

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**

**С2.Б.4 Механика деформируемого твердого тела**

- 1. Код и наименование направления подготовки / специальности:** 01.05.01  
фундаментальные математика и механика.
- 2. Профиль подготовки / специализации:** теория функций и приложения,  
математический анализ 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:** 2018–2019 **Семестр(ы):** девятый
- 9. Цели и задачи учебной дисциплины:** познакомить студентов с общими  
принципами механики деформируемого твердого тела, а также научить их  
решать задачи по механике континуума.

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

Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Механика деформируемого твердого тела»:

- 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><b>знать:</b> основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики;</p> <p><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;</p> <p><b>владеть:</b> методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.</p>
ПК-1	способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	<p><b>уметь:</b> анализировать поставленную задачу и выбирать корректный метод ее решения</p>

**12. Структура и содержание учебной дисциплины**

**12.1. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации — зачет.**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	В том числе интерактивные часы	По семестрам	
			сем. 9	
Аудиторные занятия	42		42	
в том числе: лекции	14		14	
практические	0		0	
лабораторные	28		28	
Самостоятельная работа	32		32	
Итого:	74		74	
Форма промежуточной аттестации	Зачет		Зачет	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Общие законы механики	Абсолютное пространство и абсолютное время. Декартова система отсчета (ДСО). Закон движения материальной точки в ДСО. Скорость и ускорение материальной точки. Твердое тело. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Силы, действующие на точки материальной системы. Теорема об изменении импульса системы. Теорема об изменении кинетического момента системы. Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Момент инерции твердого тела относительно оси вращения.
1.2	Основы механики деформируемого тела	Модель сплошной среды. Деформация и поворот. Поле скоростей. Объемное расширение и баланс массы. Напряжения и баланс импульсов. Баланс моментов и его следствия. Виртуальная работа. Законы термодинамики. Определяющие уравнения.
1.3	Классическая линейная упругость	Полная система уравнений. Общие теоремы статики. Уравнения в перемещениях. Уравнения совместности. Вариационные принципы. Кручение стержней. Плоская задача. Контактные задачи. Температурные деформации.
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Общие законы механики	Абсолютное пространство и абсолютное время. Декартова система отсчета (ДСО). Закон движения материальной точки в ДСО. Скорость и ускорение материальной точки. Твердое тело. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Силы, действующие на точки материальной системы. Теорема об изменении импульса системы. Теорема об изменении кинетического момента системы. Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Момент инерции твердого тела относительно оси вращения.
3.2	Основы механики деформируемого тела	Модель сплошной среды. Деформация и поворот. Поле скоростей. Объемное расширение и баланс массы. Напряжения и баланс импульсов. Баланс моментов и его следствия. Виртуальная работа. Законы термодинамики. Определяющие уравнения.
3.3	Классическая линейная упругость	Полная система уравнений. Общие теоремы статики. Уравнения в перемещениях. Уравнения совместности. Вариационные принципы. Кручение стержней. Плоская задача. Контактные задачи. Температурные деформации.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Общие законы механики	4		8	10	22
2.	Основы механики деформируемого тела	6		10	12	28
3.	Классическая линейная упругость	4		10	10	24
Итого:		14		28	32	74

### 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).

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<b>Елисеев В.В.</b> Механика деформируемого твердого тела : учебник / В.В. Елисеев. – СПб.: изд-во Политех. ун-та, 2006. – 231 с.
2.	<b>Ватульян А.О.</b> Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела: учебное пособие / А.О. Ватульян. – М.: Физматлит, 2007. – 224 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	<b>Толоконников Л.А.</b> Механика деформируемого твердого тела : учебник / Л.А. Толоконников. – М.: Высшая школа, 1979. – 318 с.
4.	<b>Работнов Ю.Н.</b> Механика деформируемого твердого тела : учебник / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1988. – 712 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
5.	<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> >
6.	Прядко И.Н., Садовский Б.Н. Динамика 2 (конспект лекций). <URL: <a href="http://bsadovskiy.ru/include/6/6-7.pdf?1368508951">http://bsadovskiy.ru/include/6/6-7.pdf?1368508951</a> >.

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

№ п/п	Источник
1	<b>Толоконников Л.А.</b> Механика деформируемого твердого тела : учебник / Л.А. Толоконников. – М.: Высшая школа, 1979. – 318 с.
2	<b>Работнов Ю.Н.</b> Механика деформируемого твердого тела : учебник / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1988. – 712 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)
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><b>ЗНАТЬ:</b> основные понятия, законы и теоремы кинематики и динамики;</p> <p><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;</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами построения и дальнейшего исследования математических моделей механических систем.</p>	Все три раздела	Комплект КИМ
ПК-1 Способность к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать поставленную задачу и выбирать корректный метод ее решения</p>	Все три раздела	Комплект КИМ
<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 (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.3.1 Вопросы к коллоквиуму по теме «Общие законы механики»**

1. Абсолютное пространство и абсолютное время. Материальные точки. Декартова система отсчета (ДСО). Закон движения материальной точки в ДСО. Скорость и ускорение материальной точки. Твердое тело. Сила.
2. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.
3. Цилиндрическая система координат. Выражение скорости и ускорения через цилиндрические координаты.
4. Векторное и смешанное произведения векторов.
5. Силы, действующие на точки материальной системы. Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса системы. Закон сохранения импульса системы.
6. Кинетический момент системы материальных точек (определение). Теорема об изменении кинетического момента системы.
7. Центр масс системы материальных точек (определение). Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Центр масс с точки зрения «механики сплошной среды».
8. Осевые кинетические моменты системы материальных точек (определение). Выражение момента  $M_z$  через цилиндрические координаты. Теорема об изменении момента  $M_z$ .
9. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела относительно оси вращения. Пример (фигурист). Момент инерции твердого тела с точки зрения «механики сплошной среды».
10. Теорема Гюйгенса–Штейнера.

### 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.36 Механика деформируемого твердого тела

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

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

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

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Силы, действующие на точки материальной системы. Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса системы.


Закон сохранения импульса системы.

2. Модель сплошной среды. Оператор Гамильтона. Деформация и поворот. Тензор деформации.

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.36 Механика деформируемого твердого тела

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

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


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

## Контрольно-измерительный материал № 2

1. Кинетический момент системы материальных точек (определение). Теорема об изменении кинетического момента системы.
2. Поле скоростей. Тензор скоростей деформаций. Объемное расширение и баланс массы.

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.36 Механика деформируемого твердого тела

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

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

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


### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Центр масс системы материальных точек (определение). Теорема о движении центра масс системы материальных точек. Центр масс с точки зрения «механики сплошной среды».

2. Напряжения и баланс импульсов. Формула Коши. Баланс моментов и его следствия.

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.36 Механика деформируемого твердого тела

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

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


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

### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Осевые кинетические моменты системы материальных точек (определение). Выражение момента  $M_z$  через цилиндрические координаты. Теорема об изменении момента  $M_z$ .
2. Полная система уравнений. Общие теоремы статики.

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.36 Механика деформируемого твердого тела

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

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

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

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела относительно оси вращения. Пример (фигурист). Момент инерции твердого тела с точки зрения «механики сплошной среды».

2. Уравнения в перемещениях. Уравнения совместности.

Преподаватель   
Сапронова Т.Ю.  
подпись расшифровка подписи

#### **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.