

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Утверждено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Сопротивление материалов

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

*код и название*

образовательная программа

Инновационные ядерные технологии

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2024 г.**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – Формирование у студентов научного мировоззрения в области надежности и долговечности элементов конструкций и оборудования: обучение базовым способам прочностного расчета и применение его результатов в решении вопросов надежности конструкций.

Задачи дисциплины - Обеспечение студента минимумом фундаментальных инженерных знаний, на базе которых будущий специалист сможет успешно изучать конструкторско-технологические и специальные дисциплины, проводить рабочее проектирование типовых деталей и оборудования в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- «Математический анализ».
- «Аналитическая геометрия».
- «Линейная алгебра».
- «Дифференциальные и интегральные уравнения».
- «Физика».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- «Конструкции ядерных реакторов».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO	З-ПК-4 – Знать: типовые методики планирования и проектирования систем У-ПК-4 – Уметь: использовать стандартные средства автоматизации проектирования В-ПК-4 – Владеть: методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul>
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства</li> </ul>

		профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала по дисциплинам, предусматривающим курсовые работы (проекты) для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Вид работы	Количество часов на вид работы:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	64
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	16
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>28</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1	<b>1. Статика твердого тела</b>	<b>2</b>	<b>0</b>			<b>4</b>
1	1.1. Содержание и основные задачи курса, его роль в	1	0			2

	подготовке инженеров.					
1	1.2. Основные понятия, теоремы и аксиомы статики. Связи и реакции связей, действие и противодействие, метод сечения. Задачи элементарной статик.	1	0			2
2-3	<b>2. Растяжение, сжатие</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
2	2.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.	2	4	2		2
3	2.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.	2	4	2		2
4-6	<b>3. Изгиб</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>6</b>
4	3.1. Условия плоского изгиба балок. Статически определимые балки, силы и моменты в поперечных сечениях балки. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности.	2	2	2		2
5	3.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок.	2	2	2		2
6	3.3. Изгиб балок в плоскости, которая не является плоскостью симметрии.	2	2	2		2
7-8	<b>4. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>		<b>4</b>
7	4.1. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния. Двухосное напряженное состояние.	2	3	0		2

	Круговая диаграмма двухосного напряженного состояния. Главные напряжения. Трехосное напряженное состояние. Круг Мора при трехосном напряженном состоянии. Тензор напряжений.					
8	4.2. Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела. Обобщенный закон Гука.	2	3	0		2
9-10	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
9	5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений.	2	3	2		2
10	5.2. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет пружин.	2	3	2		2
11-13	<b>6. Расчет на прочность составных оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>3</b>
11-13	6.1. Определение внутренних сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек. Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.	6	6	4		3
14-16	<b>7. Температурные напряжения</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>3</b>
14-16	7.1. Определение напряжений, обусловленных ограничением температурных деформаций, температурные напряжения. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии и наличии температурных деформаций. Температурные напряжения при упругом взаимодействии элементов механической системы. Температурные напряжения в	6	0	0		3

	стенках сосудов с различными внутренними и внешними					
	<b>Итого за 3 семестр:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>		<b>28</b>
	<b>Всего:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>		<b>28</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	<b>1. Статика твердого тела</b>	
1	1.1. Содержание и основные задачи курса, его роль в подготовке инженеров.	В данном курсе изучаются основы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.
1	1.2. Основные понятия, теоремы и аксиомы статики. Связи и реакции связей, действие и противодействие, метод сечения. Задачи элементарной статики.	Связи и реакции связей, действие и противодействие, метод сечения. Задачи элементарной статики.
2-3	<b>2. Растяжение, сжатие</b>	
2	2.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.	Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.
3	2.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.	Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии
4-6	<b>3. Изгиб</b>	
4	3.1. Условия плоского изгиба балок. Статически определимые балки, силы и моменты в поперечных сечениях балки. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности.	Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности
5	3.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок.	Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок
6	3.3. Изгиб балок в плоскости, которая не является плоскостью симметрии.	Определение эксцентриситета.
7-8	<b>4. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	
7	4.1. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и	Двухосное напряженное состояние. Круговая диаграмма двухосного напряженного

	сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния. Двухосное напряженное состояние. Круговая диаграмма двухосного напряженного состояния. Главные напряжения. Трехосное напряженное состояние. Круг Мора при трехосном напряженном состоянии. Тензор напряжений.	состояния. Главные напряжения. Трехосное напряженное состояние. Круг Мора при трехосном напряженном состоянии. Тензор напряжений.
8	4.2. Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела. Обобщенный закон Гука.	Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела.
9-10	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	
9	5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений.	Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений
10	5.2. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет пружин.	Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет пружин.
11-13	<b>6. Расчет на прочность составных оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	
11-13	6.1. Определение внутренних сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек. Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.	Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.
14-16	<b>7. Температурные напряжения</b>	
14-16	7.1. Определение напряжений, обусловленных ограничением температурных деформаций, температурные напряжения. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии и наличии температурных деформаций. Температурные напряжения при упругом взаимодействии элементов механической системы. Температурные напряжения в стенках сосудов с различными внутренними и внешними	Закон Гука при одноосном напряженном состоянии и наличии температурных деформаций. Температурные напряжения при упругом взаимодействии элементов механической системы. Температурные напряжения в стенках сосудов с различными внутренними и внешними температурами

*Практические/семинарские занятия*

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
2-3	<b>2. Растяжение, сжатие</b>	
2	2.1. Напряжения и деформации при	Статически определимые и статически

	растяжении и сжатии призматического бруса. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.	неопределимые системы при растяжении и сжатии.
3	2.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.	
4-6	<b>3. Изгиб</b>	
4	3.1. Условия плоского изгиба балок. Статически определимые балки, силы и моменты в поперечных сечениях балки. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности.	Определение условия плоского изгиба балок.
5	3.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок.	
6	3.3. Изгиб балок в плоскости, которая не является плоскостью симметрии.	
7-8	<b>4. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	
7	4.1. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния. Двухосное напряженное состояние. Круговая диаграмма двухосного напряженного состояния. Главные напряжения. Трехосное напряженное состояние. Круг Мора при трехосном напряженном состоянии. Тензор напряжений.	Определение круговой диаграммы Мора одноосного напряженного состояния.
8	4.2. Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела. Обобщенный закон Гука.	
9-10	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	
9	5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений.	Расчет на прочность и жесткость при кручении.
10	5.2. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет	

	пружины.	
11-13	<b>6. Расчет на прочность составных оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	
11-13	6.1. Определение внутренних сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек. Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.	Определение внутренних сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек.

### Лабораторные занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
2-3	<b>2. Растяжение, сжатие</b>	
2	2.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.	Испытания материалов на растяжение.
3	2.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.	
4-6	<b>3. Изгиб</b>	
4	3.1. Условия плоского изгиба балок. Статически определимые балки, силы и моменты в поперечных сечениях балки. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности.	Исследование напряженного состояния балки при чистом изгибе. Определение перемещений балки при изгибе.
5	3.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок.	
6	3.3. Изгиб балок в плоскости, которая не является плоскостью симметрии.	
9-10	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	
9	5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезовые соединения. Расчет на прочность сварных соединений.	Испытания материалов на кручение.
10	5.2. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет пружин.	
11-13	<b>6. Расчет на прочность составных оболочечных конструкций. Сосуды под</b>	

	<b>давлением жидкости и газа</b>	
11-13	6.1. Определение внутренних сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек. Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.	Определение критической силы для сжатых стержней. Испытания материалов на растяжение.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Соппротивление материалов», утверждено на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «25» августа 2023 г.)

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 3 семестр</b>			
1.	Раздел 1. Статика твердого тела.	3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	КР 1
2.	Раздел 2. Растяжение, сжатие.		
3.	Раздел 3. Изгиб.		
4.	Раздел 4. Исследование напряженного и деформированного состояний.		
5.	Раздел 5. Сдвиг и кручение.	3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	КР2
6.	Раздел 6. Расчет на прочность составных оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа.		
7.	Раздел 7. Температурные напряжения.		
<b>Промежуточная аттестация, 3 семестр</b>			
	экзамен	3-ПК-4; У-ПК-4; В-ПК-4	Экзаменационный билет (Вопрос 1 и 2)

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
КР1	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
КР2	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<b>Сумма баллов</b>	<b>Оценка по 4-х балльной шкале</b>	<b>Оценка ECTS</b>	<b>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</b>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70-74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная учебная литература:**

1. Балабин И.В. Основы теории пластичности в приложении к проектированию автотракторных конструкций: учебное пособие для студ., обуч. по спец. «Автомобиле- и тракторостроение» (УМО)/ И.В. Балабин, Н.Л. Осипов, И.С. Чабунин.- М., 2011.
2. Н.М.Беляев Сопротивление материалов Москва «Наука», 2014г.
3. Исаченко В.В. Сопротивление материалов: руководство к решению задач в 2-х ч.: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направ. 150300 «Прикладная механика» (УМО). Ч. 1 / В.В. Исаченко, М.И. Мартиросов, В.И. Щербаков.- 2-е изд., испр.- М., 2010.

