

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«14» марта 2022 г

Кафедра «Кораблестроение и авиационная техника»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.5.17
«ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.5 Машиностроение


Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.5.17 Теория корабля и строительная
механика

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика».

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.

2. Паспорт научной специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.

3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Кораблестроение и авиационная техника» (КиАТ)

протокол № 6 от " 11 " марта 2022г.

И.о. заведующего кафедрой «КиАТ»


к.т.н, доц.


подпись

Калинина Н.В.
расшифровка подписи


СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации


личная подпись


Трубочкина Е.Л.
расшифровка подписи

«14» марта 2022 г
дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика»	4
3	Дополнительная программа	16
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	17

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

- 1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика»;
 - 2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).
- Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

2 Программа кандидатского экзамена по специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика», основана на следующих базовых дисциплинах: «Гидроаэродинамика», «Теория корабля», «Строительная механика корабля», «Прочность и вибрация корабля» и состоит из двух разделов: «Теория корабля», «Строительная механика корабля».

Соискатель, готовящий диссертацию по теории корабля, должен изучать все вопросы разделов 2.1.1 и 2.1.2 части 2.1 и одного из остальных разделов в зависимости от специализации.

Соискатель, готовящий диссертацию по строительной механике корабля, должен изучать все вопросы разделов 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 второй части и одного из остальных разделов в зависимости от специализации.


2.1. ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ

2.1.1. Теоретическая гидромеханика

Основные уравнения и теоремы динамики идеальной жидкости.

Плоское безвихревое движение идеальной жидкости. Применение конформных отображений для решения плоской задачи. Пространственное обтекание тел потенциальным потоком. Общий случай неустановившегося движения тела в идеальной жидкости. Присоединенные массы. Метод расчета гидродинамических реакций. Кинетическая энергия жидкости.

Обтекание тел вязкой жидкостью. Уравнения движения вязкой жидкости. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Уравнения пограничного слоя. Переход ламинарного течения в пограничном слое в турбулентное. Законы подобия тече-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

ния в турбулентном пограничном слое. Особенности развития пространственного пограничного слоя. Расчет турбулентного пограничного слоя.

Волновые движения жидкости. Теоретические методы расчета волнообразования и волнового сопротивления при движении тел в жидкости. Волнообразование и волновое сопротивление «тонкого судна».

Физические основы теории крыла. Основные теоремы о вихрях. Теория крыла в плоско - параллельном потоке и теория крыла конечного размаха. Основные уравнения, методы их решения. Вихревые схемы крыла конечного размаха. Влияние удлинения крыла. Нелинейность аэродинамических характеристик крыла малого удлинения. Линейная и основные нелинейные теории крыла малого удлинения.

Основы нестационарной теории крыла. Понятие о численных способах расчета нестационарных характеристик. Экспериментальные методы определения нестационарных и квазистационарных характеристик (малые колебания, ротативная машина, искривление моделей). Методы решения задачи о движении крыла у границы сред. Влияние твердой стенки. Движение подводного крыла. Глиссирование тела по поверхности жидкости.


Физическая сущность кавитации. Возникновение кавитации в потоке жидкости. Методы экспериментального исследования кавитации. Основы теоретического решения задачи об определении характеристик кавитационного обтекания тел (задача Кирхгофа). Линеаризованная теория кавитационных течений. Влияние кавитации на гидродинамические характеристики крыла. Искусственная кавитация и методы ее создания. Кавитационная эрозия. Шумообразование при кавитации.

2.1.2. Статика корабля

Условия и уравнения равновесия судна. Способы определения элементов погруженного объема. Кривые элементов теоретического чертежа.

