

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

**Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий**  
**(ИРИТ)**

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор института

\_\_\_\_\_ А.В. Мякинков

Подпись

ФИО

« 02 » 06 2025г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.4 Механика сплошных сред**

*(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)*

**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023, 2024, 2025

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 288/8  
часов/з.с

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Мазова Р.Х., д.ф.-м.н., профессор

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 года № 9, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 21 от 18.05.2023, № 16 от 21.05.2024, № 6 от 17.12.2024.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 16.05.2025 № 8

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор А.А. Куркин \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ.  
Протокол от 20.05.2025 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.03.02-п-36

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И.Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п. 11 .....	17
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
<b>6.2.1 ВОРОВИЧ И.И., ЛЕБЕДЕВ Л.П. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ В МЕХАНИКЕ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ. М.: ВУЗОВСКАЯ КНИГА, 2000.....</b>	<b>20</b>
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
7.1 Перечень информационных справочных систем .....	21
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины .....	21
7.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.....	22
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>23</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	24
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	25
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	25
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	25
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	25
10.6. Методические указания для выполнения РГР .....	26
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
11.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	26
11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	30

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1. Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных понятий механики сплошных сред, а также выработка у них навыков решения типовых задач.

1.2. Задачей освоения является формирование способности использовать математический и физический аппарат механики сплошных сред для решения задач инженерной деятельности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.4 Механика сплошных сред включена в перечень дисциплин вариативной части, определяющий направленность образовательной программы «Прикладная математика и информатика». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата по направлению «Прикладная математика и информатика» профиля «Математическое моделирование и компьютерные технологии».

Сопровождающими курсами являются «Элементы теории операторов монотонного типа», «Уравнения математической физики», «Математическое моделирование биологических процессов и систем», а также Технологическая (проектно-технологическая) практика.

Дисциплина «Механика сплошных сред» является основополагающей для изучения дисциплин «Теория игр и исследование операций», «Основы научных исследований», «Интегральные уравнения», «Элементы дифференциальной геометрии и тензорного анализа», «Методы стохастического анализа», «Вариационное исчисление», «Численные методы гидродинамики», «Основы параллельных вычислений» а также для подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена, а также выполнения и защиты ВКР.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении специальных дисциплин, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошных сред» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1. - Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ПКС-1 (Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу)</i>								
Элементы теории операторов монотонного типа						*		
Уравнения математической физики					*	*		
Механика сплошных сред					*	*		
Теория игр и исследование операций								*
Математическое моделирование биологических процессов и систем						*		
Основы научных исследований							*	
Интегральные уравнения							*	
Элементы дифференциальной геометрии и тензорного анализа								*
Методы стохастического анализа							*	
Вариационное исчисление							*	
Численные методы гидродинамики								*
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								*
Технологическая (проектно-технологическая) практика				*				
Технологическая (проектно-технологическая) практика						*		
Преддипломная практика								*

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Выполнение и защита ВКР								*
<i>ПКС-6 (Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности)</i>								
Механика сплошных сред					*	*		
Основы параллельных вычислений								*
Преддипломная практика								*
Выполнение и защита ВКР								*



ПКС-6. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности и	ИПКС-6.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования и использует процессы, явления и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	<i>Знать:</i> постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области	<i>Уметь:</i> планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности;	<i>Владеть:</i> методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности.	Контрольные работы	Билеты для экзамена
---	--	---	--	---	--------------------	---------------------

Код ПС\* и ТФ\*

06.022,

D/01.7

Трудовые действия:

- Постановка задач на разработку планов аналитических работ по отдельным частям системы
- Интеграция планов аналитических работ по отдельным частям системы в единый план

Трудовые умения:

- Формализовывать входящие требования и запросы

Трудовые знания:

- Методы и инструменты обследования, проектирования и разработки требований и проектных решений



## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3. - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№ сем 5	№ сем 6
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	288	108	180
<b>1. Контактная работа:</b>	110	38	72
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	102	34	68
занятия лекционного типа (Л)	51	17	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	51	17	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	8	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	3	3
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	1	1
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	124	43	81
реферат/эссе (подготовка)	-	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-	-
контрольная работа	-	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	124	43	81
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	54	27	27

