

**Вопросы к вступительному экзамену в аспирантуру по направлению 26.06.01 – Техника и технология кораблестроения и водного транспорта и направленности подготовки 05.08.01 – Теория корабля и строительная механика.**

## 1. ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ

### 1.1 Статика корабля.

#### 1.1.1. Плаву́честь корабля.

Параметры, характеризующие посадку судна. Понятие плавучести судна. Вес корабля, координаты его центра масс и центра величины. Строевые по шпангоутам и ватерлиниям. Кривые плавучести. Изменение центра масс судна от приема и расходования груза. Кривая числа тонн, приходящаяся на один см осадки. Грузовая шкала. Запас плавучести. Изменение осадки при изменении солености воды. Определение водоизмещения и положения центра величины судна, погруженного на произвольную ватерлинию. Интегральные кривые В.Г. Власова. Масштаб Бонжана.

#### 1.1.2. Остойчивость судна.

Основные понятия и определения. Теорема Эйлера. Перемещение центра величины в случае малого равнообъемного наклона. Поверхность центров величины. Кривая центров величины. Метацентры, метацентрические радиусы. Наклонение корабля под действием внешних сил. Метацентрические формулы остойчивости при малых наклонах корабля. Гидростатические кривые судна. Координаты центра величины и метацентра при больших равнообъемных наклонах. Составляющие восстанавливающего момента. Метацентрическая обертка. Полярная диаграмма. Обобщенная метацентрическая высота. Расчет диаграммы статической остойчивости по методу Крылова-Дарньи. Аналитическое выражение плеча динамической остойчивости. Диаграммы статической и динамической остойчивости, их свойство и взаимная связь. Нормирование остойчивости. Влияние переноса груза на остойчивость судна. Влияние подвешенного груза на остойчивость судна. Влияние жидкого груза и расположение водонепроницаемых переборок на остойчивость судна.

#### 1.1.3. Непотопляемость судна и спуск на воду.

Способы расчета непотопляемости. Вероятностная оценка непотопляемости. Основы расчетов спуска судов на воду.

### 1.2. Движители и сопротивление воды движению судов (ходкость судна).

1.2.1. Разделение задачи ходкости. Составляющие сопротивления воды движению судна.

Разделение задачи ходкости на сопротивление воды движению судна и работу движителя. Составляющие сопротивления воды движению судна; гидродинамические причины их возникновения. Вязкостное сопротивление воды движению судна – сопротивление трения и формы. Аффинность сопротивления формы. Корреляционная надбавка «на шероховатость»; надбавка на выступающие части. Аэродинамическое сопротивление судна. Волновое сопротивление судна. Сопротивление при испытаниях и эксплуатации. Влияние волнения и ветра на сопротивление. Пути и методы снижения сопротивления воды движению судна.

1.2.2. Методы оценки сопротивления воды. Сопротивление воды судов с динамическими принципами движения.

Методы оценки сопротивления. Режимы движения судов. Основы теории подобия гидродинамических процессов. Критерии подобия. Буксировочные испытания модели. Пересчет результатов модельных испытаний на натуру. Масштабный эффект. Приближенные способы расчета буксировочного сопротивления. Влияние главных размерений и формы корпуса на сопротивление. Пересчет сопротивления с прототипа. Использование результатов испытаний систематических серий для оценки сопротивления. Глиссирование. Сопротивление воды судов на подводных крыльях. Сопротивление судов на воздушной подушке.

1.2.3. Движители. Характеристики гребного винта и отдельные вопросы его проектирования.

Движители судна. Геометрические характеристики гребного винта (ГВ). Кинематические характеристики ГВ. Гидродинамические характеристики ГВ. Диаграммы для расчета ГВ. Элементы теории идеального движителя. Использование диаграмм для расчета ГВ. Типовые задачи (случаи) проектирования ГВ по диаграммам. Вихревые схемы проектирования. Конструкция и прочность ГВ. Кавитация ГВ. Размещение винта за корпусом судна. Влияние элементов ГВ на эффективность его работы. Учет влияния корпуса судна на работу ГВ. Согласование работы двигателя и ГВ. Особенности работы винта в насадке и водометных движителей. Ходовые испытания судов.

1.3. Управляемость корабля.

1.3.1. Поворотливость корабля.

Элементы криволинейного движения судна на циркуляции. Гидродинамические силы и моменты, возникающие на корпусе и рулях. Уравнение движения судна на циркуляции; принципы их решения. Оценка поворотливости судна; влияние элементов судна на поворотливость.

1.3.2. Устойчивость судна на курсе.

Теоретическая устойчивость на курсе. Методы оценки устойчивости по уравнению криволинейного движения. Эксплуатационная устойчивость на курсе. Принципы работы авторулевых.