Остойчивость судна и ее характеристики. Различные системы интерполяционных кривых для определения остойчивости судна при разной нагрузке. Динамическая остойчивость судна и ее характеристики. Изменение посадки судна при изменении его нагрузки. Влияние на остойчивость судна подвижных грузов. Отрицательная начальная остойчивость судна и особенности поведения его в этом случае. Влияние посадки судна на его остойчивость. Остойчивость судна, опирающегося на твердое основание. Квазистатическое решение задач динамической остойчивости. Проблема нормирования остойчивости и особенности ее решения. Диаграммы полных моментов сил веса и плавучести. Кренование судна.

Непотопляемость судна и ее характеристики. Различные варианты затопления отделений судна и его влияние на посадку и остойчивость поврежденного судна. Методы анализа непотопляемости судна при затоплении больших отсеков. Общие

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

принципы обеспечения непотопляемости. Способы спрямления поврежденного судна и восстановления его остойчивости.

2.1.3. Сопротивление движению корабля

Явления, возникающие при обтекании корпуса корабля, их механизм и основные закономерности. Роль отдельных составляющих в общем балансе сопротивления кораблей различных типов. Современные представления о попутном потоке корпуса корабля.

Влияние выступающих частей, вырезов и состояния обшивки корпуса на сопротивление корабля и попутный поток.

Особенности волнообразования при движении корабля (поперечная и расходящаяся системы гравитационных волн, брызговая пелена, разрушающаяся носовая подпорная волна) и основные его закономерности. Влияние на сопротивление.

Волнообразование и волновое сопротивление при движении в условиях мелководья. Движение судна в канале.

Экспериментальные методы определения волнового сопротивления, основанные на использовании решения Хавелока и результатов измерения волновых профилей вблизи корпуса модели.

Пограничный слой корабля. Результаты модельных и натуральных экспериментальных исследований пограничного слоя судна. Особенности применения полуэмпирической теории.

Отрыв пограничного слоя. Сопротивление тел в условиях отрывного обтекания. Особенности отрыва пространственного пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя корабля и образование скуловых вихрей. Условия безотрывного обтекания корпуса.


Влияние продольных вихрей на пограничный слой корпуса и поле скоростей в месте расположения гребного винта.

Методы теоретического определения вязкостного сопротивления и сопротивления давления.

Применение методов полуэмпирической теории пограничного слоя и теории свободной турбулентности для исследования течения в следе за телом и формирования поля скоростей в месте расположения гребных винтов.

Методика проведения модельных буксировочных испытаний. Метод определения вязкостного сопротивления, основанный на применении теоремы импульсов и результатов измерений скоростей и давлений в следе за моделью.

Полуэмпирический метод определения сопротивления, обусловленного развитием скуловых вихрей.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Масштабный эффект при определении сопротивления и поля скоростей за корпусом модели корабля.

Способы снижения сопротивления движению корпуса корабля.

2.1.4. Корабельные движители

Теория идеального движителя. Поток, вызванный работой идеального движителя. Работа элемента лопасти гребного винта. Определение вызванных скоростей.

Теория взаимодействия движителя с корпусом корабля. Анализ составляющих пропульсивного коэффициента. Методы экспериментальных исследований гидродинамических характеристик гребных винтов в "свободной" воде и за корпусом корабля. Моделирование условий работы кавитирующего и некавитирующего винта.

Вихревая система гребного винта. Вихревая теория узко-лопастного гребного винта (теория несущего вихря).

Расчёт умеренно нагруженных узколопастных винтов с конечным числом лопастей и произвольным распределением циркуляции.

Теория гребного винта с наименьшими индуктивными потерями. Определение поля вызванных скоростей оптимального гребного винта.

Расчёт широколопастных винтов. Применение теории вихревой несущей поверхности при проектировочном и поверочном расчетах гребных винтов.

Основы теории гребного винта, работающего в неоднородном поле скоростей за корпусом корабля. Влияние неоднородности попутного потока на гидродинамические характеристики гребного винта. Поле пульсирующих давлений, создаваемых гребным винтом в окружающей жидкости. Периодические усилия, передаваемые гребным винтом корпусу корабля, и методы их определения.


