



**ГАЙКОВИЧ А.И.**

**Теория проектирования  
водоизмещающих кораблей и судов**



**Том 1**

**Описание системы «Корабль»**



**МОРИНТЕХ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2014**

УДК 629.5.01  
ББК 39  
ГРНТИ 73.34.01  
Г 14

Научный редактор: д.т.н., профессор И. Г. Захаров  
Рецензент: д.т.н., профессор Б. А. Царев

**Гайкович, А. И.**

Г 14 Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т. 1. Описание системы «Корабль». – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2014. – 819 с., 660 рис., 154 табл., 766 фор-мул, 688 ссылок.

ISBN 978-5-93887-060-4

ISBN 978-5-93887-048-2

Монография посвящена теории проектирования водоизмещающих кораблей и судов традиционной гидродинамической схемы. Методологической основой излагаемой теории являются системный анализ и математическое программирование (оптимизация).

В 1-м томе корабль представляется как целостная сложная организованная система и дается описание его основных подсистем.

Материал тома содержит большое количество расчетных зависимостей, иллюстраций, а также примеров, поясняющих изложение.

Книга предназначена для научных работников и инженеров-проектантов, работающих в КБ и НИИ судостроительного профиля. Она будет полезна для аспирантов, студентов и курсантов, обучающихся по соответствующей специальности.

Издание осуществлено при финансовой поддержке ОАО «Средне-Невский судостроительный завод», ОАО «Зеленодольское Проектно-конструкторское Бюро», ООО «ВИНЕТА», ОАО «ВНИИХОЛОДМАШ-ХОЛДИНГ», ООО «ЗВО «ИННОВЕНТ», ОАО «ПЛАСТПОЛИМЕР».

© Гайкович А. И., 2014

© Оформление. Издательство  
НИЦ МОРИНТЕХ., 2014

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
Литература .....	26
<b>ГЛАВА 1.</b>	
<b>МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА</b>	
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ</b> .....	31
1.1 Основные понятия теории систем в проектировании кораблей и судов .....	33
1.2 Проектирование корабля как информационный процесс .....	38
1.3 Проект корабля как его информационная модель .....	42
1.4 Проектирование корабля как решение оптимизационной задачи .....	47
1.5 Частные случаи проектного анализа .....	49
Литература .....	50
<b>ГЛАВА 2.</b>	
<b>ПОДСИСТЕМА «КОРПУС И НАДСТРОЙКИ» КАК НЕСУЩАЯ</b>	
<b>И ФОРМООБРАЗУЮЩАЯ ПЛАТФОРМА СИСТЕМЫ «КОРАБЛЬ»</b> .....	53
2.1 Архитектурно-конструктивный тип водоизмещающего корабля .....	56
2.2 Геометрические характеристики подсистемы «Корпус и надстройки» .....	62
2.2.1 Главные размерения корабля и их соотношения .....	63
2.2.2 Коэффициенты полноты — интегральные характеристики формы корпуса .	68
2.2.3 Прочие параметры формы корпуса корабля .....	74
2.2.4 Параметры, описывающие объемы	
и площади корпуса .....	80
2.2.5 Геометрические характеристики надстроек .....	88
2.3 Формы корпуса. теоретический чертеж .....	94
2.3.1 Построение теоретического чертежа	
путем перестроения чертежа-прототипа .....	95
2.3.2 Построение теоретического чертежа по главным размерениям и интеграль-	
ным характеристикам формы .....	98
2.3.3 Построение теоретического чертежа	
по заданному эскизу .....	115
2.3.4 Формирование поверхностей надстроек и рубок .....	116
2.4 Определение массы и координат центра тяжести подсистемы	
«Корпус и надстройки» .....	121
2.4.1 Факторы, определяющие массу корпусных конструкций .....	121
2.4.2 Определение массы подсистемы «Корпус и надстройки» .....	128
2.4.3 Определение координат центра тяжести подсистемы	
«Корпус и надстройки» .....	144
2.4.4 О выборе формул для расчетов массы подсистемы	
«Корпус и надстройки» .....	150
2.5 Определение стоимости изготовления подсистемы «Корпус и надстройки» ..	150
2.6 Оптимизация подсистемы «Корпус и надстройки» .....	151
Литература .....	156

