

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
функционального анализа  
и операторных уравнений



Каменский М.И.

подпись, расшифровка подписи

26.06.2018 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.31 Основы и математические модели механики  
сплошной среды**

- 1. Код и наименование направления подготовки / специальности:** 01.05.01  
фундаментальные математика и механика.
- 2. Профиль подготовки / специализации:** теория функций и приложения
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** высшее профессиональное образование  
(специалист)
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** функционального анализа  
и операторных уравнений
- 6. Составители программы:** Сапронова Татьяна Юрьевна, к.ф.-м.н.,  
математический факультет, кафедра функционального анализа и операторных  
уравнений, tsapr@mail.ru
- 7. Рекомендована:** кафедрой функционального анализа и операторных уравнений,  
03.07.2018, протокол № 0500–07
- 8. Учебный год:** 2021–2022 **Семестр(ы):** восьмой

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** познакомить студентов с общими принципами механики сплошной среды и с наиболее употребительными моделями сплошных сред, а также научить их решать задачи по механике континуума.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина относится к профессиональному циклу и является обязательной дисциплиной базовой части данного цикла.

Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Основы и математические модели механики сплошной среды»:

- математический анализ (производная и дифференциал функции, неопределенный и определенный интегралы, частные производные);
- аналитическая геометрия (действия с векторами);
- дифференциальные уравнения (дифференциальные уравнения первого порядка, линейные дифференциальные уравнения и системы);
- линейная алгебра (векторы, матрицы, тензоры).

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	<p>знать: основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики;</p> <p>уметь: доказывать теоремы данного курса и применять изученную теорию при решении задач по кинематике и динамике, используя при этом методы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и дифференциальных уравнений;</p> <p>владеть: методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.</p>
ПК-2	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики	уметь: анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач и задач механики

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах** (в соответствии с учебным планом) — 3/108.

**Форма промежуточной аттестации — зачет.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	В том числе интерактивные часы	По семестрам	
			сем. 8	
Аудиторные занятия	68		68	
в том числе: лекции	34		34	
Практические	0		0	
Лабораторные	34		34	
Самостоятельная работа	40		40	
Итого:	108		108	
Форма промежуточной аттестации	зачет		зачет	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Основные понятия и законы классической механики	<p>Тела, масса. Взаимодействия тел. Системы сил, результирующая сила. Парная уравновешенность, сбалансированность систем сил. Мир событий как модель реального мира движущихся и взаимодействующих тел. Системы отсчета, замена системы отсчета. Движение, актуальные конфигурации тел. Основные характеристики движений и взаимодействий.</p> <p>Основные законы классической механики: закон сохранения массы, закон соотнесенности сил и конфигураций тел, закон независимости мощности работы результирующих сил от системы отсчета. Следствия о сбалансированности и парной уравновешенности системы сил и моментов сил.</p> <p>Большая система активно взаимодействующих тел. Инерциальные системы отсчета. Законы инерции Ньютона. Активные силы и силы инерции, даламберово равновесие. Первый и второй законы движения Эйлера.</p>
1.2	Основные гипотезы механики сплошной среды.	<p>Основные гипотезы механики сплошной среды: гипотеза сплошности, гипотеза распределенности массы, гипотеза распределенности массовых и поверхностных сил; контактный характер поверхностных сил. Законы движения Коши-Эйлера в механике сплошной среды.</p> <p>Способы описания движения: материальное описание, лагранжевы способы (отсчетное и относительное описание), эйлеров способ (пространственное описание), — их эквивалентность.</p> <p>Материальные производные скалярных, векторных и тензорных механических характеристик по времени. Представление вектора ускорения и уравнения неразрывности в лагранжевой и эйлеровой формах. Кинематический смысл дивергенции поля скоростей в эйлеровом описании. Изохорические движения, несжимаемость.</p> <p>Траектории движения, линии тока. Установившееся (стационарное) движение. Вихрь поля скоростей (в эйлеровом описании), вихревые линии, вихревые поверхности. Кинематические теоремы Гельмгольца о вихревых трубках. Безвихревые (потенциальные) движения.</p>
1.3	Деформации материальных частиц среды.	<p>Понятие деформации элементарных материальных частиц по Коши. Аффинор деформации, однородная деформация. Полярное разложение аффинора деформации: правый и левый тензоры растяжений (чистой деформации), тензор вращений (поворота), правые и левые главные оси деформации, главные удлинения. Примеры: жесткое движение, чистая деформация.</p> <p>Кратности удлинений элементарных материальных волокон и</p>