1.4. Качка и мореходность корабля.

1.4.1. Волнение и качка корабля.

Виды волнения и его характеристики. Виды качки корабля; сочетание видов качки. Системы координат, используемые при расчете качки; основные допущения. Силы, действующие на судно при качке.

1.4.2. Качка на тихой воде и регулярном волнении.

Качка судна на тихой воде; основные характеристики. Основы линейной теории поперечной качки корабля на регулярном волнении. Виды уравнений качки; их решения; основные результаты. Резонанс. Элементы линейной теории продольной качки корабля. Основы нелинейного подхода к рассмотрению вопросов качки.

1.4.3. Качка на нерегулярном волнении. Мореходность корабля. Успокоители качки.

Учет влияния хода и скорости ветра на качку. Учет размеров корабля при качке. Качка судов на нерегулярном волнении. Заливаемость судна и слеминг. Оценка заливаемости и слеминга. Оценка заливаемости и слеминга с использованием уравнений продольной качки судов. Успокоители качки.

1.5. Ледопробитость судов.

Взаимодействие судна со сплошным и битым льдом (нагрузки на корпус). Основы расчета сопротивления движению ледокола в сплошных льдах и судов в битых льдах. Показатели ледовой ходкости судов и принципы их оценки. Особенности работы гребных винтов во льдах. Принципы и проблемы моделирования движения судов во льдах.

## 2. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА КОРАБЛЯ

2.1. Задачи по изучению равновесных стояний конструктивных элементов. Методы определения напряженно-деформируемого состояния стержневых систем.

2.1.1. Изгиб прямых стержней. Дифференциальное уравнение изгиба балок и его решение. Понятие о коэффициенте жесткости и податливости упругих опор и заделок. Коэффициент опорной пары.

2.1.2. Основные гипотезы и зависимости технической теории изгиба балок. Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы.

Методы раскрытия статической неопределимости. Метод сил. Многопролетные неразрезные балки на независимых упругих опорах. Метод перемещений. Дифференциальное уравнение изгиба призматической балки на упругом основании и его решение.

2.1.3. Дифференциальное уравнение изгиба призматической балки на упругом основании и его решение.

2.1.4. Дифференциальное уравнение сложного изгиба балки и его решение.

2.1.5. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Начало возможных перемещений. Теорема Лагранжа. Теорема Кастильяно. Теорема Клайперона. Теорема о взаимности работ и перемещений. Вычисление потенциальной энергии для различных случаев деформации упругого тела.

2.1.6. Статическая устойчивость равновесия упругих систем. Критическая нагрузка. Устойчивость центрально сжатого свободно опертого стержня (задача Эйлера). Понятие об устойчивости стержней при нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями (понятие об учете отступления от закона Гука).

2.1.7. Вывод дифференциального уравнения изгиба жесткой пластины и его решение в двойных и одинарных тригонометрических рядах.

2.1.8 Устойчивость свободноопертой пластины, сжатой в одном направлении.

2.2. Прочность корабля и морских сооружений.

2.2.1. Внешние силы, действующие на корпус судна на тихой воде. Нагрузка сил веса. Удифферентовка судна. Определение общих изгибающих моментов перерезывающих сил.

2.2.2. Определение нагрузок, действующих на судно в условиях волнения.

2.2.3. Нормы прочности морских судов. Расчет прочности корпуса судна по предельным изгибающим моментам и предельным перерезывающим силам.

2.2.4. Понятие о расчете эквивалентного бруса. Расчет в первом приближении. Проверка связей на устойчивость. Расчет во втором приближении.

2.3. Вибрация корабля и отдельных конструкций.

2.3.1. Свободные колебания системы с одной степенью свободы (без сопротивления и при наличии вязкого сопротивления). Вынужденные

колебания системы с одной степенью свободы. Резонансные явления. Действие силы малой продолжительности (удар).

2.3.2. Свободные колебания системы с несколькими степенями свободы. Построение расчетной модели, выбор обобщенных перемещений, вычисление коэффициентов влияния. Определение частот, периодов и форм колебаний. Определение коэффициентов динамичности. Понятие о вынужденных колебаниях системы с несколькими степенями свободы.

2.3.3. Колебания балок. Свободные колебания консольной балки. Определение периода, частоты, амплитуды и формы колебания. Энергетические методы определения собственных частот.

2.3.4. Общая и местная вибрация корпуса судна. Определение формы свободных вертикальных колебаний корпуса судна. Вибрация пластин.

2.3.5. Проектирование и оптимизация конструкций кораблей, судов и средств океанотехники с заданными свойствами прочности и надежности при снижении металлоемкости.