<b>ГЛАВА 3.</b>	
<b>ПРОПУЛЬСИВНЫЙ КОМПЛЕКС (ПОДСИСТЕМА «ДВИЖЕНИЕ»)</b> . . . . .	163
3.1 Классификация и параметризация пропульсивного комплекса водоизмещающего корабля . . . . .	165
3.2 Характеристики пропульсивных комплексов с различными типами главных двигателей. . . . .	167
3.2.1 Дизельные установки . . . . .	167
3.2.2 Паротурбинные установки . . . . .	179
3.2.3 Газотурбинные установки . . . . .	182
3.2.4 Установки электродвижения . . . . .	188
3.2.5 Комбинированные установки . . . . .	194
3.3 Характеристики главных передач . . . . .	200
3.4 Движители . . . . .	207
3.4.1 Гребные винты и их модификации . . . . .	207
3.4.2 Водометы. . . . .	223
3.4.3 Крыльчатые движители . . . . .	228
3.4.4 Комбинация движителей . . . . .	233
3.4.5 Перспективные движители . . . . .	234
3.5 Принципы компоновки помещений пропульсивного комплекса . . . . .	242
3.6 Оптимизация пропульсивного комплекса . . . . .	249
Литература . . . . .	254
<b>ГЛАВА 4.</b>	
<b>ПОДСИСТЕМА «ЭНЕРГИЯ»</b> . . . . .	261
4.1 Корабельные генераторы энергии . . . . .	264
4.1.1 Генераторы тепловой энергии . . . . .	264
4.1.2 Генераторы электроэнергии . . . . .	272
4.1.3 Перспективные типы генераторов энергии . . . . .	281
4.2 Корабельные средства передачи и распределения энергии . . . . .	285
4.3 Энергетические запасы . . . . .	289
4.4 Масса, габариты и компоновка помещений подсистемы «Энергия» . . . . .	293
4.5 Оптимизация подсистемы «Энергия» . . . . .	297
Литература. . . . .	299
<b>ГЛАВА 5.</b>	
<b>ПОДСИСТЕМА «ЭКИПАЖ»</b> . . . . .	303
5.1 Функции подсистемы «Экипаж» в системе «Корабль». . . . .	305
5.2 Численность и структура экипажа . . . . .	306
5.3 Масса подсистемы «Экипаж» . . . . .	310
5.4 Потребные площади и объемы . . . . .	311
5.4.1 Классификация помещений экипажа . . . . .	311
5.4.2 Жилые помещения . . . . .	313
5.4.3 Общественные помещения . . . . .	316
5.4.4 Помещения бытового назначения. . . . .	318
5.4.5 Служебные помещения . . . . .	319
5.4.6 Санитарно-гигиенические помещения. . . . .	320
5.4.7 Санитарно-бытовые помещения. . . . .	322

5.4.8 Помещения медицинского назначения . . . . .	323
5.4.9 Помещения пищеблока . . . . .	327
5.4.10 Провизионные кладовые . . . . .	329
5.4.11 Боцманские кладовые . . . . .	331
5.4.12 Хозяйственные кладовые . . . . .	332
5.5 Компоновка подсистемы «Экипаж» . . . . .	332
5.6 Требования обитаемости для подсистемы «Экипаж» . . . . .	336
5.6.1 Водоснабжение и канализация . . . . .	337
5.6.2 Формирование химического состава воздуха судовых помещений . . . . .	340
5.6.3 Температурно-влажностный режим в помещениях экипажа . . . . .	344
5.6.4 Шум в судовых помещениях . . . . .	346
5.6.5 Вибрация в судовых помещениях . . . . .	349
5.6.6 Электромагнитные излучения . . . . .	350
5.7 Основы проектирования рабочих мест экипажа . . . . .	355
5.8 Модели поведения экипажа . . . . .	357
5.8.1 Моделирование рабочей деятельности экипажа . . . . .	357
5.8.2 Моделирование передвижения экипажа по кораблю . . . . .	363
5.8.3 Моделирование функционирования экипажа в экстремальных условиях . . . . .	367
5.9 Обеспечение безопасности экипажа . . . . .	371
5.10 Энергопотребление подсистемы «Экипаж» . . . . .	382
5.11 Стоимость подсистемы «Экипаж» . . . . .	383
5.12 Задача об оптимальной численности экипажа . . . . .	385
Литература . . . . .	393