Гидродинамические характеристики гребных винтов на режимах реверса.

Шумообразование гребных винтов. Кавитационный шум и его физическая природа. Звук вращения гребного винта, его физическая природа и методы расчета. Пение гребных винтов. Способы обесшумливания гребных винтов.

Основы теоретического расчета кавитирующих винтов. Суперкавитирующие винты и их конструктивные особенности. Влияние кавитации на взаимодействие гребных винтов с корпусом корабля.

Принцип действия направляющих насадок и других средств повышения пропульсивных качеств корабля (контрвинты, соосные винты). Гидродинамический расчет направляющих насадок, контр-винтов и соосных винтов.

Принцип действия крыльчатых движителей, водометов и винтов регулируемого шага.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.1.5. Качка корабля

Классификация гидродинамических сил, действующих на качающийся корабль. Виды качки.

Возмущающие силы в теории качки корабля на волнении. Определение возмущающих сил по гипотезе А.Н. Крылова. Определение возмущающих сил по гидродинамической теории М.Д. Хаскинда. Выражения для сил, действующих на корабль в случае плоских прогрессивных волн. Уравнение продольной качки (килевая и вертикальная) на регулярном волнении; уравнения поперечной качки (бортовые и поперечно-горизонтальные колебания),

Амплитудно- и фазово-частотные характеристики качки, явление линейного резонанса,

Особенности бортовой качки корабля с нелинейной диаграммой остойчивости и с нелинейным сопротивлением, устойчивые и неустойчивые режимы колебаний корабля.

Описание реальных процессов волнения и качки методами теории вероятностей.

Представление реального морского волнения в виде стационарного случайного процесса. Двухмерное и трехмерное волнение. Эмпирические данные о присущих процессу волнения законах распределения его элементов и о спектральной плотности волновых ординат. Распределение высот и шкала интенсивности волнения.

Корабль как линейная колебательная система: передаточные функции качки и спектральные плотности процессов качки.

Общая схема расчета качки корабля на нерегулярном волнении спектральным методом. Статистические характеристики качки, распределение амплитуд качки.

Метод статистической линеаризации при расчете качки корабля на нерегулярном волнении с учетом нелинейности.


Классификация и принципы действия успокоителей качки.

Основы теории и расчеты пассивных успокоительных цистерн и рулей.

Экспериментальные методы исследования качки корабля.

2.1.6. Управляемость корабля

Гидродинамические силы, действующие на погруженную часть корпуса корабля при поступательном движении с углом дрейфа и при движении по кругу; силы инерционной природы и силы, обусловленные вязкостью. Полуэмпирический способ учета нелинейности гидродинамических характеристик корпуса - циркуляционно-отрывная теория. Экспериментальные методы определения гидродинамических коэффициентов корпуса корабля, учитывающих криволинейный характер движения; метод свободных колебаний, метод вынужденных колебаний, испытания моделей на

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

ротативной машине и испытания искривленных моделей. Влияние формы и соотношения главных размерений корпуса корабля на гидродинамические характеристики, определяющие управляемость.

Гидродинамические силы, действующие на изолированный судовой руль, и взаимодействие руля с корпусом и гребным винтом корабля.

Средства активного управления кораблями и гидродинамические характеристики основных конструктивных типов этих средств.

Установившаяся циркуляция корабля и способы определения ее элементов. Диаграмма управляемости и ее свойства. Соображения о выборе рациональной площади руля и допустимой степени неустойчивости движения.

Силы и моменты, обусловленные воздействием на корабль ветра и морских волн.

Дифференциальные уравнения движения корабля, управляемого рулем. Линеаризованная форма этих уравнений.

Уравнения движения корабля под действием средств активного управления.

Линейная теория устойчивости прямолинейного движения корабля с неподвижным рулем.

Линейная теория устойчивости прямолинейного движения корабля, управляемого авторулем.

