

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 / Strength of Materials

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

Nuclear Technologies

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний в области проведения инженерных расчётов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций, обеспечивающих требуемую надёжность и безопасность работы конструкций в условиях действия статических и динамических нагрузок; формирование комплекса знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

## 2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи дисциплины – формирование знаний об основах и методах проведения расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость элементов конструкций; формирование умений самостоятельно проводить расчеты на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций; формирование навыков проведения инженерных расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций.

## 3. 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: Инженерная и компьютерная графика.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Оборудование ядерных энергетических установок, Эксплуатация ядерных энергетических установок, Специальные методы расчета на прочность, Физико-химические методы анализа, Физическое материаловедение, Атомные электростанции, Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика, Производственная практика: преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

## 4. 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-6	Способность к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы	З-ПК-6 Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы. У-ПК-6 Уметь проектировать

		<p>основное оборудование атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы.</p> <p>В-ПК-6 Владеть навыками проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы.</p>
--	--	---

## 5. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплины «Сопротивление материалов» 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 (В14)	Использование воспитательного потенциала дисциплины «Сопротивление материалов» 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</li> </ul>

		числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.
Профессиональное и трудовое воспитание	Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)	Использование воспитательного потенциала дисциплины «Сопротивление материалов» для: - формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства 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.

**Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:**

1. Организация и проведение мероприятий, направленных на вовлечение студентов в научную, научно-исследовательскую деятельность с 1 курса, в том числе научного турнира ИАТЭ НИЯУ МИФИ и др.
2. Поддержка и развитие Студенческого научного общества ИАТЭ НИЯУ МИФИ.
3. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с выдающимися учеными и ведущими специалистами отраслей.
4. Организация и проведение предметных олимпиад и конкурсов профессионального мастерства.
5. Организация и проведение тематических встреч с ветеранами атомной отрасли

**6. 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>	48
В том числе:	
<i>лекции</i>	16
<i>практические занятия</i>	32
<i>лабораторные занятия</i>	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>зачет</i>	-
<i>зачет с оценкой</i>	-
<i>экзамен</i>	36
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>60</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>

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

**7.1. 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>	1	2			4
1	1.1. Содержание и основные задачи курса, его роль в подготовке инженеров	0,5	0			2
1	1.2. Основные понятия, теоремы и аксиомы статики	0,5	2			2
2-4	<b>2. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	3	6			11
2-3	2.1. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния.	2	4			7
4	2.2. Обобщенный закон Гука.	1	2			4

5-8	<b>3. Растяжение, сжатие</b>	4	8			14
5-6	3.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.	2	4			7
7-8	3.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.	2	4			7
9-11	<b>4. Изгиб</b>	3	6			11
9-10	4.1. 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	4			7
11	4.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок	1	2			4
12-14	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	4	8			16
12-13	5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений.	2	4			8
14	5.2. Кручение сплошного цилиндра. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Расчет на прочность и жесткость при кручении.	1	2			4
15-16	<b>6. Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	2	4			8
15-16	6.1. Определение внутренних	2	4			8

	сил в окружных и меридиональных сечениях по теории безмоментных оболочек. Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета.					
	<b>Всего:</b>	16	32			60

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

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

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	<b>1. Статика твердого тела</b>	
1	<b>1.1. Содержание и основные задачи курса, его роль в подготовке инженеров</b>	Основы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.
1	<b>1.2. Основные понятия, теоремы и аксиомы статики</b>	Связи и реакции связей, действие и противодействие, метод сечения. Задачи элементарной статики.
2-4	<b>2. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	
2-3	<b>2.1. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния.</b>	Двухосное напряженное состояние. Круговая диаграмма двухосного напряженного состояния. Главные напряжения. Трехосное напряженное состояние. Тензор напряжений.
4	<b>2.2. Обобщенный закон Гука.</b>	Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела.
5-8	<b>3. Растяжение, сжатие</b>	
5-6	<b>3.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.</b>	Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.
7-8	<b>3.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.</b>	Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии
9-11	<b>4. Изгиб</b>	
9-10	<b>4.1. Условия плоского изгиба балок. Статически определимые балки, силы и моменты в</b>	Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности

	поперечных сечениях балки. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок, условие прочности	
11	4.2. 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
12-14	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	
12-13	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
14	5.2. Кручение сплошного цилиндра. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Расчет на прочность и жесткость при кручении.	Кручение сплошного цилиндра. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет пружин
15-16	<b>6. Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	
15-16	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

*Практические/семинарские занятия*

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	<b>1. Статика твердого тела</b>	
1	1.2. Основные понятия, теоремы и аксиомы статики	Уравнения равновесия. Нахождение реакций в статически определимых системах.
2-4	<b>2. Исследование напряженного и деформированного состояний</b>	
2-3	2.1. 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. Тензор напряжений.
4	2.2. Обобщенный закон Гука.	Тензор деформации, связь компонентов тензора деформаций с перемещениями для линейно упругого тела.
5-8	<b>3. Растяжение, сжатие</b>	
5-6	3.1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Испытание на растяжение.	Напряжения и деформации в статически определимых и статически неопределимых системах при растяжении и сжатии

	<b>Диаграмма напряжений. Линейная упругость и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость.</b>	
7-8	<b>3.2. Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии.</b>	Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии
9-11	<b>4. Изгиб</b>	
9-10	<b>4.1. 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</b>	Расчет изгибаемых балок прямоугольного сечения. Определение поперечных сил и изгибающих моментов. Деформации и напряжения при изгибе. Расчет на прочность статически определимых балок
11	<b>4.2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок</b>	Расчет статически неопределимых балок
12-14	<b>5. Сдвиг и кручение</b>	
12-13	<b>5.1. Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений.</b>	Расчет на прочность одно- и двухсрезных заклепочных соединений. Расчет на прочность сварных соединений
14	<b>5.2. Кручение сплошного цилиндра. Деформации и напряжения полого тонкостенного цилиндра при кручении. Расчет на прочность и жесткость при кручении.</b>	Расчет сплошного и полого цилиндра на кручение
15-16	<b>6. Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа</b>	
15-16	<b>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.</b>	Расчет на прочность сосудов под давлением жидкости и газа. Примеры расчета

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

1. Методические рекомендации для преподавателя по дисциплине «Сопротивление материалов», утверждены ...
2. Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплины «Сопротивление материалов», утверждены ...

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

### 9.1. 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	ПК-6	Оценочное средство № 1.1 (КР)
2.	Раздел 2. Исследование напряженного и деформированного состояний	ПК-6	Оценочное средство № 1.1 (КР)
3.	Раздел 3. Растяжение, сжатие	ПК-6	Оценочное средство № 1.2 (КР)
4.	Раздел 4. Изгиб	ПК-6	Оценочное средство № 2.1 (КР)
5.	Раздел 5. Сдвиг и кручение	ПК-6	Оценочное средство № 2.2 (КР)
6.	Раздел 6. Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа	ПК-6	Оценочное средство № 2.2 (КР)
<b>Промежуточная аттестация, 3 семестр</b>			
	экзамен		Экзаменационный билет

### 9.2. 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».

### 9.3. 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</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Оценочное средство № 1.1</i>		9	15
<i>Оценочное средство № 1.2</i>		9	15
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
<i>Оценочное средство № 2.1</i>		9	15
<i>Оценочное средство № 2.2</i>		9	15
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Экзаменационный билет</i>	-	24	40
<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.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

#### **Определение бонусов и штрафов (необязательно)**

*Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра:*

*- за активную и регулярную работу на занятиях.*

**Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.**

*Штрафы: за несвоевременную сдачу контрольной точки 1 или 2 максимальная оценка может быть снижена на 3 балла, но не ниже минимального балла за оценочное средство*

#### 9.4. Шкала оценки образовательных достижений

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

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, 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 обучающемуся, 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»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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>		E	
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

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

### *а) основная учебная литература:*

1. Н.М.Беляев Сопротивление материалов Москва «Наука», 2014г.
2. 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.
3. Липовцев Ю.В. Справочные материалы по расчету элементов на прочность: Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ, 2010. – 60 с
4. Сапунов, В.Т. Классический курс сопротивления материалов в решениях задач [Текст] / В.Т. Сапунов. - Стереотип. изд. - Москва : URSS, 2021. - 154.