		изменение углов между ними в процессе деформации. Подходы Коши-Грина и Коши-Альманзи к описанию деформаций. Меры деформаций Коши и Альманзи, тензоры деформаций Грина и Альманзи. Ориентированные элементарные площадки и элементарные объемы. Деформации элементарных площадок и объемов.
1.4	Тензоры дисторсий.	Тензоры дисторсий. Выражение тензоров деформаций Грина и Альманзи через вектор перемещений, компонентные представления. Аддитивные тензоры растяжений и поворота. Случаи малых деформаций, малых дисторсий, классический случай «малых деформаций» (малые дисторсии и перемещения). Линейный тензор деформаций Коши. Относительное удлинение материального волокна, (угловой) сдвиг двух материальных волокон, относительное изменение объема в случаях малых деформаций и малых дисторсий (а также в классическом случае малых деформаций). Кинематический смысл декартовых компонент линейного тензора деформаций Коши.
1.5	Наложение деформаций.	Замена отсчетной конфигурации. Актуальная конфигурация в качестве новой отсчетной (относительное описание). Наложение деформаций. Тензоры скоростей дисторсий, скоростей деформаций и скоростей вращений (спин), их связь с тензорами дисторсий, деформаций и вращений относительного описания. Связь тензоров скоростей деформаций и скоростей вращений с тензорами растяжений и поворота отсчетного (лагранжева) описания. Кинематический смысл спина и тензора скоростей деформаций, скорость относительного удлинения волокна, скорость (углового) сдвига двух волокон, скорость относительного изменения объема. Аналогия теории скоростей деформаций и классического случая малых деформаций. Ротор векторного и тензорного полей, следствия формулы Стокса для потенциальных и безвихревых полей. Уравнения совместности Сен-Венана, тензор несовместности.
1.6	Теория напряжений.	Напряженное состояние среды. Постулат Коши. Основная лемма и фундаментальная теорема Коши о существовании тензора напряжений. Тензор истинных напряжений Коши. Нормальные и касательные напряжения, смысл декартовых компонент тензора напряжений. Теорема взаимности Коши, свойство парности касательных напряжений (декартовых компонент напряжений). Главные оси напряжений, главные напряжения. Пример напряженного состояния при одноосном растяжении. Тензоры условных напряжений Пиолы-Кирхгофа первого и второго рода, «энергетический» тензор напряжений Ильюшина. Лагранжево и смешанное описание напряженного состояния (вектора напряжений). Связь компонент тензоров напряжений в лагранжевых (в отсчетной и актуальной конфигурациях) и смешанном базисах. Связь между различными тензорами напряжений в случаях малых деформаций и малых дисторсий.
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Основные понятия и законы классической механики	Тела, масса. Взаимодействия тел. Системы сил, результирующая сила. Парная уравновешенность, сбалансированность систем сил. Мир событий как модель реального мира движущихся и взаимодействующих тел. Системы отсчета, замена системы отсчета. Движение, актуальные конфигурации тел. Основные характеристики движений и взаимодействий. Основные законы классической механики: закон сохранения массы, закон соотносительности сил и конфигураций тел, закон независимости мощности работы результирующих сил от системы отсчета. Следствия о сбалансированности и парной уравновешенности системы сил и моментов сил. Большая система активно взаимодействующих тел. Инерциальные системы отсчета. Законы инерции Ньютона. Активные силы и силы инерции, даламберово равновесие. Первый и второй законы движения Эйлера.
	Основные гипотезы	Основные гипотезы механики сплошной среды: гипотеза сплошности, гипотеза распределенности массы, гипотеза распределенности