Интегрирование дифференциальных уравнений линейной теории при простейших законах перекадки руля. Определение угла курса и угловой скорости. Построение траектории центра тяжести корабля.

Реакция динамически устойчивого корабля на малую гармоническую перекадку руля, передаточные функции. Рыскание кораблей при движении на волнении.

Управляемость корабля в условиях ветра,

Падение скорости хода корабля на циркуляции. Угол крена на циркуляции.

Причина ухудшения управляемости на заднем ходу.

Особенности управляемости корабля на мелководье.

Экспериментальные методы исследования управляемости кораблей.


Особенности управляемости кораблей на подводных крыльях.

2.2. СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА КОРАБЛЯ

2.2.1. Общие принципы механики

Основные понятия и положения.

Система основных понятий и аксиом механики. Аксиомы статики. Уравнения движения материальной точки, их первые и вторые интегралы. Работа сил, мощность, силовое поле, потенциальная и кинетическая энергии точки. Законы сохране-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

ния энергии, количества движения, момента количества движения материальной точки. Движение в неинерциальных системах.

Общие понятия и зависимости динамики механических систем.

Механическая система. Свободные и несвободные системы. Связи и их классификация. Уравнения движения системы. Обобщенные координаты, возможные и виртуальные перемещения, число степеней свободы. Работа сил, обобщенные силы, идеальные связи. Потенциальная и кинетическая энергии системы. Полная энергия. Закон сохранения энергии. Основные теоремы о потенциальной энергии систем - Лагранжа, Кастильяно, Клапейрона, теорема взаимности, начало наименьшей работы. Мощность сил. Количество движения. Момент количества движения. Законы сохранения энергии, количества движения, момента количества движения механической системы.

Общие уравнения динамики систем.

Статический принцип виртуальных перемещений. Динамический принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. Уравнения Лагранжа первого и второго рода.

Основные понятия, принципы и методы, используемые в строительной механике.

Тела, изучаемые в строительной механике, идеализация их свойств.


Внешние и внутренние силы в деформируемых телах. Аксиомы и принципы теории деформируемых тел (отвердения, относительной жесткости, Сен-Венана). Реакции. Статически определимые и неопределимые системы. Принципы раскрытия статической неопределимости. Принципы построения основных уравнений строительной механики - состав уравнений, допущения, согласованность различных групп. Кинематические и силовые гипотезы. Континуальные и дискретные модели в строительной механике.

Вариационные методы в строительной механике.

Понятие о функционале. Квадратичный функционал. Прямые и не прямые методы вариационного исчисления в строительной механике. Вариационные методы Ритца и Бубнова-Галеркина. Их физическая сущность, алгоритмы, выбор координатных функций. Связь между различными вариационными методами. Математическая формулировка метода конечных элементов (МКЭ). Связь МКЭ с вариационными методами Рэлея-Ритца и Бубнова-Галеркина. Отличие вариационных процедур МКЭ от классических вариационных схем.

Численные методы в строительной механике.

Задачи строительной механики, сводящиеся к обыкновенным дифференциальным уравнениям (изгиб балок на упругом основании, деформирование оболочек вращения). Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши. Краевые задачи. Основы ме-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

тодов конечных разностей, прогонки для численного анализа одномерных систем. Вопросы устойчивости вычислений при использовании этих методов.

Многомерные краевые задачи строительной механики. Основы метода конечных элементов (МКЭ). Понятие о матрице жесткости, разрешающая система уравнений. Типы конечных элементов. Вопросы сходимости и точности МКЭ (условия полноты). Способы расщепления разрешающей системы уравнений и уменьшения числа неизвестных. Метод суперэлементов. Метод редуцированных элементов.

2.2.2. Основы теории упругости и пластичности

Общие принципы и методы.

Понятие сплошной среды. Теория упругости и теория пластичности как один из разделов механики деформированного тела. Классическая и нелинейная теории упругости. Принципы построения теории пластичности.

Теория деформаций.