### *б) дополнительная учебная литература:*

1. Вольмир А.С. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов
2. Степин, П.А. Сопротивление материалов [Текст] : учебник для вузов / П. А. Степин. - изд. 7-е. - Москва : Высшая школа, 1983. - 303 с.

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

1. База данных «Электронно-библиотечная система elibrary» [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. Электронная библиотека — URL: <http://www.library.mephi.ru>

## 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Лекции.** 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.

**Контрольные работы.** При подготовке к контрольной необходимо повторить теоретический материал по лекциям и учебникам, просмотреть типичные задачи по теме, которые решались на занятиях и в домашних заданиях.

**Экзамен.** При подготовке к экзамену необходимо изучить теоретический материал, который выносится на экзамен, по конспекту лекций. Для лучшего понимания или в случае возникновения вопросов обратиться к рекомендуемым учебникам или Интернет-ресурсам. На консультациях активно выяснять возникшие вопросы. Экзамен является итоговой аттестацией по предмету за семестр, поэтому он требует систематизации всего лекционного и

практического материала. Для успешной сдачи экзамена требуется систематическая работа в семестре, активная самостоятельная работа с учебниками или Интернет-ресурсами.

### **13. 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.

#### ***13.1. Перечень информационных технологий***

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование Google meet, Power point и графического планшета при проведении дистанционных лекционных, практических и консультационных занятий.

#### ***13.2. Перечень программного обеспечения***

1. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
2. Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

#### ***13.3. Перечень информационных справочных систем***

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, <http://libcatalog.mephi.ru/>;
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система ВООК.ru, [www.book.ru](http://www.book.ru);
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система eLibrary» (ЭБС eLibrary);
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru](http://www.iprbooks.ru);
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru);
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»;
- 8) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 9) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

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

Учебная аудитория достаточной вместимости для потока (лекция) или группы (семинары), проектор и ноутбук. Доска и мел или маркер.

## 15. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Статика твердого тела			
1.1	Содержание и основные задачи курса, его роль в подготовке инженеров	лекция	0,5	мозговой штурм
1.2	Основные понятия, теоремы и аксиомы статики	лекция, практические занятия	2,5	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
2	Исследование напряженного и деформированного состояний			
2.1	Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Круговая диаграмма Мора одноосного напряженного состояния.	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
2.2	Обобщенный закон Гука	лекция, практические занятия	3	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
3	Растяжение, сжатие			
3.1	Напряжения и деформации при растяжении и сжатии призматического бруса. Напряжения в наклонных сечениях бруса при растяжении и сжатии. Испытание на растяжение. Диаграмма напряжений. Линейная упругость	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм

	и закон Гука. Расчет на прочность и жесткость			
3.2	Статически определимые и статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия деформации бруса при растяжении и сжатии	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
4	Изгиб			
4.1	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	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
4.2	Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и граничные условия. Расчет на жесткость при изгибе. Расчет статически неопределимых балок	лекция, практические занятия	3	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
5	Сдвиг и кручение			
5.1	Расчет на прочность заклепочных соединений. Одно- и двухсрезные соединения. Расчет на прочность сварных соединений	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм
5.2	Кручение сплошного цилиндра. Деформации и напряжения полого тонкостенного	лекция, практические занятия	3	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм

	цилиндра при кручении. Расчет на прочность и жесткость при кручении			
6	Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа			
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	лекция, практические занятия	6	проверка правильности выполнения домашнего задания, решение задач, мозговой штурм

