

**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. Мякиньков

Подпись \_\_\_\_\_ ФИО

«\_ 10 \_» \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2021г.

**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 2021

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 288/8

часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

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

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021 год

Рецензент: Ерофеева Л.Н., к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Высшая математика» НГТУ им.

Р.Е. Алексеева

*подпись*

«\_\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.

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 № 9 МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10 января 2018 г. на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 6 от 10.06.2021.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол № 9/1 от 4.06.2021

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол № 1 от 10.06.2021 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.03.02-П-35  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<u>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	6
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u> .....	6
<u>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</u> .....	7
<u>4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО</u> .....	10
<u>5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	11
<u>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	16
<u>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	19
<u>8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	20
<u>9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ</u> .....	22
<u>10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.</u> .....	23
<u>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	24
<u>12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u> .....	27

## **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 обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Алгебра и геометрия, Математический анализ, Специальные главы математического анализа.

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

геометрии и тензорного анализа							
Методы стохастического анализа							
Вариационное исчисление							
Численные методы гидродинамики							
Методы компьютерной томографии							
Технологическая (проектно-технологическая) практика							
Технологическая (проектно-технологическая) практика							
Преддипломная практика							
Выполнение и защита ВКР							

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 2. - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
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. Разрабатываает алгоритмы решения прикладных задач.	Знать: фундаментальные законы природы и основные физические законы, базовые понятия естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой; принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;	Уметь: использовать базовые знания естественных наук, математики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой; понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат; приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	Владеть: навыками подготовки и презентации устных докладов по итогам профессиональных исследований; персональным компьютером на уровне уверенного пользователя, навыками работы в любых операционных системах, основами работы в глобальной сети, приемами поиска в сети Интернет, основами алгоритмизации.	Контрольные работы	Билеты для экзамена

Освоение дисциплины причастно к ТФ С/06.6. Разработка технического задания на систему и ПС 06.022 «Системный аналитик»

Трудовые действия:

- Описание объекта, автоматизируемого системой
- Описание общих требований к системе
- Выделение подсистем системы
- Распределение общих требований по подсистемам

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 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, практик. 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
<b>Подготовка к зачету</b>			

## 5.2. 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										
		Лекции	Лабор. работы	Практические занятия								
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<b>Раздел 1.</b> 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 эйлеровых и лагранжевых переменных .	1		2	3							
ПКС-1 ИПКС-1.3.	Тема 1.3. Понятие траекторий и линий тока	1		1.5								
	<b>Раздел 2.</b> 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 материала; - решение домашних заданий	Аудиторная проверочная работа					
	Тема 2.2. Закон сохранения массы в интегральной форме. Его следствия.	1			2.5							
	Тема 2.3. Понятие плотности потока импульса, плотности объемных и поверхностных сил. Тензор поверхностных напряжений	1										

	Постулирование закона сохранения импульса, закона сохранения момента импульса индивидуального объема в интегральной форме.								
	Тема 2.4. Первая вспомогательная теорема. Закон сохранения массы в дифференциальной форме. Вторая вспомогательная теорема	1							
	Тема 2.5. Тензор поверхностных напряжений. Закон сохранения импульса в дифференциальной форме	1							
<b>ПКС-1</b> <b>ИПКС-1.3.</b>		<b>Раздел 3. Основные законы термодинамики. Понятие идеальной сплошной среды</b>							
	Тема 3.1. Первое начало термодинамики. Закон сохранения полной энергии индивидуального объема в интегральной и дифференциальной	1			2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	Aудиторная проверочная работа,		
	Тема 3.2. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии	1			2	- проработка лекционного материала;			
	Тема 3.3. Понятие идеальной сплошной среды. Основные уравнения идеальной сплошной среды в дифференциальной форме	1			2	- решение домашних заданий			
<b>ПКС-1</b> <b>ИПКС-1.3.</b>		<b>Раздел 4. Уравнение гидростатики</b>							
	Тема 4.1. Общие условия равновесия жидкости (газа) в поле массовых сил	0.5		3	2	- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;	Aудиторная проверочная работа,		
	Тема 4.2. Сила Архимеда	0.5		4	2	- проработка лекционного материала;			
	Тема 4.3. Условие устойчивости неоднородной по плотности жидкости в поле силы тяжести	1			2	- решение домашних заданий			
	Тема 4.4. Скорость звука	1							

	идеального газа. Уравнение для звуковых волн. Характеристики линейного волнового уравнения для звуковых волн									
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<b>Раздел 5.</b> Законы сохранения в стационарном Метод контрольных поверхностей.									
	Тема 5.1. Уравнения стационарного течения жидкости( газа).	0.5		2.5	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних заданий</li> </ul>	Аудиторная проверочная работа,			
	Тема 5.2. Закон Бернулли	0.5		2	3					
	Тема 5.3. Закон сохранения массы. Закон сохранения массы для узкой трубы тока.Закон сохранения импульса. Тензор потока импульса. Закон сохранения потока энергии. Плотность потока энергии.	1		2						
	Тема 5.4. Метод контрольных поверхностей	1								
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<b>Раздел 6.</b> Одномерное стационарное течение совершенного газа по трубам переменного сечения. Сопло Лаваля									
	Тема 6.1. Приближение одномерного течения сжимаемого газа .	2		1	4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних заданий</li> </ul>	Аудиторная проверочная работа,			
	Тема 6.2. Законы сохранения для одномерных течений сжимаемого газа	1		1	4.5					
	Тема 6.3. Дозвуковое и сверхзвуковое течение газа по трубам переменного сечения	1		2						
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<b>Раздел 7.</b> Поверхности разрыва. Границные условия на разрыве. Типы разрывов									
	Тема 7.1. Границные условия на разрыве .	2		1.5	4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних</li> </ul>	Аудиторная проверочная работа,			
	Тема 7.2. Типы разрывов: тангенциальный разрыв, разрыв типа ударной волны	2		2.5	4.5					