## **ГЛАВА 6.**

<b>ПОДСИСТЕМА «МАНЕВРИРОВАНИЕ»</b> . . . . .	397
6.1 Рулевое устройство . . . . .	399
6.1.1 Классификация рулевых устройств . . . . .	400
6.1.2 Геометрические характеристики рулей . . . . .	402
6.1.3 Рулевые приводы и рулевые машины . . . . .	404
6.1.4 Масса, габариты и размещение рулевого устройства . . . . .	407
6.2 Подруливающее устройство . . . . .	407
6.2.1 Классификация подруливающих устройств . . . . .	408
6.2.2 Потребная мощность приводов подруливающих устройств . . . . .	409
6.2.3 Масса, габариты и размещение подруливающего устройства . . . . .	410
6.3 Средства торможения . . . . .	413
6.4 Проблема оптимизации подсистемы «Маневрирование» . . . . .	415
Литература . . . . .	416

## **ГЛАВА 7**

<b>ПОДСИСТЕМА «СТАБИЛИЗАЦИЯ»</b> . . . . .	419
7.1 Статическое позиционирование . . . . .	421
7.1.1 Якорное устройство . . . . .	421
7.1.2 Швартовное устройство . . . . .	431
7.2 Динамическое позиционирование . . . . .	444
7.3 Ограничение угловых перемещений корабля . . . . .	444
7.4 Проблема оптимизации подсистемы «Стабилизация» . . . . .	454
Литература . . . . .	458

**ГЛАВА 8.**

<b>ПОДСИСТЕМА «НАВИГАЦИЯ, СВЯЗЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ»</b> . . . . .	461
8.1 Судовые навигационные комплексы . . . . .	463
8.2 Судовые комплексы связи . . . . .	477
8.2.1 Подсистема внешней связи . . . . .	477
8.2.2 Подсистема внутрикорабельной связи . . . . .	483
8.2.3 Размещение комплекса связи . . . . .	485
8.3 Судовые сигнальные комплексы . . . . .	487
8.4 Массогабаритные характеристики подсистемы «Навигация, связь и сигнализация» . . . . .	490
8.5 Проблема оптимизации подсистемы «Навигация, связь и сигнализация» . . . . .	491
Литература . . . . .	492

**ГЛАВА 9.**

<b>ЦЕЛЕВЫЕ ПОДСИСТЕМЫ</b> . . . . .	495
9.1 Подсистема «Оружие» . . . . .	497
9.1.1 Комплекс боевых средств надводных кораблей . . . . .	505
9.1.2 Ракетное оружие надводных кораблей . . . . .	506
9.1.3 Артиллерийское вооружение . . . . .	531
9.1.4 Торпедное и противоторпедное вооружение . . . . .	540
9.1.5 Минное и противоминное вооружение . . . . .	546
9.1.6 Авиационное вооружение . . . . .	555
9.1.7 Радиоэлектронное вооружение . . . . .	579
9.1.8 Перспективные системы оружия . . . . .	592
9.1.9 Оценка эффективности и проблема совместной оптимизации характеристик оружия и несущей платформы . . . . .	602
Литература . . . . .	616
9.2 Подсистема «Перевозка грузов» . . . . .	623
9.2.1 Перевозка генеральных грузов . . . . .	623
9.2.2 Перевозка контейнеризованных грузов . . . . .	657
9.2.3 Перевозка массовых грузов . . . . .	672
9.2.4 Перевозка наливных грузов . . . . .	688
9.2.5 Оптимизация подсистемы «Перевозка грузов» . . . . .	731
Литература . . . . .	738
9.3 Подсистема «Перевозка пассажиров» . . . . .	741
9.3.1 Комплекс пассажирских помещений . . . . .	741
9.3.2 Обслуживающий персонал . . . . .	750
9.3.3 Средства, обеспечивающие безопасность плавания . . . . .	750
9.3.4 Проблема оптимизации подсистемы «Перевозка пассажиров» . . . . .	753
Литература . . . . .	755
9.4 Подсистема «Рыболовство» . . . . .	756
9.4.1 Орудия лова и промысловое устройство . . . . .	756
9.4.2 Оборудование для обработки рыбы . . . . .	774
9.4.3 Оборудование для хранения рыбы . . . . .	783
9.4.4 Оптимизация подсистемы «Рыболовство» . . . . .	785
Литература . . . . .	791