### **Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации**

1. **Борисов, Р.В.** Статика корабля. Учебник для ВУЗов / Р.В. Борисов. – С.-П.: Palmarima Academic Publishing, 2015.– 176 с.
2. **Попов, Д.Н.** Гидромеханика / Д.Н. Попов, С.С. Панаиотти, М.В, Рябинин. – М.: Terra mechanica, 2014.– 320 с.
3. **Липанов, А.М.** Теоретическая механика ньютоновских сред / А.М. Липанов. – М.: Наука, 2011. – 546 с.
4. **Высоцкий, Л.И.** математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости. Учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. – С.-П.: Лань, 2014. – 64 с.
5. **Шарлай, Г.Н.** Маневрирование и управление морским судном. Учебное пособие / Г.Н. Шарлай.– Владивосток: Моргосуниверситет, 2015. – 572 с.
6. **Белоненко, В.Ф.** Физическая природа волнового сопротивления движению надводного корабля / В.Ф. Белоненко. – С.-П.: ФГУП «Крыловский НЦ», 2013.– 320 с.
7. **Палий, О.М.** Введение в строительную механику корабля. / О.М. Палий. – С.-П.: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2012.– 274 с.

8. **Крыжевич, Г.М.** Экспериментальные методы и измерения в строительной механике корабля. Учебное пособие. / Г.Б. Крыжевич. – СПбГМТУ, 2012.– 262 с.

9. **Бурменский, А.Д.** Вопросы автоматизации расчетов общей прочности судов методом модуль-элементов / А.Д. Бурменский, Н.А. Тарануха, Я.А. Шталь // Морские интеллектуальные технологии. – Санкт-Петербург, 2014.– С. 58-62.

10. Решение задач по строительной механике. Часть 1. Учебное пособие / А.В. Бенин, О.В. Козьминская, Я.К. Кульгавый, И.Б. Пиварова, И.И. Рыбина, Р.А. Шафеева. – С.-П.: ПУГПС, 2011.– 43 с.

11. Труды Крыловского государственного научного центра «Теория корабля и строительная механика». – С.П.:

- Выпуск 76 (360), 2013;

- Выпуск 78 (362), 2013;

- Выпуск 82 (366), 2014;

- Выпуск 83 (367), 2014;

- Выпуск 86 (370), 2015;

- Выпуск 88 (372), 2015.

12. Труды Крыловского государственного научного центра «Теория корабля, строительная механика и судовые энергетические установки». – С.П.:

- Выпуск 74 (358), 2013;

- Выпуск 75 (359), 2013;

13. Труды Крыловского государственного научного центра «Теория корабля, строительная механика и другие вопросы морской техники». – С.П.: Выпуск 73 (357). – 2013.

### **Список дополнительной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации**

#### **Теория корабля**

1. **Семенов-Тянь-Шанский, В.В.** Статика и динамика корабля. / В.В. Семенов-Тянь-Шанский. – Л.: Судостроение, 1973.– 608 с.

2. **Войткунский, Я.И.** Сопротивление воды движению судов. / Я.И. Войткунский – Л.: Судостроение, 1988.– 286 с.

3. **Ротта, И.К.** Турбулентный пограничный слой (перевод с англ.). / И.К. Ротта. – Л.: Судостроение, 1967.– 232 с.

4. **Кацман, Ф.М.** Пропульсивные качества морских судов. / Ф.М. Кацман, А.Ф. Пустошный, В.М. Штумпф. – Л.: Судостроение, 1972 – 510 с.

5. **Костюков, А.А.** Сопротивление воды движению судов. / А.А. Костюков. – Л.: Судостроение, 1966.– 448 с.