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения:	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия					
5 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Раздел 1. Определение сплошной среды. Кинематика сплошной среды								
	Тема 1.1. Понятие сплошной среды: определение сплошности, индивидуального объема сплошной среды .	1		1	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;  - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа		
	Тема 1.2. Описание движения индивидуального объема сплошной среды с помощью <u>эйлеровых и лагранжевых переменных</u> .	1		1	3				
	Тема 1.3. Понятие траекторий и линий тока	1		1.5	2				
	Итого по 1 разделу	3		3.5	7				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Раздел 2. Основные уравнения сплошной среды в интегральной и дифференциальной форме.								
	Тема 2.1. Определение плотности индивидуального объема сплошной среды..	1			2.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного	Аудиторная проверочная работа		
	Тема 2.2. Закон сохранения массы в интегральной форме. Его	1			2.5				



ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Тема 4.1. Общие условия равновесия жидкости (газа) в поле массовых сил	0.5		3	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 4.2. Сила Архимеда	0.5		4	2				
	Тема 4.3. Условие устойчивости неоднородной по плотности жидкости в поле силы тяжести	1			2				
	Тема 4.4. Скорость звука идеального газа. Уравнение для звуковых волн. Характеристики линейного волнового уравнения для звуковых волн	1			2				
	Итого по 4 разделу	3		7	8				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Раздел 5. Законы сохранения в стационарном Метод контрольных поверхностей.								
ИПКС-6.1.	Тема 5.1. Уравнения стационарного течения жидкости( газа).	0.5		2.5	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 5.2. Закон Бернулли	0.5		2	3				
	Тема 5.3. Закон сохранения массы. Закон сохранения массы для узкой трубки тока.Закон сохранения импульса. Тензор потока импульса. Закон сохранения потока энергии. Плотность потока энергии.	1		2	3				
	Тема 5.4. Метод контрольных поверхностей	1			3				
	Итого по 5 разделу	3		6.5	9				
	Итого за 5 семестр	17		17	43				
	Подготовка к экзамену (контроль)				27				
6 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6	Раздел 6. Одномерное стационарное течение совершенного газа по трубам переменного сечения. Сопло Лаваля								
ИПКС-6.1.	Тема 6.1. Приближение одномерного течения сжимаемого газа .	2		1	4.5	- чтение основной и дополнительной	Аудиторная проверочная		

ИПКС-6.1.	Тема 6.2. Законы сохранения для одномерных течений сжимаемого газа	1		1	4.5	литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	работа,		
	Тема 6.3. Дозвуковое и сверхзвуковое течение газа по трубам переменного сечения	1		2					
	<b>Итого по 6 разделу</b>	4		4	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 7. Поверхности разрыва. Граничные условия на разрыве. Типы разрывов</b>								
	Тема 7.1. Граничные условия на разрыве	2		1.5	4.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 7.2. Типы разрывов: тангенциальный разрыв, разрыв типа ударной волны	2		2.5	4.5				
	<b>Итого по 7 разделу</b>	4		4	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 8. Разрыв типа ударной. Простые волны.</b>								
	Тема 8.1. Адиабата Гюгонио для совершенного сжимаемого газа	1.5			4.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 8.2. Скорость разрыва	1.5			4.5				
	Тема 8.3. Сравнение адиабаты Гюгонио и Пуассона	1							
	<b>Итого по 8 разделу</b>	4			9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 9. Несжимаемая жидкость. Потенциальное течение несжимаемой жидкости</b>								
	Тема 9.1. Приближение несжимаемой жидкости. Уравнение несжимаемой жидкости	0.5		1	4.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 9.2. Потенциальное течение несжимаемой жидкости. <u>Уравнение Лапласа для потенциала.</u>	0.5		1	4.5				
	Тема 9.3. Решение	1		3					