Перемещения. Естественное состояние тела. Составляющие деформации и тензор деформации. Инварианты деформации. Шаровой тензор и тензор-девиатор деформаций. Интенсивность деформаций. Главные деформации. Октаэдрические деформации. Деформации объема и формы.

Теория напряжений.

Составляющие напряжений. Активные и реактивные напряжения. Тензор напряжений. Инварианты напряжений. Шаровой тензор и тензор-девиатор напряжений. Главные напряжения. Наибольшие касательные напряжения. Интенсивность напряжений. Октаэдрические напряжения. Уравнения равновесия. Граничные условия.

Связь между напряжениями и деформациями.


Работа деформации для сплошной среды. Потенциальная энергия деформации упругого тела. Соотношения между напряжениями и деформациями в изотропных и анизотропных упругих телах. Линейно упругое тело. Нелинейно упругое тело. Пластические деформации. Поведение неупругих тел при нагрузке и разгрузке. Связь между напряжениями и деформациями в упругих телах.

Основные представления теории пластичности.

Гипотезы и уравнения деформационной теории пластичности. Связь деформационной теории с теорией нелинейно упругого тела. Гипотеза единой кривой. Простое и сложное нагружение. Уравнения теории течения. Области применения различных вариантов теории пластичности.

Физические основы прочности материалов.

Основные виды испытаний материалов. Диаграмма растяжения-сжатия и ее основные характеристики. Стандартные характеристики свойств металлов. Строение

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

металлов. Природа пластической деформации. Хрупкость и влияющие на нее факторы. Характеристики склонности к хрупким разрушениям (критические температуры, ударная вязкость, вид излома). Основные понятия механики разрушения.

2.2.3. Изгиб балок, пластин и стержневых систем

Основные представления и зависимости.

Основные понятия и определения. Виды нагружения и деформации. Кинематические гипотезы, их физический смысл и пределы применимости. Уравнения равновесия элементов балок и пластин. Связь между параметрами изгиба и внешней нагрузкой. Граничные условия. Потенциальная энергия деформации балок и пластин. Пластины жесткие, конечной жесткости и гибкие.

Изгиб статически определимых балок.

Простейшие случаи нагружения и изгиба балок. Принцип наложения, метод начальных параметров. Общий интеграл уравнения изгиба призматической балки и его приложение к статически определимым балкам. Балки переменного сечения.

Статически неопределимые балки и стержневые системы.

Основные методы раскрытия статической неопределимости балок. Коэффициент опорной пары. Раскрытие статической неопределимости неразрезных балок и рам. Перекрытия. Распределение внешней нагрузки на балки перекрытий. Основные способы их расчета. Балки на упругом основании. Осесимметричная деформация цилиндрической оболочки.

Сложный изгиб балок.


Уравнение изгиба и методы его решения. Пределы применимости принципа наложения. Теорема П.Ф. Папковича о влиянии начальных погибей на деформацию упругих систем. Приближенные способы анализа влияния сложного изгиба. Сложный изгиб балки-полоски.

Изгиб жестких пластин.

Пластина, свободно опертая по всем кромкам, при различных видах нагрузки. Решение в форме тригонометрических рядов. Пластина, опертая по двум противоположным кромкам. Метод Мориса Леви.

Изгиб пластин конечной жесткости.

Особенности изгиба пластин конечной жесткости. Изгиб балки-полоски с несближаемыми опорами. Распор, коэффициент распора. Уравнения для определения цепных усилий при заданном коэффициенте распора. Практический метод расчета пластин конечной жесткости.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.2.4. Устойчивость деформируемых систем

Общие понятия.

Общие понятия устойчивости. Устойчивость процесса. Устойчивость равновесия. Статический и динамический критерии устойчивости. Устойчивость в малом. Математическая формулировка задачи об устойчивости в малом как задачи на собственные значения. Нейтральное равновесие. Формы потери устойчивости. Критические (эйлеровы) нагрузки. Устойчивость в большом. Энергетические барьеры. Хлопок. Влияние начальных несовершенств на устойчивость.