3.2	механики сплошной среды.	<p>массовых и поверхностных сил; контактный характер поверхностных сил. Законы движения Коши-Эйлера в механике сплошной среды. Способы описания движения: материальное описание, лагранжевы способы (отсчетное и относительное описание), эйлеров способ (пространственное описание), — их эквивалентность.</p> <p>Материальные производные скалярных, векторных и тензорных механических характеристик по времени. Представление вектора ускорения и уравнения неразрывности в лагранжевой и эйлеровой формах. Кинематический смысл дивергенции поля скоростей в эйлеровом описании. Изохорические движения, несжимаемость.</p> <p>Траектории движения, линии тока. Установившееся (стационарное) движение. Вихрь поля скоростей (в эйлеровом описании), вихревые линии, вихревые поверхности. Кинематические теоремы Гельмгольца о вихревых трубках. Безвихревые (потенциальные) движения.</p>
3.3	Деформации материальных частиц среды.	<p>Понятие деформации элементарных материальных частиц по Коши. Аффинор деформации, однородная деформация. Полярное разложение аффинора деформации: правый и левый тензоры растяжений (чистой деформации), тензор вращений (поворота), правые и левые главные оси деформации, главные удлинения. Примеры: жесткое движение, чистая деформация.</p> <p>Кратности удлинений элементарных материальных волокон и изменение углов между ними в процессе деформации. Подходы Коши-Грина и Коши-Альманзи к описанию деформаций. Меры деформаций Коши и Альманзи, тензоры деформаций Грина и Альманзи.</p> <p>Ориентированные элементарные площадки и элементарные объемы. Деформации элементарных площадок и объемов.</p>
3.4	Тензоры дисторсий.	<p>Тензоры дисторсий. Выражение тензоров деформаций Грина и Альманзи через вектор перемещений, компонентные представления. Аддитивные тензоры растяжений и поворота. Случаи малых деформаций, малых дисторсий, классический случай «малых деформаций» (малые дисторсии и перемещения). Линейный тензор деформаций Коши.</p> <p>Относительное удлинение материального волокна, (угловой) сдвиг двух материальных волокон, относительное изменение объема в случаях малых деформаций и малых дисторсий (а также в классическом случае малых деформаций). Кинематический смысл декартовых компонент линейного тензора деформаций Коши.</p>
3.5	Наложение деформаций.	<p>Замена отсчетной конфигурации. Актуальная конфигурация в качестве новой отсчетной (относительное описание). Наложение деформаций. Тензоры скоростей дисторсий, скоростей деформаций и скоростей вращений (спин), их связь с тензорами дисторсий, деформаций и вращений относительного описания. Связь тензоров скоростей деформаций и скоростей вращений с тензорами растяжений и поворота отсчетного (лагранжева) описания.</p> <p>Кинематический смысл спина и тензора скоростей деформаций, скорость относительного удлинения волокна, скорость (углового) сдвига двух волокон, скорость относительного изменения объема.</p> <p>Аналогия теории скоростей деформаций и классического случая малых деформаций. Ротор векторного и тензорного полей, следствия формулы Стокса для потенциальных и безвихревых полей. Уравнения совместности Сен-Венана, тензор несовместности.</p>
3.6	Теория напряжений.	<p>Напряженное состояние среды. Постулат Коши. Основная лемма и фундаментальная теорема Коши о существовании тензора напряжений. Тензор истинных напряжений Коши. Нормальные и касательные напряжения, смысл декартовых компонент тензора напряжений. Теорема взаимности Коши, свойство парности касательных напряжений (декартовых компонент напряжений). Главные оси напряжений, главные напряжения. Пример напряженного состояния при одноосном растяжении.</p> <p>Тензоры условных напряжений Пиолы-Кирхгофа первого и второго рода, «энергетический» тензор напряжений Ильюшина. Лагранжево и смешанное описание напряженного состояния. Связь компонент тензоров напряжений в лагранжевых (в отсчетной и актуальной</p>

