

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Рабочая программа дисциплины
	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«20» мая 2022 г

Кафедра «Кораблестроение и авиационная техника»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«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

Форма обучения

очная

Нижний Новгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика» для аспирантов специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика» / авт. Н.В. Калинина – Нижний Новгород: НГТУ, 2022. - 24 с.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Теория корабля и строительная механика» аспирантам очной формы обучения по специальности 2.5.17 «Теория корабля и строительная механика».

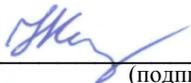
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

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».

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

Автор  Н.В. Калинина
(подпись)

20 мая 2022 г.

© Калинина Н.В., 2022

© ФГБОУ ВО НГТУ, 2022

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1	Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.....	4
3	Структура и содержание дисциплины (модуля).....	4
3.1	Структура дисциплины (модуля).....	4
3.2	Содержание дисциплины (модуля).....	5
3.2.1	Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий.....	5
3.2.2	Содержание разделов дисциплины (модуля).....	5
3.3	Практические занятия (семинары).....	11
3.4	Лабораторные работы.....	11
3.5	Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины	12
4	Образовательные технологии.....	17
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	17
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ...	19
6.1	Основная литература.....	19
6.2	Дополнительная литература.....	19
6.3	Периодические издания.....	20
6.4	Интернет-ресурсы.....	20
6.5	Нормативные документы.....	21
6.6	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта	21
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21
	Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	23
	Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	24

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование и развитие у аспирантов знаний и умений, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области теории корабля и строительной механики.

Задачи:

- формирование навыков и умений в области теории корабля и строительной механики;
- изучение основных методов научных исследований, применяемых в области судостроения;
- освоение ключевых подходов к проектированию судов и прогнозированию его мореходных качеств.

2 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина (модуль) «Теория корабля и строительная механика» включена в блок обязательных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования (магистратура, специалитет).

Наименование блока	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
		Аудиторная		СРО		
Обязательная дисциплина	6	3	108	24	84	
ИТОГО		3	108	24	84	Экзамен

3 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 6 семестре.

**НГТУ****Рабочая программа дисциплины**

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Теория корабля и строительная механика»

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Теория корабля и строительная механика	108	24	24	-	-	-	84	Экзамен

3.2 Содержание дисциплины (модуля)**3.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий**

№ раздела	Наименование раздела Дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Теория корабля: Теоретическая гидромеханика. Статика корабля	6	-	-	-	21
2	Теория корабля: Сопротивление движению корабля. Корабельные движители. Качка корабля. Управляемость корабля	6	-	-	-	21
3	Строительная механика корабля: Общие принципы механики. Основы теории упругости и пластичности. Изгиб балок, пластин и стержневых систем. Устойчивость деформируемых систем.	6	-	-	-	21
4	Строительная механика корабля: Вибрация судов. Расчет прочности корпуса судна.	6	-	-	-	21
ИТОГО:		24	-	-		84

3.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведе- ния заня- тий
1	2	3	4
1	Теория корабля: Теоретическая	Теоретическая гидромеханика. Основные уравнения и теоремы динамики идеальной жидкости.	Лекции



<p>гидромеханика. Статика корабля</p>	<p>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.</p> <p>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 течения в турбулентном пограничном слое. Особенности развития пространственного пограничного слоя. Расчет турбулентного пограничного слоя.</p> <p>Волновые движения жидкости. Теоретические методы расчета волнообразования и волнового сопротивления при движении тел в жидкости. Волнообразование и волновое сопротивление «тонкого судна».</p> <p>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.</p> <p>Статика корабля</p> <p>Условия и уравнения равновесия судна. Способы определения элементов погруженного объема. Кривые элементов теоретического чертежа.</p> <p>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.</p> <p>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</p>	
---	--	--



2	Теория корабля: Сопротивление движению корабля. Корабельные двигатели. Качка корабля. Управляемость корабля	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 натурных 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 сопротив-	Лекции
---	---	--	--------



		<p>ления, обусловленного развитием скуловых вихрей.</p> <p>Масштабный эффект при определении сопротивления и поля скоростей за корпусом модели корабля.</p> <p>Способы снижения сопротивления движению корпуса корабля.</p> <p>Корабельные движители</p> <p>Теория идеального движителя. Поток, вызванный работой идеального движителя. Работа элемента лопасти гребного винта. Определение вызванных скоростей.</p> <p>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.</p> <p>Вихревая система гребного винта. Вихревая теория узко-лопастного гребного винта (теория несущего вихря).</p> <p>Расчёт умеренно нагруженных узколопастных винтов с конечным числом лопастей и произвольным распределением циркуляции.</p> <p>Теория гребного винта с наименьшими индуктивными потерями. Определение поля вызванных скоростей оптимального гребного винта.</p> <p>Расчёт широколопастных винтов. Применение теории вихревой несущей поверхности при проектировочном и поверочном расчетах гребных винтов.</p> <p>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.</p> <p>Гидродинамические характеристики гребных винтов на режимах реверса.</p> <p>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.</p> <p>Основы теоретического расчета кавитирующих винтов. Суперкавитирующие винты и их конструктивные особенности. Влияние кавитации на взаимодействие гребных винтов с корпусом корабля.</p> <p>Принцип действия направляющих насадок и дру-</p>	
--	--	--	--