Устойчивость стержней, стержневых систем и пластин.

Задача Эйлера об устойчивости стержня при различных граничных условиях. Вариационные методы исследования устойчивости стержней. Устойчивость неразрезных стержней, имеющих упругие опоры. Критическая жесткость упругих опор. Влияние начальных несовершенств и эксцентриситетов сил на устойчивость стержней. Устойчивость стержней на упругом основании. Понятие устойчивости перекрытий. Уравнения нейтрального равновесия пластин при исследовании устойчивости в малом. Приемы интегрирования уравнений нейтрального равновесия. Приближенные методы исследования устойчивости пластин. Устойчивость прямоугольных пластин.

Влияние физической нелинейности на устойчивость конструкций.

Влияние физической нелинейности на устойчивость стержней. Приведенно-модульная и касательно-модульная нагрузки. Концепция Шенли. Влияние начальных неправильностей формы на несущую способность сжатых стержней. Потеря устойчивости второго рода. Влияние нелинейности материала на устойчивость пластин и оболочек.

2.2.5. Вибрация судов

Колебания систем с одной степенью свободы.


Свободные и вынужденные колебания. Уравнения движения. Силы сопротивления. Резонанс.

Колебания систем с несколькими степенями свободы.

Обобщенные координаты. Уравнения движения. Свойства форм свободных колебаний. Методы расчета частот и форм свободных колебаний.

Основные положения теории малых колебаний упругих тел.

Уравнения движения упругого тела. Использование комплексной формы записи уравнения колебаний. Поперечные колебания балки с учетом сдвига и инерции вращения поперечных сечений. Расчет поперечных колебаний прямоугольных пластин. Колебания простейших судовых перекрытий. Энергетические методы определения динамических характеристик упругих тел. Методы Рэлея, Ритца, метод конечных элементов.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Основные положения ходовой вибрации судов.

Виды вибрации корпуса судна. Жесткостные и инерционные параметры корпуса. Силы внутренних и внешних сопротивлений. Присоединенные массы жидкости. Нагрузки, вызывающие вибрацию корпуса. Основные методы расчета динамических и вибрационных характеристик корпуса судна и его отдельных конструкций.

Местная вибрация судовых конструкций.

Основные принципы обеспечения местной вибрационной прочности корпусных конструкций. Коррозионно-усталостная прочность сварных соединений. Обеспечение нормальных условий обитания экипажа судов ("санитарная" вибрация).

Нормирование вибрации судов и основные меры по ее снижению.

Принципы нормирования допускаемых уровней общей и местной вибрации корпуса судна, основанные на современных представлениях о природе судовой вибрации и синтезе существующих эксплуатационных, санитарно-гигиенических и акустических требований. Практические мероприятия по уменьшению общей и местной вибрации судов.

2.2.6. Расчет прочности корпуса судна

Требования, предъявляемые к судокорпусным сталям и их обеспечение.

Физические и механические качества судокорпусных сталей, их значение для прочности и долговечности конструкций. Влияние механических качеств стали на вес корпуса судна. Различные марки стали, применяемые в современном корпусостроении.

Общие основания и порядок расчета прочности корабельных конструкций.


Определение величины и характера действия внешних нагрузок. Определение наибольших усилий и наибольших напряжений в сечениях конструкций. Общий порядок редуцирования связей судового корпуса при определении элементов эквивалентного бруса. Влияние начальной погиби на прочность и устойчивость связей. Учет влияния надстроек, вырезов и других прерывистых связей.

Расчет прочности корпуса судна.

Определение изгибающих моментов и перерезывающих сил на тихой воде. Обобщенный эффект Смита. Критерии прочности - общие сведения. Критерии прочности судовых конструкций. Проверка и обеспечение условий общей и местной прочности. Требования к качеству материала и оформлению конструкций.