		конфигурациях) и смешанном базисах. Связь между различными тензорами напряжений в случаях малых деформаций и малых дисторсий.
--	--	---

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Основные понятия и законы классической механики	5	0	5	10	20
2.	Основные гипотезы механики сплошной среды	5	0	5	10	20
3.	Деформации материальных частиц среды	6	0	6	5	17
4.	Тензоры дисторсий	6	0	6	5	17
5.	Наложение деформаций	6	0	6	5	17
6.	Теория напряжений	6	0	6	5	17
Итого:		34	0	34	40	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе изучения курса предусмотрена самостоятельная работа (в виде выполнения домашних заданий), а также проведение коллоквиума (в форме индивидуального собеседования) и контрольной работы.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<b>Ильюшин А.А.</b> Механика сплошной среды : учебник / А.А. Ильюшин. – М.: изд-во Ленанд, 2014. – 320 с.
2.	<b>Мейз Дж.</b> Теория и задачи механики сплошных сред : учебное пособие / Дж. Мейз. – М.: Либроком, 2010. – 322 с.
3.	<b>Эглит М.А.</b> Лекции по основам механики сплошных сред : учебное пособие / М.А. Эглит. – М.: Ленанд, 2014. – 208 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	<b>Трусделл К.</b> Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред : учебник / К. Трусделл. – М.: Мир, 1975. – 592 с.
5.	<b>Седов Л.И.</b> Механика сплошной среды : учебник. В 2 т. Т.1. / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1984. – 492 с. ( см. <a href="https://vk.com/mehss">https://vk.com/mehss</a> )
6.	<b>Ильюшин А.А.</b> Задачи и упражнения по механике сплошной среды : учебное пособие / А.А. Ильюшин [и др.] – М.: изд-во МГУ, 1979. – 200 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
7.	<b>Бухгольц Н.Н.</b> Основной курс теоретической механики : Учебник для гос. ун-тов / Н.Н. Бухгольц; В переработке и с дополнениями С.М. Тарга. — Ч.1: Кинематика, статика, динамика материальной точки. — М. : Наука, 1972. — 467с., <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b7103.djvu">http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b7103.djvu</a> >

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	<b>Седов Л.И.</b> Механика сплошной среды : учебник. В 2 т. Т.1. / Л.И. Седов. — М.: Наука, 1984. — 492 с. ( см. <a href="https://vk.com/mehss">https://vk.com/mehss</a> )
2	<b>Ильюшин А.А.</b> Задачи и упражнения по механике сплошной среды : учебное пособие / А.А. Ильюшин [и др.] — М.: изд-во МГУ, 1979. — 200 с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, аудитории для лабораторных, компьютер, мультимедийный проектор, доска (мел, маркеры).

## 19. Фонд оценочных средств

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<b>ОПК-1</b> Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	<b>ЗНАТЬ:</b> основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики; <b>УМЕТЬ:</b> доказывать теоремы данного курса и применять изученную теорию при решении задач по кинематике и динамике, используя при этом методы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и дифференциальных уравнений; <b>владеть:</b> методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.	Разделы 1–6	Комплект КИМ, контрольная работа
<b>ПК-2</b> Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в	<b>УМЕТЬ:</b> анализировать физические аспекты в классических постановках	Разделы 1–6	Комплект КИМ,

классических постановках математических задач и задач механики	математических задач и задач механики		контрольная работа
<b>Промежуточная аттестация</b>			Комплект КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), умеет доказывать теоремы, способен иллюстрировать ответ примерами и применять теоретические знания при решении задач.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами и применять теоретические знания при решении задач, но допускает ошибки в доказательстве теорем.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, но не умеет доказывать теоремы.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Обучающийся не владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины).	–	<i>Неудовлетворительно</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся не владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины).	–	<i>Не зачтено</i>

