Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки (специальность) [1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	3	108	32	32	16		28	0	З КР
Итого	3	108	32	32	16	8	28	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются методы механических испытаний и механические свойства материалов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассматриваются алгоритмы расчетов на прочность сосудов давления, трубопроводов, стержневых систем, валов и балок по допускаемым напряжениям при статическом нагружении на основе анализа напряженно-деформированного состояния. Излагаются расчетные и экспериментальные методы, обеспечивающие выполнение прочностных расчетов. Для стержневых систем, валов и балок рассматриваются алгоритмы расчетов на жесткость, для чего излагаются различные методы расчета перемещений заданных точек анализируемых систем.

Даются представления о физических явлениях и механизмах, отвечающих за прочность, пластичность и трещиностойкость конструкционных материалов.

Излагаются основы методов расчетов на устойчивость, усталость, ползучесть.

Рассматривается влияние на прочность конструкционных материалов температуры, среды и радиационных полей.

Изучение студентами методических основ расчетов на прочность и трещиностойкость, практическое освоение алгоритмов расчетов на прочность простейших конструкций на основе системного подхода к поставленной задачи с ориентацией на прочность элементов конструкций. Подготовка к изучению дисциплины "Конструирование приборов и установок" и специальных курсов, связанных с расчетами на прочность.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин:

математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения;

векторный и тензорный анализ;

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
ОПК-1 [1] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием,	З-ОПК-1 [1] – Знать способы применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем У-ОПК-1 [1] – Уметь применять естественнонаучные и

конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем В-ОПК-1 [1] – Владеть методами математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем
ОПК-3 [1] – Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	З-ОПК-3 [1] – Знать подходы к проведению экспериментальных исследований и измерений, обработке и представлению полученных данных У-ОПК-3 [1] – Уметь проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий В-ОПК-3 [1] – Владеть представлением полученных экспериментальных данных с учетом специфики биотехнических систем и технологий.
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)

Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	3 Семестр						
1	Часть 1	1-8	16/16/8		25	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Часть 2	9-16	16/16/8		25	КИ-16	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	Итого за 3 Семестр		32/32/16		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	З, КР	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-3,

							У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
КР	Курсовая работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	3 Семестр	32	32	16
1-8	**Часть 1**	16	16	8
1 - 2	**Введение.** Сопротивление материалов и современное машиностроение. Задачи курса. Деформация и разрушение твердых тел. Исходные положения. Метод сечения и внутренние силовые факторы. Напряжения. Линейная и угловая деформации.	Всего аудиторных часов		
		2	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	**Растяжение-сжатие прямого бруса.** Напряжение, деформация. Закон Гука. Потенциальная энергия. Диаграмма деформирования пластичных и хрупких материалов. Предел текучести и временное сопротивление материалов при растяжении. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность. Примеры расчета прямого бруса при растяжении-сжатии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	1
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	**Теория напряженно-деформированного состояния.** Анализ напряженного состояния. Напряжения в наклонных сечениях при двухосном напряженном состоянии. Закон парности касательных напряжений. Определение главных напряжений и положения главных площадок. Чистый сдвиг. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	**Теория напряженно-деформированного состояния.** Анализ деформированного состояния. Закон Гука для чистого сдвига и трехосного напряженного состояния. Относительное изменение объема. Удельная потенциальная энергия при трехосном напряженном состоянии и при чистом сдвиге. Связь между константами упругости изотропного материала.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	**Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.**	Всего аудиторных часов		
		4	4	2

	Статический момент площади. Осевой момент инерции сечения. Полярный момент инерции.	Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Часть 2**	16	16	8
9 - 10	**Плоский изгиб прямого бруса.** Внутренние силовые факторы. Типы опор. Нормальные напряжения. Дифференциальные зависимости Журавского. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчет на прочность. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	**Плоский изгиб прямого бруса.** Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси и его интегрирование. Теорема Кастильяно. Интеграл Мора. Примеры.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	**Расчет на устойчивость.** Задача Эйлера об устойчивости сжатого стержня. Влияние закрепления на критическую силу Эйлера.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	**Кручение прямого бруса круглого сечения.** Деформация кручения. Напряженное состояние. Угол закручивания. Потенциальная энергия деформации. Расчет на прочность и жесткость.	Всего аудиторных часов		
		4	4	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	3 Семестр
2 - 3	**Растяжение** Выполнение лабораторной работы на растяжение. Обработка результатов.
4 - 5	**Сжатие** Выполнение лабораторной работы на сжатие. Обработка результатов.
10 - 11	**Кручение.** Расчет на прочность и жесткость бруса круглого сечения. Обработка результатов.
14 - 15	**Изгиб** Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Обработка результатов.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	3 Семестр
1 - 2	**Растяжение-сжатие. Статически определимые системы. Расчет на прочность.** Растяжение-сжатие. Статически определимые системы. Расчет на прочность.
3 - 4	**Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.** Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.
5 - 6	**Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.** Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.
7 - 8	**Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.** Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
9 - 10	**Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.** Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
11 - 12	**Плоский изгиб. Расчет на прочность при изгибе по нормальным напряжениям.** Плоский изгиб. Расчет на прочность при изгибе по нормальным напряжениям.
13 - 14	**Плоский изгиб. Выбор размеров поперечного сечения.** Плоский изгиб. Выбор размеров поперечного сечения.
15 - 16	**Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Построение эпюр крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость.** Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Построение эпюр крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии:

во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий;

для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются опросы, ответы при приеме которых позволяют судить об усвоении студентом данного курса, и семестровый контроль;

самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы при выполнении заданий.