	уравнения Лапласа. Монополь, Диполь					заданий			
	Тема 9.4. Силы, действующие на твердое тело при потенциальном обтекании. Пара-докс Делаμβера. Присоединенная масса	1							
	Тема 9.5. Обтекание шара несжимаемой жидкостью	1							
	Итого по 9 разделу	4		5	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Раздел 10. Плоское безвихревое движение жидкости. Комплексный потенциал и его свойства								
	Тема 10.1. Комплексный потенциал и его свойства. Функция тока	2		3	4.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 10.2. Комплексный потенциал и его свойства. Функция тока	2		3	4.5				
	Итого по 10 разделу	4		6	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	Раздел 11. Потенциальные волны на поверхности тяжелой жидкости								
	Тема 11.1. Кинематические и динамические условия на поверхности тяжелой жидкости	0.5			4	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 11.2. Вывод уравнений для волн на поверхности тяжелой жидкости. Линейное приближение	0.5			5				
	Тема 11.3. Дисперсионное соотношение	0.6							
	Тема 11.4. Приближение мелкой и глубокой воды. Учет сил поверхностного натяжения в дисперсионном соотношении для поверхностных волн	0.6							
	Тема 11.5. Уравнение для	0.6							

	нелинейных поверхностных волн в приближении мелкой воды								
	Тема 11.6. Учет дисперсии. Уравнение КдВ	0.6							
	Тема 11.7. Солитон и его свойства	0.6							
	<b>Итого по 11 разделу</b>	4			9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 12.</b> Вихревое движение идеальной жидкости. Плоские вихревые течения.								
	Тема 12.1. Определение вихря в идеальной жидкости. Вывод уравнения для завихрен- ности. , вихревой нити, вихревой трубки	2		3	4.5	- чтение основной и дополни-тельной литературы, рекомен- дованной по курсу; проработ-ка лекционного материала	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 12.2. Теоремы Гельмгольца	1		2	4.5				
	<b>Итого по 12 разделу</b>	3		5	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 13.</b> Внутренние волны в стратифицированной по плотности жидкости								
	Тема 13.1. Волны на границе раздела жидкостей с разными плотностями. Дисперсионное уравнение	2		2	4.5	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 13.2. Внутренние волны в жидкости с переменной по глубине плотностью	2		3	4.5				
	<b>Итого по 13 разделу</b>	4		5	9				
ПКС-1 ИПКС-1.3. ПКС-6 ИПКС-6.1.	<b>Раздел 14.</b> Вязкая несжимаемая жидкость. Число Рейнольдса. Принцип подобия.								
	Тема 14.1. Простейшие примеры вязких течений: Течение Пуазейля .Куэтта	3		5	9	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа,		
	<b>Итого по 2 разделу</b>	3		5	9				
	<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>81</b>				

	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)				27				
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>51</b>		<b>51</b>	<b>178</b>				



## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий и домашних заданий. Промежуточный контроль проводится в устно-письменной форме.

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в п.11**

Перечень билетов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена хранятся на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находятся в свободном доступе.

### **5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Таблица 5. - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

Таблица 6. – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен разрабатывать математические и информационные модели системы для прикладной задачи, выделять подсистемы и их функции, описывать объекты профессиональной деятельности, используя язык математики, формализовать и алгоритмизировать поставленную задачу.	ИПКС-1.3. Разрабатывает алгоритмы решения прикладных задач.	Не знает основные уравнения механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной формах. Не знает основные приближения, вытекающие из общих законов механики сплошных сред (приближение гидростатики, стационарное течение жидкости(газа), приближение несжимаемой жидкости)	Не в полной мере знает основные уравнения механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной формах. Не в полной мере знает основные приближения, вытекающие из общих законов механики сплошных сред (приближение гидростатики, стационарное течение жидкости(газа), приближение несжимаемой жидкости) и не может их использовать при решении конкретных задач	Знает основные уравнения механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной формах. Знает основные приближения, вытекающие из общих законов механики сплошных сред (приближение гидростатики, стационарное течение жидкости(газа), приближение несжимаемой жидкости) и может их использовать при решении ряда задач	Уверенно знает в полной мере все уравнения механики сплошных сред в интегральной и дифференциальной формах. Знает основные приближения, вытекающие из общих законов механики сплошных сред (приближение гидростатики, стационарное течение жидкости(газа), приближение несжимаемой жидкости) и может их использовать при решении конкретных задач

ПКС-6. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-6.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	Не способен осваивать цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	Осваивает простейшие цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.	Уверенно осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.
--	--	--	---	--	---