Расчеты прочности и устойчивости корпусов подводных аппаратов.

Основы безмоментной теории расчета оболочек. Напряженное состояние типа краевого эффекта. Основные положения существующих методов расчета напряжений в оболочках. Устойчивость сферических и цилиндрических (в том числе, подкрепленных ребрами) оболочек. Местная устойчивость и устойчивость оболочек в целом. Влияние начальных неправильностей формы на устойчивость оболочек.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	


2.3. Список литературы

2.3.1. Список литературы к разделу 2.1 «Теория корабля»

1. Артюшков Л.С., Ачкинадзе А.Ш., Русецкий А.А. Судовые движители. Л.: Судостроение, 1988.
2. Войткунский Я.И. Сопротивление движению судов. Л.: Судостроение, 1988.
3. Луговский В.В. Качка корабля. СПб.: СПГМТУ, 1999.
4. Рождественский В.В., Луговский В.В., Борисов Р.В., Мирохин Б.В. Статика корабля. Л.: Судостроение, 1986.
5. Соболев Г.В. Управляемость корабля и автоматизация судовождения. Л.: Судостроение, 1976.
6. Справочник по теории корабля. Под ред. Я.И. Войткунского, т. 1, 2, 3. Л.: 1985.
7. Федяевский К.К., Войткунский Я.И., Фадеев Ю.И. Гидромеханика. Л.: Судостроение, 1982.

2.3.1. Список литературы к разделу 2.2 «Строительная механика корабля»


1. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1975.
2. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести, Высшая школа, 1961.
3. Бойцов Г.В., Палий О.М. Прочность и конструкция корпуса судов новых типов. Л.: Судостроение, 1979.
4. Вороненок Е.Я., Палий О.М., Сочинский С.В. Метод редуцированных элементов для расчета конструкций. Л.: Судостроение, 1990.
5. Карзов Г.П. и др. Сварные сосуды высокого давления, Л.: Машиностроение, 1982.
6. Качанов Л.М. Основы теории пластичности ГИТТЛ, М: 1956.
7. Короткин Я.И., Постнов В.А., Сиверс Н.Л. Строительная механика корабля и теория упругости. Л.: Судостроение" Л., 1968.
8. Короткин Я.И., Ростовцев Д.М., Сивере Н.Л. Прочность корабля. Л.: Судостроение, 1974.
9. Лойцянский Л.Г., Лурье И.А. Курс теоретической механики, т.т. I и II, любое издание.
10. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести, М.: Машиностроение, 1975.
11. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек (любое издание).
12. Новожилов В.В. Теория упругости, Л.: Судпромгиз, 1958.
13. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. М.: Наука, 1979.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

14. Папкович П.Ф. Строительная механика корабля. ч.1, М.: Морской транспорт, т. 1, 1945; т. 2, 1947; ч. II., Л.: Судпромгиз, 1941. (или : Труды по строительной механике корабля, т. 1, Л.: Судостроение, 1962).
15. Попкович П.Ф. Труды по строительной механике корабля, г. 1, Л.: Судостроение, 1962.
16. Постнов В.А. Численные методы расчета судовых конструкций, Л.: Судостроение, 1977.
17. Постнов В.А., Калинин В.С., Ростовцев Д.М. Вибрация корабля. Л.: Судостроение, 1983.
18. Постнов В.А., Суслов В.П. Строительная механика корабля и теория упругости, т.1, Л.: Судостроение, 1987.
19. Постнов В.А., Суслов В.П. Строительная механика корабля и теория упругости, т. 2, Л.: Судостроение, 1987.
20. Правила 2019. Российский речной Регистр РФ. - М.: 2020. Нормативный документ. <https://www.rivreg.ru/izdaniya-rrr/pravila-rrr-2019/>
21. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства. СПб., 2021. Нормативный документ. <https://lk.rs-class.org/regbook/rules?ln=ru>
22. Правила классификации и постройки обитаемых подводных аппаратов и судовых водолазных комплексов. Российский морской Регистр судоходства, СПб. 2018.
23. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела, М.: Наука, 1979.
24. Справочник по строительной механике корабля т. 1, 2, 3 (под ред. О.М. Лалия). Л.: Судостроение, 1982.

3. Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов


«__» _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену


по специальности 2.5.17 - Теория корабля и строительная механика

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Ледяной покров как объект взаимодействия с корпусом судна.
2. Некоторые физико-механические характеристики ледяного покрова.
3. Сопротивление сплошного льда непрерывному движению судов. Обзор методов оценки сопротивления льда движению судов.
4. Метод расчета ледового сопротивления морских ледоколов.
5. Метод расчета ледового сопротивления речных ледоколов.
6. Влияние морфологических и физико-механических характеристик ледяного покрова на ходкость судов в сплошных льдах.
7. Ходкость судов при работе набегам
8. Движители судов ледового плавания. Основные сведения.
9. Методы расчета взаимодействия гребного винта со льдом
10. Методы оценки мощности энергетической установки
11. Заклинивание судна во льдах.
12. Физические основы сопротивления битого льда движению судов. Обзор методов расчета сопротивления битого льда движению судов.
13. Математические модели сопротивления битого льда движению судов.
14. Сопротивление битого льда движению плохо обтекаемых судов.
15. Моделирование в ледовом бассейне. взаимодействия корпуса судна со льдом.
16. Ледовые бассейны и модельный эксперимент.
17. Лабораторный лед Зуева - Грамузова - Белякова (*GP - ice*).
18. Метод Зуева - Грамузова для ледового бассейна с естественным охлаждением.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

Список литературы

1. Богородский В.В., Гаврило В.П. Лед.//Л.: Гидрометеиздат, 1980, -383с.
2. Богородский В.В., Гаврило В.П., Недошивин О.А. Разрушение льда. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 232 с.
3. Бронников А.В. Динамика движения ледокола в сплошном ледяном поле // Сб. науч. тр. / НТО им. акад. А.Н.Крылова. – Л.: Судостроение, 1972. – Вып. 174. –
4. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед. - Л.: Гидрометеиздат, - 1975. - 320с.
5. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. - Л.: Судостроение, 1986. - 207с.
6. Зуев В.А., Грамузов Е.М. Взаимодействие судов со льдом: Учеб. пособие.- Горький: Горьковский политехнический институт, 1988.– 89 с.
7. Игнатъев М.А. Гребные винты судов ледового плавания. – Л.: Судостроение, 1966. – 114 с.
8. Ионов Б.П. Ледовое сопротивление и его составляющие. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 80с.
9. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2013.– 512 с.
10. Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я. Сопротивление льда движению судна. - Л.: Судостроение, 1968. - 238с.
11. Куликов Н.В., Сазонов К.Е. Буксировка судов во льдах.– СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2003.– 158 с.
12. Лавров В.В. Деформация и прочность льда. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. - 206с.
13. Ледоколы / В.И. Каштелян, А.Я. Рывлин, О.В. Фаддеев, В.Я. Ягодкин. - Л.: Судостроение, 1972. - 298с.
14. Небеснов В.И., Давыдов И.В., Яровенко В.А. Динамика пропульсивных комплексов ледоколов при работе в тяжелых ледовых условиях: Учебное пособие. - М.: В/О “Мортехинформреклама”, 1985. - 56с.
15. Рывлин А.Я., Хейсин Д.Е. Испытания судов во льдах. – Л.: Судостроение, 1980. - 207с.
16. Хейсин Д.Е. Прочность ледяного покрова под действием нагрузки, приложенной к его кромке. - Тр. ААНИИ, т. 237, Л.: 1960, с. 133 – 152.

Научный руководитель

д.т.н., профессор

Е.М. Грамузов