ИПКС-1.3.	Тема 11.1. Кинематические и динамические условия на условия на поверхности тяжелой жидкости	0.5			4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних заданий</li> </ul>	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 нелинейных поверхностных волн в приближении мелкой воды	0.6							
	Тема 11.6. Учет дисперсии. Уравнение КdВ	0.6							
	Тема 11.7. Солитон и его свойства	0.6							
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<b>Раздел 12.</b> Вихревое движение идеальной жидкости. Плоские вихревые течения.								
	Тема 12.1. Определение вихря в идеальной жидкости. Вывод уравнения для завихренности., вихревой нити, вихревой трубки	2		3	4.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала</li> </ul>	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 12.2. Теоремы Гельмгольца	1		2	4.5				
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> </ul>	Аудиторная проверочная работа,		
	Тема 13.2. Внутренние волны в жидкости с переменной по глубине	2		3	4.5				

	плотностью				- решение домашних заданий			
ПКС-1 ИПКС-1.3.	<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 за семестр</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>59</b>				
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>108</b>				

## **6. 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.

6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в разделе

### **6.2 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≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤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 засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 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)	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

<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.

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

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

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

### **7.2. Справочно-библиографическая литература**

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

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

- 7.3.1 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/umy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.  
 7.3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева,

протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).  
7.3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf).

## 8. 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).

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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 Znaniум.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.

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

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>

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

Таблица 9. Перечень программного обеспечения

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
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)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

**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**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>

	<b>справочной системы</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	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>
<b>2</b>	Электронная база избранных статей по механике сплошной среды	<a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm</a>
<b>3</b>	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
<b>4</b>	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
<b>5</b>	Информационно-справочная система «Тех эксперт»	доступ из локальной сети

## **9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице **10** 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.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10. - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

## **10. 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 11 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 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
			<b>1</b> <b>2</b> <b>3</b>
1	<b>1248</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12	Комплект демонстрационного оборудования: <ul style="list-style-type: none"> <li>ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1шт.</li> <li>Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;</li> <li>Экран – 1 шт.;</li> </ul> Набор учебно-наглядных пособий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)</li> <li>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3);</li> <li>Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</li> <li>OpenOffice 4.1.1 (свободное ПО, лицензия ApacheLicense 2.0)</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).</li> </ul>
	<b>1248</b> компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проектор Accer – 1шт;</li> <li>ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт..</li> </ul> ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);</li> <li>Microsoft Office (лицензия № 43178972);</li> <li>Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);</li> <li>Adobe Acrobat Reader (FreeWare);</li> <li>7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU GPL);</li> <li>Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)</li> <li>КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);</li> <li>Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)</li> </ul>

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. 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 с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется 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 и зачета 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.

## **11.2 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.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Не предусмотрены.

## **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

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 12.

## **11.5. 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 рекомендованной 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.

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

Не предусмотрены.

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

Не предусмотрены.

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

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

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

### **Контрольные вопросы и задачи**

#### **Вопросы для проверки уровня обученности «ЗНАТЬ»**

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 изэнтропического движения жидкости.
9. Границные 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. Границные условия на поверхности соприкосновения жидкости с твердыми телами. Критическая точка.
17. Плоское движение жидкости. Функция тока.
18. Метод комплексного потенциала.

### **Вопросы для проверки уровня обученности «УМЕТЬ»**

1. Пользуясь определением проверять 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  $u = Kx$ ,  $v = -Ky$ .

### **Вопросы для проверки уровня обученности «ВЛАДЕТЬ»**

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  $r^2 = x^2 + y^2$ ,  
удовлетворят 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  $\mathcal{W}(z) = Q \ln z / 2\pi$ . Построить линии тока, исследовать поле скорости.
16. Найти потенциал скорости и функцию тока для течений, заданных комплексным потенциалом  $\mathcal{W}(z) = z^n$ . Построить линии тока, исследовать поле скорости.
17. Дан поток:

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

Доказать что среда несжимаема.

18. Дан поток:

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

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.

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

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

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

### 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

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

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

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

**Типовой экзаменационный билет**  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА**

---

Кафедра «Прикладная математика»  
Дисциплина «МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №**

1. Эйлерово и лагранжево описание движения сплошной среды. Вещественная и частная производные скорости движения жидкости по времени.
- 2.Границные 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.

Экзаменатор:  
проф.Мазова Р.Е.

Зав. кафедрой ПМ  
проф. Куркин А.А.

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.

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор института ИРИТ

“ \_\_\_\_ ” 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр –

название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....;

2) .....;

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« \_\_\_\_ » 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ »  
2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой (наименование) \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ »  
2021 г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » 2021 г.