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

- 6.1.1. Л.Д. Ландау, Е.Г.Лифшиц Гидродинамика. М.:Наука. 1986.- 736 с.
- 6.1.2.Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука. 1987. -640 с.
- 6.1.3.Седов Л.И. Механика сплошной среды. 2т. М.: Наука. 1973ю
- 6.1.4.Голубева О.В. Курс механики сплошных сред. М.: Высшая школа, 1972.
- 6.1.5. Эглит М.Э. (ред.) Механика сплошных сред в задачах. Том 1: Теория и задачи. М.: Московский лицей, 1996.
- 6.1.6. Эглит М.Э. (ред.) Механика сплошных сред в задачах. Том 2: Ответы и решения. М.: Московский лицей, 1996.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература**

- 6.2.1 Ворович И.И., Лебедев Л.П. Функциональный анализ и его приложения в механике сплошной среды. М.: Вузовская книга, 2000
- 6.2.2 Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Шрейбер И.Р. Волновая динамика газо- и парожидкостных сред. М.: Энергоатомиздат. 1990

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1 Перечень информационных справочных систем

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

Таблица 9. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Тр113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор №	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Tr113003 от 25.09.14)	
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
Microsoft Office 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

### 7.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 10** Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru">http://www.philosophy.ru</a>
Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>

**Таблица 11. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучение книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	Образовательная платформа «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены: учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения; помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

**Таблица 12. Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий по дисциплине**

Номер аудитории	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения и реквизиты подтверждающего документа
6421	Мультимедийная аудитория учебно-лабораторного корпуса № 6	Доска меловая – 1 шт. Экран – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMD Athlon X2 CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGA Standart Graphics + GeForce Nvidia GT210/HDD 250Ggb, SATA interface, монитор 19", с выходом на проектор. Рабочее место студента – 74. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.). Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655). Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)
6543	Помещение для самостоятельной работы	Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5	Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка

	студентов (Компьютерный класс № 1) учебно- лабораторного корпуса № 6	с мониторами – 8 шт. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Core 2 Duo с мониторами – 2 шт. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт. Проектор Acer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно- образовательную среду университета. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.2018. Бесплатное ПО: пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013
--	--	---	--

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания



выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

### **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах** Не предусмотрены.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Типовые задания к практическим работам приведены в разделе 11.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на

занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### **10.6. Методические указания для выполнения РГР**

Не предусмотрены.

#### **10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта/работы**

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение типовых задач;
- аудиторная проверочная работа.

#### **Теоретические вопросы**

1. Эйлерово и лагранжево описание движения сплошной среды. Вещественная и частная производные скорости движения жидкости по времени.
  2. Уравнение непрерывности для сплошной среды. Приближение идеальной жидкости.
  3. Уравнение Эйлера движения жидкости в эйлеровых и лагранжевых переменных.
  4. Приближение гидростатичности давления.
  5. Понятие термодинамического потенциала.
  6. Адиабатичность движения идеальной жидкости.
  7. Изэнтропическое движение идеальной жидкости.
  8. Уравнение Эйлера для изэнтропическое движения жидкости.
  9. Граничные условия для идеальной жидкости.
  10. Стационарное движение жидкости. Уравнение Бернулли. Линии тока, их уравнение. Отличие от траекторий.
  11. Уравнение Бернулли в поле силы тяжести.
  12. Закон сохранения циркуляции скорости (теорема Томсона).
- Изменение циркуляции скорости вдоль подвижного контура.

- Сохранение циркуляции скорости вдоль замкнутого контура для идеальной жидкости.
- Завихренность течения жидкости
  13. Теорема Томсона для потенциального движения жидкости. Стационарное обтекание тела потоком жидкости.
  13. Потенциал скорости. Связь уравнения Эйлера с уравнением Бернулли для стационарного потенциального движения.
  14. Несжимаемая жидкость. Уравнение Эйлера и уравнение Бернулли. Условие несжимаемости жидкости.
  15. Уравнение Лапласа для потенциального течения несжимаемой жидкости с граничными условиями.
  16. Граничные условия на поверхности соприкосновения жидкости с твердыми телами. Критическая точка.
  17. Плоское движение жидкости. Функция тока.
  18. Метод комплексного потенциала.