Темы практических (семинарских) занятий:

анализ напряженного и деформированного состояния в точке. Уравнения физического закона;

задача Сен-Венана;

плоская задача теории упругости. Решение в действительных переменных;

плоская задача теории упругости. Решение в комплексных переменных;

изгиб тонких пластин;

изгиб симметрично нагруженных цилиндрических оболочек;

вариационные методы решения задач.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КР, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-3	З, КР, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-3	З, КР, КИ-8, КИ-16
УК-1	З-УК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	З, КР, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="8">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Л 68 Основы статики и сопротивления материалов : учебное пособие, Лободенко Е. И., Кутрунова З. С., Куриленко Е. Ю., Санкт-Петербург: Лань, 2020

2. 539.3/.6 С23 Сборник задач по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

3. ЭИ М 48 Сопротивление материалов : учебник, Мельников Б. Е. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2020

4. ЭИ П33 Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов, Пирогов Е.Н., Гольцев В.Ю., Москва: МИФИ, 2008

5. ЭИ И85 Сопротивление материалов Ч.1 , Исаченко В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

6. 539.3/.6 И85 Сопротивление материалов Ч.1 , Исаченко В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

7. ЭИ С 34 Сопротивление материалов. Пособие для решения контрольных работ студентов-заочников : , Сидорин С. Г., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.3/.6 С19 Классический курс сопротивления материалов в решениях задач : , Сапунов В.Т., Москва: УРСС, 2004

2. 539.3 С54 Лабораторный практикум по курсу "Основы сопротивления материалов и физики прочности" : Учеб. пособие, Соболев Н.Д., М.: МИФИ, 1989

3. 539.3 Ф42 Сопротивление материалов : Учебник для втузов, Феодосьев В.И., Москва: МГТУ, 2001

4. 539.3/.6 П33 Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов, Пирогов Е.Н., Гольцев В.Ю., Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Трудные и важные моменты при изучении материала по темам, на которые необходимо обратить внимание для выполнения практических работ:

Растяжение-сжатие. Статически определимые брус и стержневая система. Статически неопределимые брус и стержневая система.

Плоское напряженное состояние. Определение напряжений в произвольных площадках по главным напряжениям. Определение главных напряжений. Анализ деформированного состояния.

Кручение. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость. Анализ напряженно-деформированного состояния.

Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факто-ров. Расчет нормальных и касательных напряжений. Расчет на прочность

Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора

Тонкостенная оболочка

Расчет прочности оболочки, составленной из частей различной формы.

Сложное сопротивление

Сложное сопротивление. Изгиб с кручением.

Косой изгиб. Внецентренное растяжение.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические материалы для преподавателя по освоению дисциплины – это свод указаний, обеспечивающих навигацию преподавателя в процессе преподавания дисциплины, раскрывающих средства, методы, приемы, формы обучения студентов.

Методические материалы нацелены на обеспечение эффективности учебного процесса по освоению дисциплины.

Предлагаемые методические материалы предназначены для преподавателей вне зависимости от этапа обучения для соблюдения преемственности в выборе методов, приемов, форм и средств обучения. При необходимости материалы могут быть дополнены и скорректированы в зависимости от следующих факторов:

особенностей студентов, входящих в учебную группу;

условий обучения (например, увеличения часов на самостоятельную работу);

изменения целей обучения и т.д.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

При изложении курса, прежде всего, необходимо дать основные понятия силы, напряжения, деформации, перемещения точек твердого тела

При рассмотрении растяжения, кручения, изгиба необходимо обращать внимание на напряженное состояние в различных точках бруса.

При анализе прочности при изгибе бруса таврового и двутаврового сечений, а так-же при расчете сосудов давления использовать технические теории прочности.

Давая задания на выполнение Курсовой работы, рекомендовать использовать программу для выполнения вычислений и оформления работы.

При реализации программы дисциплиниспользуются различные образовательные технологии:

– во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме лекций, лабораторных работ и семинаров;

– для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются знания и ответы, при приеме которого позволяют судить об усвоении студентом данного курса;

– самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Темы практических (семинарских) занятий:

- расчеты на прочность при одноосном напряженном состоянии и чистом сдвиге;
- расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии;
- механические свойства материалов.

При проведении практических занятий следует четко выделять исходные положения/данные, определяющие уравнения, путь решения поставленной задачи, основные

математические особенности рассматриваемой задачи, обсуждение полученных результатов решения. При написании формул необходимо показывать четкое соответствие размерно-стей и типов величин.

Автор(ы):

Симонов Валерий Николаевич, к.т.н., с.н.с.

Осинцев Андрей Вениаминович, к.т.н., доцент