## 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Вопросы к коллоквиуму


1. Предмет и область применения механики сплошной среды (МСС). Основные гипотезы и понятия МСС (гипотеза сплошности; гипотеза о пространстве и времени; декартова система отсчета; частица среды; плотность среды; закон движения, скорость и ускорение точки сплошной среды).
2. Метод Лагранжа и метод Эйлера изучения сплошной среды. Индивидуальная (полная) производная по времени.
3. Тензоры второго ранга : определение диадного произведения элементов линейного пространства, определение тензора, сложение тензоров и умножение тензора на число.



4. Симметричные и антисимметричные тензоры второго ранга : определение и три теоремы.
5. Векторное произведение двух векторов (определение и формула для вычисления координат).
6. Движение твердого тела : определение твердого тела; поступательное движение твердого тела; вращательное движение твердого тела (вывод формулы, связывающей скорость точки и вектор угловой скорости); теорема Эйлера (без доказательства).
7. Производная Фреше отображения, действующего в линейных нормированных пространствах (определение; примеры для конечномерных пространств; матрица Якоби). Дифференциал Фреше.
8. Некоторые свойства матриц (четыре свойства; первое – без доказательства).
9. Перемещение твердого тела в пространстве. Вывод формулы для приближенного вычисления вектора перемещения точки твердого тела (два случая).
10. Перемещение малой частицы сплошной среды. Вывод формулы для приближенного вычисления вектора перемещения точки частицы сплошной среды. Тензор малых деформаций. Примеры.
11. Распределение скоростей в малой частице сплошной среды. Вывод формулы для приближенного вычисления вектора скорости точки частицы сплошной среды. Тензор скоростей деформаций.
12. Двойные интегралы : определение, способы вычисления. Пример (центр масс плоской пластины).
13. Поверхностные интегралы первого типа : определение, способ вычисления. Примеры (центр масс тяжелой поверхности; сила притяжения точки тяжелой поверхностью).
14. Тройные интегралы : определение, способы вычисления. Примеры (вычисление массы тела; центр масс тяжелого тела; сила притяжения точки тяжелым телом).
15. Вектор нормали к гладкой поверхности. Формула Остроградского (для тела, ограниченного кусочно-гладкой поверхностью) (без доказательства).
16. Векторное поле. Дивергенция вектора. Поле скоростей. Индивидуальный подвижный объем сплошной среды (ИПО СС). Дифференцирование по времени интеграла по ИПО (формула производной по времени – без доказательства).
17. Уравнение неразрывности (в переменных Эйлера и переменных Лагранжа).
18. Силы, действующие на точки сплошной среды : внутренние и внешние силы; массовые и поверхностные силы. Плотность силы. Примеры.
19. Скорость изменения импульса (количества движения) системы материальных точек. Уравнение количества движения для ИПО СС.

### 19.3.2 Комплект КИМ

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

  
Каменский М.И.  
*подпись, расшифровка подписи*

30.06.2018

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.05.01\_\_\_ фундаментальные математика и механика

Дисциплина \_\_\_ Б1.Б.31 Основы и математические модели механики сплошной среды

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*очное, очно-заочное, заочное*

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
*экзамен, зачет*

Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
*текущая, промежуточная*


### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Предмет и область применения механики сплошной среды (МСС). Основные гипотезы и понятия МСС (гипотеза сплошности; гипотеза о пространстве и времени; декартова система отсчета; частица среды; плотность среды; закон движения, скорость и ускорение точки сплошной среды).

2. Полярное разложение аффинора деформации: правый и левый тензоры растяжений (чистой деформации), тензор вращений (поворота), правые и левые главные оси деформации, главные удлинения. Примеры: жесткое движение, чистая деформация.