### Типовые задачи для проведения практических занятий

1. Пользуясь определением проверить что поле скоростей  $u = Ax/r^3$ ,  $v = Ay/r^3$ ,  $w = Az/r^3$ , где  $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$  и  $A$ - произвольная константа, удовлетворяет уравнению неразрывности несжимаемой жидкости.
2. Пользуясь определением определить линии тока и описать движение среды по полю скоростей  $u = Ky$ ,  $v = -Kx$ .
3. Пользуясь определением доказать, что для течения  $u_i = x_i/(1+t)$  линии тока и траектории совпадают.
4. Пользуясь определением доказать, что для поля скоростей  $u = x^2y + y^3$ ,  $v = -x^3 - xy^2$ ,  $w = 0$  линии тока будут окружностями.
5. Записать уравнение непрерывности для несжимаемой жидкости в сферической системе координат.
6. Найти комплексный потенциал и картину линий тока, если потенциал скорости  $\phi = ax(x^2 - 3y^2)$ ,  $a > 0$ .
7. Определить и отобразить на графике линии тока плоского течения и описать движение среды по полю скоростей  $u = Kx$ ,  $v = -Ky$ .
8. Показать, что поле скоростей  $u = Ax/r^3$ ,  $v = Ay/r^3$ ,  $w = Az/r^3$ , где  $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$  и  $A$ - произвольная константа, удовлетворяет уравнению неразрывности несжимаемой жидкости.
9. Определить линии тока и описать движение среды по полю скоростей  $u = Ky$ ,  $v = -Kx$ .
6. Доказать, что для течения  $u_i = x_i/(1+t)$  линии тока и траектории совпадают.
7. Доказать, что для поля скоростей  $u = x^2y + y^3$ ,  $v = -x^3 - xy^2$ ,  $w = 0$  линии тока будут окружностями.
8. Доказать, что течение с полем скоростей  $u = -2xyz/r^4$ ,  $v = (x^2 - y^2)z/r^4$ ,  $w = y/r^4$ , где  $r^2 = x^2 + y^2$ , удовлетворяют условию несжимаемости. Будет ли это течение безвихревым ?
9. Записать уравнение непрерывности для несжимаемой жидкости в сферической системе координат.

10. Записать уравнение непрерывности для несжимаемой жидкости в цилиндрической системе координат.
11. Доказать, что при установившемся (стационарном) движении среды  $\partial u_i / \partial t = 0$  линии тока и траектории совпадают.
12. Определить и отобразить на графике линии тока плоского течения и описать движение среды по полю скоростей  $u = Kx$ ,  $v = -Ky$ .
13. Имеется плоский поток несжимаемой жидкости, в котором  $u = -Ay/r^2$ , где  $r^2 = x^2 + y^2$ . Найти во всем потоке компоненту  $v$ , если  $v(x=0, y) = 0$  при всех значениях  $y$ . Показать, что движение безвихревое, а линии тока – окружности.
14. Потенциал скорости  $\phi = ax(x^2 - 3y^2)$ ,  $a > 0$ . Найти комплексный потенциал и картину линий тока.
15. Найти потенциал скорости и функцию тока для течений, заданных комплексным потенциалом  $W(z) = Q \ln z / 2\pi$ . Построить линии тока, исследовать поле скорости.
16. Найти потенциал скорости и функцию тока для течений, заданных комплексным потенциалом  $W(z) = z^n$ . Построить линии тока, исследовать поле скорости.
17. Дан поток:

$$\begin{cases} v_x = A * \frac{x^2 - y^2}{r^4} \\ v_y = 2A * \frac{xy}{r^4} \\ v_z = 0 \end{cases}; r = \sqrt{x^2 + y^2}, A = \text{const}$$

Доказать что среда несжимаема.

18. Дан поток:

$$\begin{cases} v_x = -\frac{Ay}{r^2} \\ v_y = ? \\ v_z = 0 \end{cases}; r = \sqrt{x^2 + y^2}, A = \text{const}$$

Жидкость несжимаема и  $v_y \xrightarrow{y \rightarrow \infty} 0, \forall x$ . Найти  $v_y$  и линии тока.