4. Липовцев Ю.В. Справочные материалы по расчету элементов на прочность: Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ, 2010. – 60 с.
5. Кузьмин, Л. Ю. Сопротивление материалов: учебное пособие / Л. Ю. Кузьмин, В. Н. Сергиенко, В. К. Ломунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2056-8. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168995>.

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Вольмир А.С. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов.
2. Сопротивление материалов: сборник расчетно-проектировочных заданий и методические указания к их выполнению: методические указания / составители А. В. Андреев [и др.]; под редакцией Ю. А. Куликова. — 5-е изд. — Йошкар-Ола: ПГТУ, 2010. — 92 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63177>.
3. Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие / Н. М. Беляев, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В. А. Шерстнев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0865-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167380>.

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Не требуется.

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Лекционные занятия.**

Основной целью лекционных занятий является изложение теоретических проблем дисциплины «Сопротивление материалов». Лекционные занятия проводятся в следующей форме: преподаватель в устной форме излагает тему, а студенты записывают ее основные положения. Помимо теоретических положений, преподаватель приводит практические примеры, которые позволяют лучше понять теоретическую сущность излагаемой проблемы. Конспекты позволяют студенту не только получить больше информации на лекции, но и правильно его структурировать, а в дальнейшем - лучше освоить. Кроме этого они дисциплинируют студентов, заставляя их постоянно следить за изложением лекционного материала. Если студенту что-то непонятно по содержанию лекции, он может задать вопрос преподавателю в конце лекции.

**Практические занятия.**

Для закрепления теоретических знаний по изучаемым проблемам на лекциях проводятся семинарские занятия. Тематика семинарских занятий приведена в тематическом плане Рабочей программы, там же указано количество часов по темам.

К каждому практическому занятию необходимо тщательно готовиться: прочитать конспект лекции по данной теме, рекомендуемую основную и дополнительную литературу.

**Лабораторные работы.**

При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методикой проведения лабораторных работ. При выполнении работы четко следовать всем указаниям преподавателя. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических основах применяемых для решения конкретных дифференциальных уравнений.

**12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения.

Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### ***12.1. Перечень информационных технологий***

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- Интерактивное общение с помощью программы skype;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

### ***12.2. Перечень программного обеспечения***

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

### ***12.3. Перечень информационных справочных систем***

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK);
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru>;
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;

8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

### **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Лекционные/практические занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

Лабораторные занятия:

Учебные аудитории Ресурсного центра ИАТЭ НИЯУ МИФИ с испытательными машинами и универсальным учебным комплексом для обучения на основе опыта/эксперимента.

### **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

#### ***14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине***

Применяемые на лекционных занятиях:

- Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)

- Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических занятиях:

- Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных задач).

- Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предполагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике).

#### ***14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)***

##### **Темы для самостоятельного изучения:**

1. Теоремы Вариньона и Пуансо.
2. Что характеризует модуль Юнга, его геометрический смысл?
3. Что установил Гук в опытах на растяжение (сжатие), изгиб материалов?
4. Что такое коэффициент Пуассона?
5. Обобщенный закон Гука.
6. Построение эпюр  $Q_x$  и  $M_x$  от внешних сил.
7. Устойчивость балок, стоек. Формулы Эйлера и Тетмайера – Ясинского.
8. Расчет тонкостенных сосудов под действием газа и жидкости. Уравнение Лапласа.

#### ***14.3. Краткий терминологический словарь***

##### **1. Сопротивление материалов**

*Strengthofmaterials. Mechanicsofmaterials*

Наука об инженерных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и сооружений.

##### **2. Строительная механика. Нрк Теория сооружений**

*Theoryofstructures. Analysisofstructures. Structural mechanics*

Наука о расчете сооружений (строительных конструкций) на прочность, жесткость и устойчивость.