		<p>гих средств повышения пропульсивных качеств корабля (контрвинты, соосные винты). Гидродинамический расчет направляющих насадок, контр-винтов и соосных винтов.</p> <p>Принцип действия крыльчатых движителей, водометов и винтов регулируемого шага.</p>	
3	<p>Строительная механика корабля: Общие принципы механики. Основы теории упругости и пластичности. Изгиб балок, пластин и стержневых систем Устойчивость деформируемых систем</p>	<p>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 сохранения энергии, количества движения, момента количества движения материальной точки. Движение в неинерциальных системах.</p> <p>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.</p> <p>Общие уравнения динамики систем. Статический принцип виртуальных перемещений. Динамический принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. Уравнения Лагранжа первого и второго рода.</p> <p>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, согласован-</p>	Лекции



		<p>ность различных групп. Кинематические и силовые гипотезы. Континуальные и дискретные модели в строительной механике.</p> <p>Вариационные методы в строительной механике.</p> <p>Понятие о функционале. Квадратичный функционал. Прямые и непрямые 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.</p> <p>Численные методы в строительной механике.</p> <p>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 методов конечных разностей, прогонки для численного анализа одномерных систем. Вопросы устойчивости вычислений при использовании этих методов.</p> <p>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.</p>	
4	<p>Строительная механика корабля: Вибрация судов. Расчет прочности корпуса судна.</p>	<p>Вибрация судов Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные и вынужденные колебания. Уравнения движения. Силы сопротивления. Резонанс.</p> <p>Колебания систем с несколькими степенями свободы. Обобщенные координаты. Уравнения движения. Свойства форм свободных колебаний. Методы расчета частот и форм свободных колебаний.</p> <p>Основные положения теории малых колебаний упругих тел. Уравнения движения упругого тела. Использо-</p>	Лекции



		<p>ние 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.</p> <p>Расчет прочности корпуса судна <i>Требования, предъявляемые к судокорпусным сталям и их обеспечение.</i></p> <p>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.</p> <p><i>Общие основания и порядок расчета прочности корабельных конструкций.</i></p> <p>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.</p> <p><i>Расчет прочности корпуса судна.</i></p> <p>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.</p>	
--	--	--	--

3.3 Практические занятия

Учебным планом не предусмотрено.

3.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

**3.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины**

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Теория корабля и строительная механика» составляет 84 часа.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	<p>Теоретическая гидромеханика. 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.</p> <p>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.</p> <p>Статика корабля. Проблема нормирования остойчивости и особенности ее решения. Диаграммы полных моментов сил веса и плавучести. Кренование судна. Общие принципы обеспечения непотопляемости. Способы спрямления поврежденного судна и восстановления его остойчивости.</p>	21
2	<p>Качка корабля Классификация гидродинамических сил, действующих на качающийся корабль. Виды качки.</p> <p>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 к поперечно-горизонтальные колебания),</p> <p>Амплитудно- и фазово-частотные характеристики качки, явление линейного резонанса,</p> <p>Особенности бортовой качки корабля с нелинейной диаграммой</p>	21



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Теория корабля и строительная механика»

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.

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 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.



	<p>Линейная теория устойчивости прямолинейного движения корабля с неподвижным рулем.</p> <p>Линейная теория устойчивости прямолинейного движения корабля, управляемого авторулем.</p> <p>Интегрирование дифференциальных уравнений линейной теории при простейших законах перекадки руля. Определение угла курса и угловой скорости. Построение траектории центра тяжести корабля.</p> <p>Реакция динамически устойчивого корабля на малую гармоническую перекадку руля, передаточные функции. Рыскание кораблей при движении на волнении.</p> <p>Управляемость корабля в условиях ветра, Падение скорости хода корабля на циркуляции. Угол крена на циркуляции.</p> <p>Причина ухудшения управляемости на заднем ходу. Особенности управляемости корабля на мелководе. Экспериментальные методы исследования управляемости кораблей.</p> <p>Особенности управляемости кораблей на подводных крыльях.</p>	
3	<p>Основы теории упругости и пластичности Общие принципы и методы.</p> <p>Понятие сплошной среды. Теория упругости и теория пластичности как один из разделов механики деформированного тела. Классическая и нелинейная теории упругости. Принципы построения теории пластичности.</p> <p>Теория деформаций.</p> <p>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.</p> <p>Теория напряжений.</p> <p>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.</p> <p>Связь между напряжениями и деформациями.</p> <p>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.</p> <p>Основные представления теории пластичности.</p> <p>Гипотезы и уравнения деформационной теории пластичности. Связь деформационной теории с теорией нелинейно упругого тела. Гипо-</p>	21



теза 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 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.