Преподаватель  Сапронова Т.Ю.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

  
Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи

30.06.2018

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.05.01\_\_\_ фундаментальные математика и механика

Дисциплина \_\_\_ Б1.Б.31 Основы и математические модели механики сплошной среды

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
очное, очно-заочное, заочное

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
экзамен, зачет

Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
текущая, промежуточная


### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Метод Лагранжа и метод Эйлера изучения сплошной среды. Индивидуальная (полная) производная по времени.

2. Подходы Коши-Грина и Коши-Альманзи к описанию деформаций. Меры деформаций Коши и Альманзи, тензоры деформаций Грина и Альманзи.

Преподаватель   
Сапронова Т.Ю.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

  
Каменский М.И.  
*подпись, расшифровка подписи*

30.06.2018

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.05.01\_\_\_ фундаментальные математика и механика

Дисциплина \_\_\_ Б1.Б.31 Основы и математические модели механики сплошной среды

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*очное, очно-заочное, заочное*

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
*экзамен, зачет*


Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
*текущая, промежуточная*

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Тензоры второго ранга : определение диадного произведения элементов линейного пространства, определение тензора, сложение тензоров и умножение тензора на число.
2. Ориентированные элементарные площадки и элементарные объемы. Деформации элементарных площадок и объемов.

Преподаватель   
Сапронова Т.Ю.,  
*подпись расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

  
Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи

30.06.2018

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.05.01\_\_\_ фундаментальные математика и механика

Дисциплина \_\_\_ Б1.Б.31 Основы и математические модели механики сплошной среды

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*очное, очно-заочное, заочное*

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
*экзамен, зачет*


Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
*текущая, промежуточная*

#### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Движение твердого тела : определение твердого тела; поступательное движение твердого тела; вращательное движение твердого тела (вывод формулы, связывающей скорость точки и вектор угловой скорости); теорема Эйлера.
2. Тензоры дисторсий. Выражение тензоров деформаций Грина и Альманзи через вектор перемещений, компонентные представления.

Преподаватель   
Сапронова Т.Ю.  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой функционального  
анализа и операторных уравнений

  
Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи

30.06.2018

Направление подготовки / специальность \_\_\_01.05.01\_\_\_ фундаментальные математика и механика

Дисциплина \_\_\_ Б1.Б.31 Основы и математические модели механики сплошной среды

Форма обучения \_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*очное, очно-заочное, заочное*

Вид контроля \_\_\_ зачет \_\_\_\_\_  
*экзамен, зачет*

Вид аттестации \_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_  
*текущая, промежуточная*

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Перемещение твердого тела в пространстве. Вывод формулы для приближенного вычисления вектора перемещения точки твердого тела (два случая).
2. Случаи малых деформаций, малых дисторсий, классический случай «малых деформаций» (малые дисторсии и перемещения). Линейный тензор деформаций Коши.

Преподаватель   
Сапронова Т.Ю.  
подпись расшифровка подписи

### 19.3.3 Комплект заданий для контрольной работы

**Вариант 1**

1. Ввести пространственную систему координат и лагранжевы координаты частиц и найти закон движения, если твердое тело движется поступательно со скоростью, постоянной по направлению и имеющей постоянную величину  $\mathbf{v}$ .
2. Плотность каждой индивидуальной частицы несжимаемой среды остается постоянной. Может ли в какой-нибудь точке пространства происходить изменение плотности со временем?
3. Показать, что любой тензор второго ранга представляется в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Единственно ли такое представление?

**Вариант 2**

1. Ввести пространственную систему координат и лагранжевы координаты частиц и найти закон движения, если твердое тело вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью.
2. Могут ли частицы среды двигаться ускоренно, если:
  - а) скорости всех частиц одинаковы?
  - б) в каждой точке пространства скорость не изменяется со временем?
3. Найти общий вид тензора второго ранга  $t$ , если во всяком ортонормированном базисе его компонента  $t_{12}$  равна нулю.

## 19.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос на коллоквиуме); письменных работ (контрольные работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, или практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений, навыков и опыт деятельности.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.