактические Φ и допускаемые Φ_d значения факторов комфортности, характеризующей благоприятные условия пребывания экипажа на судне должны быть таким образом:

$$\Phi(X, C) \geq \Phi_d \quad (65)$$

Для оценки работы математической модели, выбран пр. 503 типа «АЛЬПИНИСТ». Анализ выходных параметров оптимизированного судна и данных прототипа показал, что полученные значения грузоподъемности и скорости свободного хода оптимизированного судна и прототипа близки. Вместе с тем, полученные значения главных размерений и требуемой мощности ГД меньше, чем у прототипа. Обеспечено отсутствие резонансных колебаний корпуса оптимизированного судна для его трех тонов колебаний, что позволяет выполнить требование норм санитарной вибрации в октавных полосах частот со средними геометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Основные выводы и результаты диссертационной работы

В диссертационном исследовании решена новая и актуальная задача, имеющая народнохозяйственное значение - разработка методики определения проектных характеристик средних рыболовных траулеров с учетом их многокритериального анализа в автоматизированном режиме поиска оптимальных проектных решений.

Основные выводы и результаты диссертационной работы:

1. Выполнен анализ состояния рыболовного промысла в Республике Вьетнам, который показал необходимость создания современного среднего рыболовного флота. Обоснованы район промысла в Юго-Восточной области вьетнамского моря и автономная форма промысла, а также получены расчетные зависимости изменения среднесуточного расхода дизельного топлива на единицу мощности главного двигателя для разных режимов работы СРТ;

2. Обоснованы экономические критерии. Выполнен анализ статистических данных стоимости СРТ во Вьетнаме и Юго-Восточной Азии получены формулы для определения стоимости постройки СРТ по затратному и сравнительному подходам, а также расчетные формулы текущей рыночной стоимости СРТ в функции от изменения его возраста;

3. Выполнен анализ статистических данных проектных характеристик и элементов СРТ. Получены статистические расчетные зависимости для определения основных характеристик и элементов СРТ на начальных этапах проектирования;

4. Выполнен анализ санитарного нормирования вибрации и вибрационного условия обитаемости на СРТ. Результат анализа показал, что уровни вибрации на СРТ существенно превышают санитарные нормы;

5. Выполнен анализ влияния нагрузки масс, деформации сдвига и конструкции корпуса на изменение собственных частот колебаний корпуса средних рыболовных судов;

6. Выполнены расчет частот собственных колебаний корпуса средних рыболовных судов и обработка полученных результатов расчета. В результате обработки получены расчетные формулы для определения параметров вибрации СРТ;

7. Разработана математическая модель организации рыболовного промысла функционирования СРТ;

8. Разработаны математическая модель и алгоритм оптимизации подсистем «корпус-двигатель-двигатель»;

9. Разработаны математическая модель и алгоритм определения оптимальных проектных характеристик и элементов СРТ с обеспечением норм вибрации.

Публикации автора

а) в журналах, входящих в перечень ВАК РФ:

1. Определение основных элементов и характеристик средних рыболовных траулеров на начальных стадиях проектирования (автор 50%) / С.В. Дятченко, Н.Х. Лыонг // Астрахань: Изд-во АГТУ, Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология, №1/2009. С. 38-43;

2. Математическая модель для определения основных проектных характеристик средних рыболовных траулеров (автор 50%) / С.В. Дятченко, Н.Х. Лыонг // Астрахань: Изд-во АГТУ, Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология, №2/2009. С. 19-25.

б) прочие публикации:

3. Оценка общей параметров прочности и вибрации на ранних этапах проектирования средних рыболовных траулеров (автор 50%) / С.В. Дятченко, Н.Х. Лыонг // Известия КГТУ, Калининград, 2009 № 16, С. 68-73;

4. Анализ архитектурного исполнения средних рыболовных траулеров (автор 100%) / Н.Х. Лыонг // Инновации в науке и образовании -2009. VII Международная научная конференция. – Калининград, 2009. Труды. Часть II.- С. 36- 38;

5. Математическая модель определения основных проектных характеристик средних рыболовных траулеров (автор 100%) / Н.Х. Лыонг // Инновации в науке и образовании - 2009. VII Международная научная конференция. – Калининград, 2009. Труды. Часть II.- С. 38- 40;

6. Обоснование организации рыболовного промысла для вьетнамских средних рыболовных судов (автор 100%) / Н.Х. Лыонг // Инновации в науке и образовании - 2008. VI Юбилейная международная научная конференция посвященная 50-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле. – Калининград, 2008. Труды. Часть II.- С. 124- 126;

7. Определение основных элементов конструкции корпуса рыболовного судна с учетом требований обеспечения прочности и недопущения вибрации (автор 30%) / С.В. Дятченко, Н.С. Овсеев, Н.Х. Лыонг // Известия КГТУ, Калининград, 2010 № 17. - С. 99-104;

8. Проектная оценка общей прочности и вибрации на начальной стадии проектирования рыболовного судна (автор 40%) / С.В. Дятченко, Н.Х. Лыонг, С.В. Тананыкин // Известия КГТУ, Калининград, 2010 № 18. - С. 210-219.

Льонг Нгок Хунг

**Проектное обоснование характеристик и элементов средних
рыболовных траулеров для Вьетнама с обеспечением норм
вибрации**

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Подписано в печать «__»_____2010 г. Формат 60x84/16.
Уч.-изд. л. 1,4. Тираж _____ экз. Заказ № _____

Издательство _____
Типография _____

