

**Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П.Девятаева -  
Казанский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного  
"Волжский государственный университет водного транспорта"**

**УТВЕРЖДАЮ**



И.Р.Салахов  
(Ф.И.О.)

27 июня 2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование  
образовательной  
программы  
Наименование  
дисциплины  
Факультет  
Кафедра  
Направление  
подготовки  
Профиль

Судостроение, судоремонт и организация судостроительного  
производства

**Б.1.О.Д26 Физика твердого деформируемого тела**

электромеханических объектов водного транспорта  
26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов  
морской инфраструктуры

Судостроение, судоремонт и организация судостроительного  
производства

**Распределение часов по семестрам (курсам)**

Вид занятий	Очная форма обучения, часы*													Заочная форма обучения, часы*										Общая трудо- емкость, з.е.
	№ семестра													№ курса										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Σ	1	2	3	4	5	6	7	Σ				
лекции																8					8			
практические занятия																4					4			
лабораторные занятия																								
контактная самостоятельная работа																								
экзамен																								
самостоятельная работа																96					96			
всего																108					108	3		

\* - здесь и далее указываются академические часы

**Распределение форм контроля по семестрам (курсам)**

Форма контроля	Очная форма обучения												Заочная форма обучения							
	№ семестра												№ курса							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		1	2	3	4	5	6	7	
экзамен																				
зачет с оценкой															зач					
зачет																				
курсовая работа (проект)																				

г. Казань  
2023

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки:

ФГОС 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры от 14.08.2020 № 1021

Разработчик(и) программы И.Р.Тимербулатова  
(Ф.И.О.)

Программа одобрена на заседании кафедры

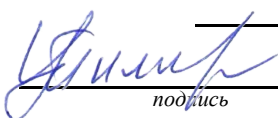
протокол № 9 от 26 июня 2023

Заведующий кафедрой  
(должность)



В.Н.Тимофеев /  
(Ф.И.О.)

Начальник отдела ВО

  
подпись

26 июня 2023  
/ И.Р. Тимербулатова  
ФИО

26 июня 2023 г.

### 1. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б.1.О.Д26	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	3

### 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	Компетенция	Индикатор достижения компетенции		
		Знать	Уметь	Владеть
1	ОПК-1.Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 теоретические основы физики твердого деформируемого тела (основные законы, фундаментальные понятия и теории), современные численные методы решения задач физики твердого деформируемого тела	ОПК-1.У.1 использовать основные принципы и уравнения физики твердого деформируемого тела при разработке проектов новых образцов морской (речной) техники, использовать современные компьютерные	ОПК-1.В.1 терминологией, лексикой и основными понятиями, законами и теориями физики твердого деформируемого тела, методами расчета судовых конструкций с использованием современных
2	ОПК-4.Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 основные принципы расчета конструкций с использованием современных программных комплексов.	ОПК-4.У.1 выбирать оптимальные методы расчета конструкций и ее элементов, анализировать полученные результаты и оценивать по ним надежность работы конструкции.	ОПК-4.В.1 навыками расчета судовых конструкций с использованием современных вычислительных комплексов, современной методикой численной

### 3. Распределение разделов (тем) по семестрам (курсам) с указанием часов

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Индикатор достижения компетенции	Очная форма обучения						Общее кол-во часов	Заочная форма обучения						Общее кол-во часов
			№ сем.	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	КСР	самостоятельна я работа		№ кур- са	лекции	практические занятия	лабораторные занятия	КСР	самостоятельна я работа	
1	Введение	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3							
1.1	Основные понятия и основные принципы физики деформируемого твердого тела, используемые при проектировании, постройке и эксплуатации	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,1					1,9	2
1.3	Внешние и внутренние усилия, действующие на судовые конструкции и их элементы	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,1	0,2				2,7	3
1.2	Модели твердого деформируемого тела: одномерные и двумерные, применяемые при расчете судовых конструкций	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,1					1,9	2
1.4	Линейные и нелинейные системы, применяемые для анализа напряженно-деформированного состояния элементов	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,15	0,2				2,65	3
2	Общие уравнения физики твердого деформируемого тела, используемые при разработке новых образцов морской (речной) техники	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3							
2.1	Напряженное состояние в точке тела. Тензор напряжений	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,1					1,9	2
2.2	Уравнения на поверхности	ОПК-1.3.1							3	0,1					1,9	2
2.3	Дифференциальные уравнения равновесия	ОПК-1.3.1							3	0,1					1,9	2
2.4	Закон парности касательных напряжений	ОПК-1.3.1							3	0,1					1,9	2
2.5	Деформированное состояние в точке сплошной среды	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3	0,1					1,9	2
2.6	Дифференциальные зависимости компонентов малой деформации от компонентов смещения (уравнения Коши)	ОПК-1.3.1							3	0,15					1,85	2
2.7	Уравнения неразрывности деформаций	ОПК-1.3.1							3	0,15					1,85	2
2.8	Анализ напряженного состояния судовых конструкций с использованием системы компьютерной математики (MSC-CAD)	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3		0,5				2,5	3
3	Физические уравнения в физике твердого деформируемого тела	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1							3							
3.1	Закон Гука: прямая и обратная формы	ОПК-1.3.1							3	0,15					1,85	2