---

<b>ГЛАВА 10.</b>	
<b>ПОДСИСТЕМА «УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИЯ»</b> .....	793
10.1 Корабль как информационная система .....	795
10.2 Комплексные системы управления кораблем .....	798
10.2.1 Информационно-управляющие системы гражданских судов .....	798
10.2.2 Боевые информационно-управляющие системы .....	803
10.3 Оптимизация структуры подсистемы «Управление и информация» .....	809
Литература .....	813

**Александр Иосифович ГАЙКОВИЧ**

**ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ВОДОИЗМЕЩАЮЩИХ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ**

**Том 1.**

**Описание системы «Корабль»**

Редактор текста и корректура С.М. Овечкина

Научное издание

Подписано в печать 20.08.14.

Формат 70x100 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура “Times”. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 66,625. Тираж 500 экз. Заказ 1374 .

Издательство НИЦ МОРИНТЕХ

190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в типографии ООО «ИПК «Береста»,  
Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, д. 28,  
Тел. (812) 388-90-00





**А. И. ГАЙКОВИЧ**

**Теория проектирования  
водоизмещающих кораблей и судов**



**Том 2**

**Анализ и синтез системы «Корабль»**



**МОРИНТЕХ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2014**

УДК 629.5.01  
ББК 39  
ГРНТИ 73.34.01  
Г 14

Научный редактор: д.т.н., профессор И. Г. Захаров  
Рецензент: д.т.н., профессор Б. А. Царев

**Гайкович А. И.**

Г 14 Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов. В 2 т. Т. 2. Анализ и синтез системы «Корабль». – СПб.: Изд-во НИЦ МОРИНТЕХ, 2013. – 872 с., 343 рис., 150 табл., 1064 формул, 503 ссылки.

ISBN 978-5-93887-060-4

ISBN 978-5-93887-056-7

Монография посвящена теории проектирования водоизмещающих кораблей и судов традиционной гидродинамической схемы. Методологической основой излагаемой теории являются системный анализ и математическое программирование (оптимизация).

Во 2-м томе анализируются свойства корабля как целостной сложной организованной системы, приводятся необходимые для их количественной оценки формулы и методики. Формулируются и даются примеры решения задачи проектирования корабля как оптимизационной. Обсуждаются проблемы методологии проектирования кораблей и судов.

Книга предназначена для научных работников и инженеров-проектантов, работающих в КБ и НИИ судостроительного профиля. Она будет полезна для аспирантов, студентов и курсантов, обучающихся по соответствующей специальности.

Издание осуществлено при финансовой поддержке ОАО «Средне-Невский судостроительный завод», ОАО «Зеленодольское Проектно-конструкторское Бюро», ООО «ВИНЕТА», ОАО «ВНИИХОЛОДМАШ-ХОЛДИНГ», ООО «ЗВО «ИННОВЕНТ», ОАО «ПЛАСТПОЛИМЕР».