6. **Егоров, И.Т.** Ходкость и мореходность глиссирующих судов. / И.Т. Егоров, М.М. Буньков, Ю.М. Садовников. – Л.: Судостроение, 1978.– 335 с.
7. **Фабрикант, Н.Я.** Аэродинамика. / Н.Я. Фабрикант. – М.: Наука, 1964.– 815 с.
8. **Басин, А.М.** Управление пограничным слоем судна (основные проблемы). / А.М. Басин, Л.И. Короткин, Л.Ф. Козлов. – Л.: Судостроение, 1968.– 492 с.
9. **Рождественский, К.В.** Метод сращиваемых асимптотических разложений в гидродинамике крыла. / К.В. Рождественский. – Л.: Судостроение, 1979.– 208 с.
10. **Войткунский, Я.И.** Гидромеханика. / Я.И. Войткунский, Ю.И. Фадеев, А.А. Федяевский. – Л.: Судостроение, 1982.– 456 с.
11. **Шлихтинг, Г.** Теория пограничного слоя. / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1974.– 712 с.
12. **Лойцянский, Л.Г.** Механика жидкости и газа. / Л.Г. Лойцянский. – М.: Дрофа 2003.–840 с.
13. **Рождественский, В.В.** Кавитация. / В.В. Рождественский. – Л.: Судостроение, 1977.–247с.
14. **Сретенский, Л.Н.** Теория волновых движений жидкости. / Л.Н. Сретенский. – М.: Наука, 1977.– 260 с.
15. **Рождественский, В.В.** Статика корабля. / В.В. Рождественский, В.В. Луговский, Р.В. Борисов, Б.В. Мирохин. – Л.: Судостроение, 1986.– 240 с.
16. **Белоцерковский, С.М.** Отрывное и безотрывное обтекание крыльев идеальной жидкостью. / С.М. Белоцерковский, М.И. Ништ. – М.: Наука, 1978.– 352 с.
17. Справочник по теории корабля: в 3-х томах. Том 1: Гидромеханика. Соппротивление движению судов. / Под редакцией Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.– 768 с.
18. Справочник по теории корабля: в 3-х томах. Том 2: Статика судов. Качка судов. / Под редакцией Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.– 440 с.
19. **Седов, Л.И.** Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1966.– 448 с.
20. **Федяевский, К.К.** Расчет турбулентного пограничного слоя несжимаемой жидкости. / К.К. Федяевский, А.С. Гиневский, А.П. Колесников. – Л.: Судостроение, 1973.– 290 с.
21. Правила классификации и постройки морских судов. Том 1 и 2. / С-Петербург: Российский Морской Регистр Судоходства, 2012.– 432 с.
22. Правила о грузовой марке морских судов. / С-Петербург: Российский Морской Регистр Судоходства, 2012.– 432 с.

1. **Лойцянский, Л.Г.** Курс теоретической механики. Том I. / Л.Г. Лойцянский, И.А. Лурье. – М.: Наука, 1982.– 352 с.
2. **Лойцянский, Л.Г.** Курс теоретической механики. Том II. / Л.Г. Лойцянский, И.А. Лурье. – М.: Наука, 1983.– 640 с.
3. **Работнов, Ю.Н.** Механика деформируемого твердого тела. / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1988.– 712 с.
4. **Короткин, Я.И.** Строительная механика корабля и теория упругости. Том 1. / Я.И. Короткин, В.А. Постнов, Н.Л. Сиверс. – Л.: Судостроение, 1968.– 424 с.
5. **Курдюмов, А.А.** Строительная механика корабля и теория упругости. Том 2. / А.А. Курдюмов, А.З. Локшин, Р.А. Иосифов, В.В. Козляков. – Л.: Судостроение, 1968.– 419 с.
6. **Постнов, В.А.** Строительная механика корабля и теория упругости. Тома 1 и 2.. / В.А. Постнов, В.П. Суслов. – Л.: Судостроение, 1987. Том 1 – 288 с. Том 2 – 416 с.
7. **Постнов, В.А.** Численные методы расчета судовых конструкции. / В.А. Постнов. – Л.: Судостроение, 1977.– 279 с.
8. **Вольмир, А.С.** Устойчивость деформируемых систем. / А.С. Вольмир. – М.: Физматгиз, 1967.– 984 с.
9. **Вороненко, Е.Я.** Метод редуцированных элементов для расчета конструкций. / Е.Я. Вороненко, О.М. Палий, С.В. Сочинский. – Л.: Судостроение, 1990.– 224 с.
10. **Постнов, В.А.** Метод модуль-элементов в расчетах судовых конструкций. / В.А. Постнов, Н.А. Тарануха. – Л.: Судостроение, 1990.– 320с.
11. Справочник по строительной механике корабля. Тома 1, 2, 3. / Под редакцией О.М. Палия. – Л.: Судостроение, 1982. Том 1– 376 с., Том 2 – 464 с. Том 3 – 320 с.
12. **Папкович, П.Ф.** Строительная механика корабля. Часть 1. / П.Ф. Папкович. – М.: Морской транспорт, 1947.– 816 с.
13. **Папкович, П.Ф.** Строительная механика корабля. Часть 2. / П.Ф. Папкович. – Л.: Судпромгиз, 1941.– 960 с.
14. **Пановко, Я.Г.** Устойчивость и колебания упругих систем. / Я.Г. Пановко, И.И. Губанова. – М.: Эдиториал-УРСС, 2006.– 352 с.
15. **Постнов, В.А.** Вибрация корабля. / В.А. Постнов, В.С. Калинин, Д.М. Ростовцев. – Л.: Судостроение, 1983.– 248 с.