### **3. Сосредоточенная сила**

*Concentrated load*

Равнодействующая поверхностных сил, распределенных по поверхности, размеры которой малы по сравнению с расстоянием до точки, в которой определяются компоненты напряженного и деформированного состояния.

### **4. Сплошная нагрузка**

*Distributed load. Continuous load*

Нагрузка, точки приложения которой непрерывно заполняют данный отрезок или данную площадку.

### **5. Интенсивность нагрузки**

*Intensity of distributed load. Intensity of load*

Предел отношения величины равнодействующей нагрузки, непрерывно распределенной по данной поверхности (или линии) к величине площади (или длине линии), если последняя стремится к нулю.

### **6. Опора**

*Support*

Устройство, соединяющее сооружение с его основанием и налагающее ограничения на его перемещения.

### **7. Защемляющая неподвижная опора**

*Fixed end*

Опора, не допускающая никаких перемещений

*Axial tension (compression)*

Деформация бруса, при которой в его поперечных сечениях возникает единственный силовой фактор – продольная сила.

### **9. Срез**

*Shear. Cut*

Деформация бруса, при котором в его поперечных сечениях возникает единственный силовой фактор – поперечная сила.

### **10. Кручение**

*Torsion*

Деформация бруса, при которой в его поперечных сечениях возникает единственный внутренний силовой фактор – крутящий момент.

### **11. Изгиб**

*Bending*

Деформация бруса, при которой в его поперечных сечениях возникают изгибающие моменты. Если одновременно с изгибающими моментами возникают и поперечные силы, то изгиб называют поперечным (shear); если поперечные силы не возникают, изгиб называют чистым (pure).

### **12. Брус**

*Beam. Bar*

Тело, у которого два размера малы по сравнению с третьим. В частном случае брус может иметь постоянную площадь поперечного сечения и прямолинейную ось.

### **13. Массив**

*Massif*

Тело, у которого все три размера одного порядка.

### **14. Статический момент площади**

*First moments of area*

Взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на их расстояния до рассматриваемой оси.

### **15. Осевой момент инерции сечения**

*Moment of inertia of area*

Взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на

квадраты их расстояний до рассматриваемой оси.

#### **16. Полярный момент инерции круглого сечения**

*Polarmoment of inertia of area*

Взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на квадраты их расстояний до начала координат (центра тяжести сечения).

#### **17. Центробежный момент инерции сечения**

*Centrifugal moment of inertia of area*

Центробежным моментом инерции сечения относительно некоторых двух взаимно перпендикулярных осей называется взятая по всей его площади сумма произведений элементарных площадок на их расстояния от этих осей.

#### **18. Осевой момент сопротивления**

*Elastic section modulus*

Геометрическая характеристика прочности бруса, работающего на прямой изгиб.

#### **19. Полярный момент сопротивления**

*Polar section modulus*

Геометрическая характеристика прочности бруса круглого поперечного сечения при кручении.

#### **20. Напряжение**

*Stress*

Интенсивность внутренних сил в определенной точке данного сечения.

#### **21. Нормальное напряжение**

*Normal stress*

Составляющая напряжений, направленных по нормали к площадке ее действия.

#### **22. Касательное напряжение**

*Shearing stress*

Составляющая напряжений, лежащих в плоскости сечения.

#### **23. Переменное напряжение**

*Alternate stress*

Напряжения, переменные во времени, возникающие в элементах конструкции под действием нагрузок, переменных по величине или направлению, а также нагрузок, перемещающихся относительно рассматриваемого элемента.

#### **24. Допускаемое напряжение**

*Allowable stress*

Экспериментально установленное для рассматриваемого материала предельное значение напряжения, деленное на коэффициент запаса прочности.

#### **25. Главное напряжение**

*Principal stress*

Среди множества площадок, которые можно провести через исследуемую точку, имеются три взаимно перпендикулярные площадки, касательные напряжения на которых отсутствуют. Эти площадки и возникающие на них нормальные напряжения называются главными.

#### **26. Эквивалентное (приведенное) напряжение**

*Equivalent stress*

Напряжение одноосного растяжения (сжатия), равноопасного рассматриваемому сложному напряженному состоянию.

### **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

**Для лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

**Программу составил:**

\_\_\_\_\_ А.А. Росляков, к.т.н., доцент отд. ЯФиТ

**Рецензент:**

\_\_\_\_\_ А.С. Зевякин, ст. преподаватель отд. ЯФиТ