© Гайкович А. И., 2014

© Оформление. Издательство  
НИЦ МОРИНТЕХ, 2014

## Оглавление

<b>ГЛАВА 11.</b>	
<b>СВОЙСТВА СИСТЕМЫ «КОРАБЛЬ» КАК ФУНКЦИИ ЕЕ СТРУКТУРЫ И РЕЗУЛЬТАТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ</b> . . . . .	5
11.1 Описание структуры системы «Корабль» . . . . .	7
11.2 Процесс проектирования как процесс преобразования структуры системы «Корабль» . . . . .	13
11.3 Взаимодействие структурных элементов системы «Корабль» . . . . .	19
11.4 Проблема оптимизации структуры математической модели проектируемого корабля . . . . .	23
Литература . . . . .	38
<b>ГЛАВА 12.</b>	
<b>ПОЛЕЗНАЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ</b> . . . . .	39
12.1 Состав нагрузки корабля и виды водоизмещения . . . . .	41
12.2 Алгебраические формы уравнения нагрузки корабля . . . . .	46
12.2.1 Понятие прототипа и его роль в расчетах нагрузки корабля . . . . .	46
12.2.2 Уравнение нагрузки в функции водоизмещения . . . . .	48
12.2.3 Уравнение нагрузки в функции главных размерений . . . . .	60
12.3 Дифференциальные формы уравнения нагрузки . . . . .	64
12.3.1 Дифференциальное уравнение нагрузки в функции водоизмещения . . . . .	65
12.3.2 Дифференциальное уравнение нагрузки в функции главных размерений . . . . .	72
12.4 Требование полезной грузоподъемности в задаче оптимизации . . . . .	80
Литература . . . . .	82
<b>ГЛАВА 13.</b>	
<b>ВМЕСТИМОСТЬ И ОБЩЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ</b> . . . . .	85
13.1 Состав помещений корабля . . . . .	91
13.2 Алгебраические формы уравнения вместимости . . . . .	94
13.2.1 Уравнение вместимости в форме В. Л. Поздюнина . . . . .	94
13.2.2 Уравнение вместимости в форме Л. М. Ногида – Е. С. Толоцкого . . . . .	108
13.2.3 Частные формы уравнения вместимости по объемам . . . . .	111
13.2.4 Баланс площадей . . . . .	114
13.2.5 Баланс габаритов . . . . .	115
13.3 Дифференциальные формы уравнения вместимости . . . . .	117
13.3.1 Дифференциальное уравнение вместимости для формы В. Л. Поздюнина . . . . .	117
13.3.2 Дифференциальное уравнение вместимости для формы Л. М. Ногида – Е. С. Толоцкого . . . . .	123
13.3.3 Дифференциальный баланс площадей . . . . .	125
13.3.4 Дифференциальный баланс габаритов . . . . .	125
13.4 Регистровая вместимость. Правила обмера судов . . . . .	126
13.5 Задача общего расположения кораблей и судов . . . . .	129

13.6 Требования вместимости и общего расположения в задаче оптимизации . . .	136
13.6.1 Ограничения по вместимости . . . . .	136
13.6.2 Формализация ограничений по общему расположению . . . . .	138
Литература . . . . .	159

## **ГЛАВА 14.**

<b>КОРАБЕЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА</b> . . . . .	163
14.1 Система «Корабль» как художественный образ . . . . .	165
14.2 Законы композиции в архитектурном проектировании экстерьера системы «Корабль» . . . . .	168
14.3 Архитектурное проектирование экстерьера системы «Корабль» . . . . .	179
14.3.1 Создание силуэта корабля . . . . .	179
14.3.2 Формообразование отдельных элементов экстерьера . . . . .	182
14.4 Учет требований архитектуры в задаче оптимизации корабля . . . . .	190
14.4.1 Формулировка задачи архитектурного проектирования экстерьера корабля как экстремальной. . . . .	190
14.4.2 Экспертная оценка элементов задачи архитектурного проектирования . . . . .	199
14.4.3 Пример компьютерного решения задачи проектирования экстерьера корабля . . . . .	201
Литература . . . . .	208

## **ГЛАВА 15.**

<b>ПОСАДКА КОРАБЛЯ</b> . . . . .	211
15.1 Основные соотношения, определяющие посадку . . . . .	214
15.2 Определение абсциссы центра тяжести корабля . . . . .	215
15.3 Определение ординаты центра тяжести корабля . . . . .	218
15.4 Проектные способы обеспечения посадки корабля . . . . .	219
15.5 Требования посадки в задаче оптимизации. . . . .	224
Литература . . . . .	226

## **ГЛАВА 16.**

<b>МОРЕХОДНЫЕ КАЧЕСТВА КОРАБЛЯ</b> . . . . .	229
16.1 Ходкость . . . . .	231
16.1.1 Уравнение мощности в функции водоизмещения. . . . .	233
16.1.2 Уравнение мощности в функции главных размерений и коэффициентов формы . . . . .	237
16.1.3 Дифференциальное уравнение мощности и анализ влияния элементов корабля на его ходовые качества . . . . .	269
16.1.4 Учет дополнительных факторов, влияющих на ходовые качества . . . . .	276
16.1.5 Запас мощности. Согласование элементов пропульсивного комплекса. Максимально достижимая скорость . . . . .	282
16.1.6 Требования ходкости в задаче оптимизации корабля . . . . .	284
Литература . . . . .	289
16.2 Остойчивость . . . . .	294
16.2.1 Уравнение остойчивости в алгебраической форме . . . . .	294
16.2.2 Уравнение остойчивости в дифференциальной форме . . . . .	306
16.2.3 Влияние архитектурно-конструктивного типа на остойчивость . . . . .	315