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

1. Основные определения сопротивления материалов. Определение напряжения и деформации.
2. Гипотезы и предположения в сопротивлении материалов.
3. Основные типы опор, реакции в этих опорах. Основные типы элементов конструкции.
4. Тензор напряжений и его элементы. Дифференциальные уравнения равновесия для тензора напряжений. Взаимность касательных напряжений.
5. Напряжения в наклонной грани для плоского напряженного состояния. Главные напряжения и направления (определение и формулы). Круг Мора.
6. Тензор деформации и его элементы.
7. Закон Гука для стержня с осевой нагрузкой.
8. Потенциальная энергия деформации стержней с продольной нагрузкой.
9. Общая форма закона Гука для статической нагрузки.
10. Условия прочности и жесткости стержней с продольной нагрузкой.
11. Пластичные и хрупкие материалы и их характеристики.
12. Напряжения в наклонных сечениях стержней с продольной нагрузкой.
13. Круг Мора для стержней с продольной нагрузкой.
14. Условия статического равновесия. Определение реакций в основных типах балок.
15. Условия статического равновесия. Правило знаков. Построение эпюр  $M$  и  $V$  (показать на примере). Связь между изгибающим моментом и поперечной силой.
16. Нормальные напряжения и деформации при изгибе балок. Условие прочности.
17. Касательные напряжения и деформации при изгибе балок. Условие прочности.
18. Деформации балок. Дифференциальное уравнение кривой упругости.
19. Граничные условия изгиба балок (прогибы и уклоны).
20. Расчет статически неопределимых балок (на примере).
21. Прочность заклепочных соединений.
22. Закон Гука (с учетом термических деформаций) для стержней с продольной нагрузкой.
23. Прочность сварных соединений.
24. Кручение сплошного вала. Условия прочности и жесткости на кручение.
25. Прочность цилиндрических сосудов под давлением.
26. Прочность сферических сосудов под давлением.

27. Напряжения в балке из-за ограничения температурных деформаций.

### **15.3. Краткий терминологический словарь**

1. Сопротивление материалов – наука об инженерных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и сооружений.

2. Строительная механика (теория сооружений) – наука о расчете сооружений (строительных конструкций) на прочность, жесткость и устойчивость.

3. Сосредоточенная сила – 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 – нагрузка, точки приложения которой непрерывно заполняют данный отрезок или данную площадку.

5. Опора – устройство, соединяющее сооружение с его основанием и налагающее ограничения на его перемещения.

6. Защемляющая неподвижная опора – опора, не допускающая никаких перемещений

7. Осевое (центральное) растяжение (сжатие) – деформация бруса, при которой в его поперечных сечениях возникает единственный силовой фактор – продольная сила.

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

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

10. Изгиб – деформация бруса, при которой в его поперечных сечениях возникают изгибающие моменты. Если одновременно с изгибающими моментами возникают и поперечные силы, то изгиб называют поперечным; если поперечные силы не возникают, изгиб называют чистым.

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

12. Статический момент площади – взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на их расстояния до рассматриваемой оси.

13. Осевой момент инерции сечения – взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на квадраты их расстояний до рассматриваемой оси.

14. Полярный момент инерции круглого сечения – взятая по всей площади сечения сумма произведений площадей элементарных площадок на квадраты их расстояний до начала координат (центра тяжести сечения).

15. Осевой момент сопротивления – геометрическая характеристика прочности бруса работающего на прямой изгиб.

16. Напряжение – интенсивность внутренних сил в определенной точке данного сечения.

17. Нормальное напряжение – составляющая напряжений, направленных по нормали к площадке ее действия.

18. Касательное напряжение – составляющая напряжений, лежащих в плоскости сечения.

19. Допускаемое напряжение – экспериментально установленное для рассматриваемого материала предельное значение напряжения, деленное на коэффициент запаса прочности.

20. Главное напряжение – 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.

## **16. 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 обучающихся 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 обучающийся 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 обучающихся на практических 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 обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся 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 обучающийся 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) (и):**

М.В. Волкова, доцент, к.т.н.

**Рецензент (ы):**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Программа рассмотрена на заседании отделения ядерной физики и технологий (протокол № ____ от «__» _____ 2021 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p> <p>Начальник отделения ядерной физики и технологий «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p>
---	--