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.

Устойчивость деформируемых систем

Общие понятия.



	<p>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.</p> <p>Устойчивость стержней, стержневых систем и пластин.</p> <p>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.</p> <p>Влияние физической нелинейности на устойчивость конструкций.</p> <p>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.</p>	
4	<p>Основные положения ходовой вибрации судов.</p> <p>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.</p> <p>Местная вибрация судовых конструкций.</p> <p>Основные принципы обеспечения местной вибрационной прочности корпусных конструкций. Коррозионно-усталостная прочность сварных соединений. Обеспечение нормальных условий обитания экипажа судов ("санитарная" вибрация).</p> <p>Нормирование вибрации судов и основные меры по ее снижению.</p> <p>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.</p> <p>Расчеты прочности и устойчивости корпусов подводных аппа-</p>	21



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

Рабочая программа дисциплины
«Теория корабля и строительная механика»

	<p><i>ратов.</i></p> <p>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 не-правильностей формы на устойчивость оболочек.</p>	
ИТОГО:		84

4 Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Теория корабля и строительная механика» используются следующие образовательные технологии:

- активные (лекции);
- информационные (анализ и обзор источников информации);
- компьютерные (виртуальные и сетевые интернет-технологии),
- информационно-коммуникативные (компьютеры, телекоммуникационные сети),
- коммуникативные (обсуждение проблем на аудиторных занятиях, круглые столы, диспуты, участие в аспирантских научных и научно-практических конференциях),
- проблемные задания аспирантам, и их представление, разбор конкретных ситуаций.

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины аспирантом сдается экзамен.

Экзамен оценивается по системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно:

Отлично	полный грамотный ответ по всем трем вопросам, содержащий примеры, в том числе соответствующие теме научно-исследовательской деятельности соискателя.
Хорошо	правильный грамотный ответ, но: а) требующий уточнения по одному из заданных вопросов; б) при наличии одного - двух недочетов; в) допущена одна негрубая ошибка.
Удовлетворительно	правильный грамотный ответ, но:

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»

	а) требующий уточнений по всем вопросам; б) допущена грубая ошибка; в) при наличии более двух недочетов; г) на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы, но отсутствуют примеры, иллюстрирующие соискателем понимание сути вопросов.
Неудовлетворительно	а) неправильные ответы на два и более вопросов билета; б) когда число ошибок превосходит норму, при которой может быть выставлена положительная оценка.

Текущий контроль освоения материала по каждому разделу дисциплины осуществляется тестированием.

***Образцы оценочных средств
для проведения текущего контроля в виде тестов***

Тесты к разделу 1:

Вопрос 1: Методы экспериментального исследования кавитации.

Вопрос 2: Варианты затопления отделений судна и его влияние на посадку и остойчивость поврежденного судна.

Тесты к разделу 2:

Вопрос 1: Теоретические методы расчета волнового сопротивления при движении судов.

Вопрос 2: Требования к обеспечению остойчивости.

Тесты к разделу 3:

Вопрос 1: Принцип Даламбера. Уравнения Лагранжа первого и второго рода.

Вопрос 2: Основы метода конечных элементов (МКЭ).

Тесты к разделу 4:

Вопрос 1: Простейшие случаи нагружения и изгиба балок.

Вопрос 2: Основные принципы обеспечения местной вибрационной прочности корпусных конструкций.

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****6.1 Основная литература**

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	2	3	4	5	6
1	Под ред. Я.И. Войткунского	Справочник по теории корабля: В 3-х т. Т.1 : Гидромеханика. Сопротивление движению судов. Судовые движители.	Л. : Судостроение, 1985	Справочник	74
2	Под ред. Я.И. Войткунского	Справочник по теории корабля: В 3-х т. Т.2 : Статика судов. Качка судов	Л. : Судостроение, 1985	Справочник	67
3	Под ред. Я.И. Войткунского	Справочник по теории корабля: В 3-х т. Т.3 : Управление водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания	Л. : Судостроение, 1985	Справочник	34
4	Федяевский К.К., Войткунский Я.И., Фадеев Ю.И.	Гидромеханика.	Л.: Судостроение, 1982.	Учебник для вузов	13
5	Войткунский Я.И.	Сопротивление движению судов.	Л., Судостроение, 1988.	Учеб. пособие для вузов	27
6	Постнов В.А., Ростовцев Д.М., Суслов В.П., Кочанов Ю.П.	Строительная механика корабля и теория упругости: В 2-х т. Т.2 : Изгиб и устойчивость стержней, стержневых систем, пластин и оболочек	Л.: Судостроение, 1987.	Учебное пособие	9