19. Задано распределение плотности  $\rho(x, 0) = \rho_0 e^{\frac{x^2}{2a^2}}$ ,  $v = v_0$ ,  $\rho(x, t) = ?$

20. Задано распределение плотности  $\rho(x, 0) = \rho_0$ ,  $v = v_0 \frac{x}{a}$ . Найти  $\rho(x, t)$ ,  $p$ , считая среду идеальной жидкостью.

21.

$$\begin{cases} x_1 = A_{11}\xi_1 + A_{12}\xi_2 \\ x_2 = A_{21}\xi_1 + A_{22}\xi_2 \\ x_3 = \xi_3 \end{cases}$$

Найти: Эйлеровы координаты, скорости и ускорения в Лагранжевых координатах.

$$\begin{cases} x_1 = A_{11}\xi_1 + A_{12}\xi_2 \\ x_2 = A_{21}\xi_1 + A_{22}\xi_2 \\ x_3 = \xi_3 \end{cases}$$

22. скорости и ускорения в Эйлеровых координатах.

22.

$$\begin{cases} x_1 = \xi_1 + b(t)\xi_2 \\ x_2 = \xi_2 \\ x_3 = \xi_3 \end{cases}$$

Найти скорости и ускорения в Эйлеровых координатах.

23.

$$\begin{cases} v_1 = \frac{x_1}{t + \tau} \\ v_2 = \frac{2tx_2}{t^2 + \tau^2}; \tau = \text{const} > 0 \\ v_3 = \frac{3t^2x_3}{t^3 + \tau^3} \end{cases}$$

Ввести Лагранжевы координаты и найти закон движения сплошной среды.

24. Ввести Лагранжевы координаты и найти закон движения сплошной среды, линии тока и траектории

$$\begin{cases} v_1 = \frac{Q(t)}{2\pi} * \frac{x_1}{r^2} \\ v_2 = \frac{Q(t)}{2\pi} * \frac{x_2}{r^2}; r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}, Q(t) > 0 \\ v_3 = 0 \end{cases}$$

25. Ввести Лагранжевы координаты и найти закон движения сплошной среды, линии тока и траектории

$$\begin{cases} v_1 = -Ax_1 \\ v_2 = Bx_2; A = \text{const} > 0, B = \text{const} > 0 \\ v_3 = 0 \end{cases}$$

### Типовые задания для аудиторной проверочной работы

1. Показать, что поле скоростей  $u = Ax/r^3$ ,  $v = Ay/r^3$ ,  $w = Az/r^3$ , где

$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$  и  $A$ - произвольная константа, удовлетворяет уравнению неразрывности несжимаемой жидкости.

2. Доказать, что течение с полем скоростей

$$u = -2xyz/r^4, \quad v = (x^2 - y^2)z/r^4, \quad w = y/r^4, \quad \text{где } r^2 = x^2 + y^2,$$

удовлетворяют условию несжимаемости. Будет ли это течение безвихревым ?

3. Потенциал скорости  $\phi = ax(x^2 - 3y^2)$ ,  $a > 0$ . Найти комплексный потенциал и картину линий тока.

4. Задано распределение плотности  $\rho(x, 0) = \rho_0, v = v_0 \frac{x}{a}$ . Найти  $\rho(x, t)$ .

5. Найти: Эйлеры координаты, скорости и ускорения в Лагранжевых координатах.

$$\begin{cases} x_1 = A_{11}\xi_1 + A_{12}\xi_2 \\ x_2 = A_{21}\xi_1 + A_{22}\xi_2 \\ x_3 = \xi_3 \end{cases}$$

## **11.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

Пример билета для подготовки к экзамену (ПКС-1, ПКС-6):

1. Эйлерово и лагранжево описание движения сплошной среды. Вещественная и частная производные скорости движения жидкости по времени.
2. Граничные условия для идеальной жидкости.
3. Показать, что поле скоростей  $u = Ax/r^3$ ,  $v = Ay/r^3$ ,  $w = Az/r^3$ , где  $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$  и  $A$ - произвольная константа, удовлетворяет уравнению непрерывности несжимаемой жидкости.
4. Доказать, что при установившемся (стационарном) движении среды  $\partial u_i / \partial t = 0$  линии тока и траектории совпадают.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации размещен на кафедре «Прикладная математика» ауд. 1204 по адресу Н.Новгород, ул. Минина, 24 и находится в свободном доступе.