16.2.4 Обеспечение остойчивости корабля в эксплуатации. Запас остойчивости . . .	317
16.2.5 Остойчивость и структура системы «Корабль» . . . . .	326
16.2.6 Нормирование остойчивости. Требования остойчивости в задаче оптимизации корабля . . . . .	328
Литература . . . . .	337
16.3 Качка и заливаемость. . . . .	340
16.3.1 Виды моделей качки корабля . . . . .	341
16.3.2 Определение периода собственных колебаний корабля при качке на тихой воде . . . . .	342
16.3.3 Определение характеристик качки корабля . . . . .	344
16.3.4 Заливаемость корабля . . . . .	351
16.3.5 Качка и структура системы «Корабль». . . . .	355
16.3.6 Нормирование качки. Требования качки и незаливаемости в задаче оптимизации корабля . . . . .	355
Литература . . . . .	361
16.4 Управляемость . . . . .	363
16.4.1 Характеристики управляемости . . . . .	363
16.4.2 Управляемость и структура системы «Корабль» . . . . .	369
16.4.3 Нормирование управляемости. Требования управляемости в задаче оптимизации корабля . . . . .	370
Литература . . . . .	378

## **ГЛАВА 17.**

<b>ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ</b> . . . . .	379
17.1 Определение суммарной мощности потребителей тепловой энергии . . . . .	381
17.2 Определение суммарной мощности потребителей электрической энергии . . . . .	385
17.2.1 Расчет мощности судовой электростанции по эмпирическим формулам . . . . .	385
17.2.2 Расчет мощности судовой электростанции по таблице нагрузок . . . . .	392
17.3 Требования по энергопотреблению в задаче оптимизации корабля . . . . .	394
Литература . . . . .	395

## **ГЛАВА 18.**

<b>НАДЕЖНОСТЬ КОРАБЛЯ</b> . . . . .	397
18.1 Основные понятия теории надежности . . . . .	399
18.2 Влияние структуры системы «Корабль» на его надежность . . . . .	403
18.3 Обеспечение надежности корабля на начальных стадиях проектирования через ремонтпригодность . . . . .	410
18.4 Оптимизация структуры подсистем корабля по критерию надежности . . . . .	415
Литература . . . . .	422

## **ГЛАВА 19.**

<b>ЗАЩИЩЕННОСТЬ И ЖИВУЧЕСТЬ</b> . . . . .	425
19.1 Факторы, разрушающие систему «Корабль» . . . . .	428
19.1.1 Затопление как разрушающий фактор . . . . .	434
19.1.2 Пожар как разрушающий фактор . . . . .	443
19.1.3 Взрыв как разрушающий фактор . . . . .	460
19.1.4 Механические повреждения как разрушающий фактор. . . . .	469