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1	Борисов Р.В., Луговский В.В., Мирохин Б.В., Рожде-	Статика корабля	Л.: Судостроение, 2005	Учебное пособие	9



	ственский В.В.				
2	Бойцов Г.В., Палий О.М.	Прочность и конструкция корпуса судов новых типов.	Л.: Судостроение, 1979.	Монография	31
3	Бойцов Г.В., Палий О.М., Постнов В.А., Чувиковский В.С.	Справочник по строительной механике корабля т. 1, 2, 3.	Л.: Судостроение, 1982.	Справочник	61

6.3 Периодические издания

- Морские интеллектуальные технологии - <http://morintex.ru/>
- Морской Вестник <https://www.morvest.ru/>
- Строим флот сильной страны <http://magazine.aosk.ru/>
- Судостроение - <http://www.sstc.spb.ru/publications/sudostroy/>
- Судостроение и судоремонт - https://flotprom.ru/catalog/?ELEMENT_ID=3646
- Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология - <https://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-astrahanskogo-gosudarstvennogo-tehnicheskogo-universiteta-seriya-morskaya-tehnika-i-tehnologiya?i=1101272>
- Научные проблемы водного транспорта - <http://journal.vsuwt.ru/index.php/jwt>

6.4 Интернет-ресурсы

- <http://www.vympel.ru> (Сайт конструкторского бюро по проектированию судов «Вымпел»);
- <http://www.seatech.ru/rus/project/cargoships.htm> (Сайт компании "Си Тех" ("Sea Tech"));
- <http://www.korabel.ru/catalogue> (информационно-поисковая система «корабел.ру»);
- <https://rs-class.org/> (сайт Российского морского Регистра судоходства);
- <https://www.rivreg.ru/> (сайт Российского речного Регистра РФ);
- Научная электронная библиотека e-LIBRARY.ru: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
Научно-техническая библиотека НГТУ:
- Электронный адрес: <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.html> ;
- Электронный каталог книг: <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/index.html> ;
- Электронный каталог периодических изданий: <https://www.nntu.ru/content/nauka/resursy>
Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru> .
Электронные библиотечные системы:
- - ЭБС «Консультант студента» (Электронная библиотека технического ВУЗа): <http://www.studentlibrary.ru> ;
 - ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/> ;
 - ЭБС Юрайт <https://biblio-online.ru/> .Центр дистанционных образовательных технологий НГТУ
- Электронная библиотека: <http://cdot-nntu.ru/wp/электронный-каталог/>

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»

6.5 Нормативные документы

- Правила 2019. Российский речной Регистр РФ. - М.: 2020. Нормативный документ. <https://www.rivreg.ru/izdaniya-rrr/pravila-rrr-2019/>
- Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судостроения. СПб., 2021. Нормативный документ. <https://lk.rs-class.org/regbook/rules?ln=ru>

6.6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные монографии, учебники и учебно-методические пособия, периодическую литературу, а также конспекты лекций.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
5325 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Доска меловая; Мультимедийный проектор BENO MP776/MP777 Digital Projector; Компьютер PC Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с Web-камерой A4TECH PK-910H	Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008); Microsoft Office Professional Plus 2013 (лицензия № 61410938)
5125 Компьютерный класс и мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации,	Доска меловая; мультимедийный проектор BENO MP776/MP777 Digital Projector; компьютер PC Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с Web-камерой ; персональные компьютеры с выходом Intel Core7-3820/8 Gb RAM/NVIDIA GeForce GTX 560/HDD 500 с подключением к ин-	Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); Windows XP (Лицензия MSDN Academic Alliance (MSDNAA), договор №Tr021888 от 18.06.2008); Microsoft Office Professional



НГТУ

Рабочая программа дисциплины

СК-РП-15.1-04-22

**Рабочая программа дисциплины
«Теория корабля и строительная механика»**

для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ)
г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)

тернету

Plus 2013 (лицензия № 61410938); Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17); Adobe Acrobat Reader DC-Russian, ППП Проект-1

	НГТУ
	Рабочая программа дисциплины
СК-РП-15.1-04-22	Рабочая программа дисциплины «Теория корабля и строительная механика»

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учеб-
ный год

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

(подпись, расшифровка подписи)

“ ____ ” _____ 20... Г

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на дан-
ный учебный год

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФСВК

наименование факультета (института, где реализуется данное направление) личная подпись расшифровка подписи дата