3.2	Две задачи теории пластичности. Активная и пассивная деформации. Простое и сложное нагружение	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1								3	0,1				1,9	2
3.3	Математический аппарат теории пластичности	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1								3	0,1				1,9	2
3.4	Условия пластичности.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,1				1,9	2
3.5	Теория малых упруго-пластических деформаций. Теория пластического течения	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,1	0,1			1,8	2
3.6	Теорема о разгрузке. Методы определения остаточных деформаций и напряжений в судовых конструкциях речных и	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,1	0,1			1,8	2
3.7	Использование современных информационных технологий и программных комплексов для расчета пластических напряжений и деформаций	ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,1	0,25			2,65	3
4	Расчет параметров сопротивления судовых конструкций на внешние воздействия	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3						
4.1	Постановка задач теории упругости и методы их решения	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,5				3,5	4
4.2	Исследование напряженно-деформированного состояния элементов корпуса судна в	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,25			4,5	5
4.3	Исследование напряженно-деформированного состояния элементов корпуса судна в	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,25			3,5	4
4.4	Плоская задача теории упругости в расчетах судовых конструкций и методы ее решения	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,5	0,5			5	6
5	Вариационные принципы в физике твердого деформируемого тела	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3						
5.1	Потенциальная энергия деформации упругого тела	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,25	0,25			2,5	3
5.2	Основное свойство полной энергии деформации упругой системы	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,25				1,75	2
5.3	Принцип виртуальной работы	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,25				1,75	2
5.4	Принцип минимума потенциальной энергии для упругого изотропного материала	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1								3	0,25	0,25			2,5	3

6	Основы метода конечных элементов и его использование при разработке новых образцов морской (речной) техники.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3						
6.1	Метод Релея-Ритца	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1								3	0,25				1,75	2
6.2	Идея метода конечных элементов	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,25			2,5	3
6.3	Основные операции в процедуре метода конечных элементов на примере расчета пластин	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,25			2,5	3
6.4	Характерные черты метода конечных элементов	ОПК-1.3.1 ОПК-4.3.1								3	0,25				1,75	2
7	Методы построения матриц жесткости элементов, используемых при разработке и расчете новых образцов морской техники	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3						
7.1	Прямой метод и его использование для построения матрицы жесткости стержневых и beam-элементов	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,5	0,25			3,25	4
7.2	Метод взвешенных невязок	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1								3	0,5				2,5	3
7.3	Принцип минимума потенциальной энергии. Матрица жесткости для треугольного и прямоугольного элементов	ОПК-1.3.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1								3	0,5				3,5	4
8	Проблемы аппроксимации, сходимости и точности метода конечных элементов при расчете элементов судового корпуса и судовых машин	ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3						
8.1	Структура вычислительных программ общего назначения и программных комплексов на основе метода конечных элементов	ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,1			3,65	4
8.2	Идеализация судовых конструкций с помощью конечных элементов	ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,1			3,65	4
8.3	Выбор координатной функции в методе конечных элементов. Основные критерии для выбора координатных функций	ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,1			3,65	4
8.4	Вопросы сходимости и точности метода конечных элементов	ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1								3	0,25	0,1			3,65	4

#### 4. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

##### 4.1. Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Специализированная мебель и технические средства обучения с набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (экран, проектор, ноутбук, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду	304
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	221