19.1.5 Структурные повреждения как разрушающий фактор . . . . .	473
19.2 Обеспечение защищенности корабля в процессе проектирования . . . . .	477
19.2.1 Маскировка как средство обеспечения защищенности . . . . .	477
19.2.2 Обеспечение защищенности от затопления (непотопляемость) . . . . .	489
19.2.3 Обеспечение защищенности от пожаров . . . . .	498
19.2.4 Обеспечение защищенности от механического разрушения . . . . .	505
19.2.5 Обеспечение защищенности от структурных разрушений . . . . .	510
19.3 Обеспечение живучести корабля в процессе проектирования . . . . .	511
19.3.1 Обеспечение живучести корабля в случае затопления . . . . .	513
19.3.2 Обеспечение живучести корабля при пожарах и взрывах . . . . .	516
19.3.3 Обеспечение живучести корабля при механических и структурных разрушениях . . . . .	529
19.4 Проблема комплексной оценки защищенности и живучести . . . . .	530
19.4.1 Принципы построения оценок защищенности и живучести корабля . . . . .	530
19.4.2 Оптимизация защищенности и живучести . . . . .	533
Литература . . . . .	534
<b>ГЛАВА 20.</b>	
<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРАБЛЯ . . . . .</b>	<b>539</b>
20.1 Понятие эффективности и способы ее измерения . . . . .	541
20.2 Способы расчета критериев эффективности . . . . .	555
20.2.1 Сценарии функционирования и имитационное моделирование . . . . .	555
20.2.2 Оценка эффективности в конфликтной среде . . . . .	561
20.2.3 Оценка эффективности при взаимодействии систем . . . . .	570
20.3 Примеры критериев эффективности, применяемых при проектировании . . . . .	578
20.3.1 Критерии эффективности боевых кораблей . . . . .	578
20.3.2 Критерии эффективности транспортных судов . . . . .	586
20.3.3 Критерии эффективности рыбопромысловых судов . . . . .	593
20.4 Запасы на модернизацию корабля и их назначение . . . . .	597
Литература . . . . .	610
<b>ГЛАВА 21.</b>	
<b>СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОРАБЛЯ . . . . .</b>	<b>615</b>
21.1 Схемы расчета строительной стоимости корабля при проектировании . . . . .	617
21.2 Схемы расчета эксплуатационных расходов при проектировании . . . . .	625
21.3 Проектные решения для снижения стоимости жизненного цикла . . . . .	632
21.3.1 Упрощение формы корпуса . . . . .	633
21.3.2 Унификация и стандартизация проектных решений . . . . .	637
Литература . . . . .	661
<b>ГЛАВА 22.</b>	
<b>РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ . . . . .</b>	<b>663</b>
22.1 Структуризация информации по проекту . . . . .	666
22.1.1 Анализ проектной информации . . . . .	666
22.1.2 Структуризация информации при решении оптимизационных задач проектирования . . . . .	672

22.1.3 Структуризация информации в системах автоматизированного проектирования (САПР) .....	685
22.2 Принципы разработки математической модели корабля .....	695
22.2.1 Принцип информационной иерархии при построении математической модели проектируемого корабля .....	696
22.2.2 Методы разработки проектных процедур в математической модели проектирования .....	699
22.3 Выбор и использование прототипа при проектировании корабля .....	706
22.4 Автоматизация синтеза математической модели проектируемого корабля ...	710
22.5 Организация методического обеспечения начальных стадий проектирования	728
Литература .....	732

## **ГЛАВА 23.**

### **СХЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОРАБЛЯ — МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ .....**

735

23.1 Формальные основы схемы проектных последовательных приближений ... 739

23.2 Пример схемы проектных последовательных приближений .....

741

Литература .....

745

## **ГЛАВА 24.**

### **СХЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОРАБЛЯ — ОПТИМИЗАЦИЯ .....**

747

24.1 Параметрическая оптимизация в задачах проектирования корабля .....

752

24.1.1 Алгоритмы оптимизации .....

752

24.2 Структурная оптимизация в задачах проектирования корабля .....

775

24.3 Многоуровневая оптимизация в задачах проектирования корабля .....

792

24.3.1 Проблема согласованности в задачах многоуровневой оптимизации корабля .

796

24.3.2 Проблема непротиворечивости в задачах многоуровневой оптимизации корабля .....

812

24.3.3 Вычислительные аспекты задач многоуровневой оптимизации корабля

813

24.4 Проблема входа в область допустимых решений .....

817

24.5 Постоптимизационный анализ .....

819

24.5.1 Оценка адекватности математической модели проектирования корабля через погрешности и исследование устойчивости .....

820

24.5.2 Исследование математической модели проектирования корабля на чувствительность .....

827

Литература .....

829

## **ГЛАВА 25.**

### **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА .....**

831

25.1 Оценка проекта на основе многокритериального подхода .....

833

25.2 Оценка проекта на основе экспертизы .....

839

Литература .....

859

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....**

861

Литература .....

866

Научное издание

**ГАЙКОВИЧ Александр Иосифович**

**Теория проектирования  
водоизмещающих кораблей и судов**

**Том 2**

**Анализ и синтез системы «Корабль»**

Редактор текста, корректор С.М. Овечкина

Подписано в печать 20.08.14.

Формат 70x100 1/16. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 70,85. Тираж 500 экз. Заказ 1375.

Издательство НИЦ МОРИНТЕХ

190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3

Отпечатано с готовых диапозитивов

в типографии ООО «ИПК «Береста»,

196084, Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, д. 28,

тел. (812) 388-90-00