##### 4.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

##### 4.3. Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. - Режим доступа: <a href="http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Temp/15520.pdf">http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Temp/15520.pdf</a>	2018	ЭР	0
2	Гири́н, С.Н.;Физика твердого деформируемого тела;метод.указания по вып.расч.работы № 1 по курсам "Физика твердого деформир.тела" и "Теория упругости"для студ.очн.и заочн.форм обучения 180101 и 270104:Гири́н, С.Н.Горохова, М.В.-Н.Новгород.:	2007	ЭР	0
3	Гири́н, С.Н.;Физика твердого деформируемого тела;метод.указания по вып.расч.работы № 1 по курсам "Физика твердого деформир.тела" и "Теория упругости" для студ.очн.и заочн.форм обучения 180101 и 270104:Гири́н, С.Н.Горохова, М.В.-Н.Новгород.:	2007	ЭР	0
4	Горохова, М.В.;Физика твердого деформируемого тела;метод.указания к заданию № 3 для студ.очн.и заочн.формы обучения спец.180101:Горохова, М.В.-Н.Новгород.:	2006	ЭР	0
5	Горохова, М.В.;Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов с использованием программного комплекса "Win Machine";метод.указания для студ.очн.и заочн.обучения;Горохова, М.В.Квзнецова, Т.А.-Н.Новгород.: : <a href="http://94.100.87.24:8080/marcweb/">http://94.100.87.24:8080/marcweb/</a>	2013	ЭР	0
6	Гири́н, С.Н.;Исследование объемного напряженного состояния в точке с использованием пакета MathCAD;метод.пособие к выполн.расчетной работы;Гири́н, С.Н.Горохова, М.В.-Н.Новгород.;; <a href="http://94.100.87.24:8080/marcweb/">http://94.100.87.24:8080/marcweb/</a>	2015	ЭР	0
7	Молотников, В.Я.;Теория упругости и пластичности;учебное пособие;Молотников, В.Я.Молотникова, А.А.-Санкт-Петербург,Лань; URL: <a href="https://reader.lanbook.com/book/209966#3">https://reader.lanbook.com/book/209966#3</a> (дата обращения:	2022	ЭР	0

8	Крайнова, В.В.: методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы; для преподавателей и обучающихся по направл. подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов, профиль подготовки Технология и организация транспортных и транспортно-логистических процессов и систем; Крайнова, В.В.- Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. - Режим доступа: <a href="http://04.100.87.24.8080/MegaWeb/Tmp/f15520.pdf">http://04.100.87.24.8080/MegaWeb/Tmp/f15520.pdf</a>	2018	ЭР	0
9	Крайнова, В.В.: методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ. по направлениям подготовки (спец.) высш. и сред. проф. образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. - Режим доступа: <a href="http://04.100.87.24.8080/MegaWeb/Tmp/f15520.pdf">http://04.100.87.24.8080/MegaWeb/Tmp/f15520.pdf</a>	2018	ЭР	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: <http://www.eios.vsuwt.ru/>.

#### 4.4. Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: <a href="http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_113698350531">http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_113698350531</a>
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: <a href="http://cbsd.gks.ru/">http://cbsd.gks.ru/</a>

#### 4.5. Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)



## 5. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к

№ п/п	Код контроли- руемой компетен- ции	Индикато р достиже- ния компетен- ций	Контроли- руемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ОПК-1.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1	1 2 3 4	текущий контроль	Тест	по результатам компьютерного тестирования выставляется соответствующая	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
2	ОПК-4.	ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1	5 6 7 8	текущий контроль	Тест	по результатам компьютерного тестирования выставляется соответствующая	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
3	ОПК-1. ОПК-4.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1	1 2 3 4 5 6 7	текущий контроль	Расчетно- графическая рабо	анализ предоставленного письменного отчета	Работа выполнена не полностью, допущены грубые ошибки	Работа выполнена полностью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках)	Работа выполнена полностью, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках)	Работа выполнена полностью без ошибок в расчетах и (графиках)
4	ОПК-1. ОПК-4.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1 ОПК-4.3.1 ОПК-4.У.1 ОПК-4.В.1	1 2 3 4 5 6 7 8	промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	собеседование	Обучающийся показывает незнание основного учебного материала, допускает принципальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в пределах минимальном объеме; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципальных ошибок; знаком с литературой, рекомендованной программой	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет задания, предусмотренные в программе задания; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; проявляет творческие способности в понимании, и изложении учебного материала; усвоил рекомендованную литературу; может объяснить