

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 УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТНАЯ ПРАКТИКА (РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ)

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки, час. | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 1       | 1                      | 36                         | 0            | 8                         | 0                        |                                             | 16        | 12        | 3                                        |
| 2       | 1                      | 36                         | 0            | 8                         | 0                        |                                             | 16        | 12        | 3                                        |
| 3       | 1                      | 36                         | 0            | 16                        | 0                        |                                             | 12        | 8         | 3                                        |
| 4       | 1                      | 36                         | 0            | 16                        | 0                        |                                             | 12        | 8         | 3 КП                                     |
| Итого   | 4                      | 144                        | 0            | 48                        | 0                        | 32                                          | 56        | 40        |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Целью изучения студентами учебной дисциплины является освоение ими общих теоретических и методических основ расчетов на прочность, практического освоения алгоритмов расчетов простейших конструкций с ориентацией на прочность элементов конструкций, подготовка к изучению.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина участвует в формировании следующих компетенций:

- Способность проводить математическое моделирование процессов деформации и разрушения элементов конструкций на базе стандартных пакетов расчетов напряженно-деформированного состояния.
- Готовность к оперативной оценке безопасности при обнаружении дефектов технологического или эксплуатационного происхождения в отдельных элементах конструкций.
- Приобретение навыков и стремлений к усвоению и развитию новых нетрадиционных методов и критериев расчета на прочность элементов конструкций.
- Формирование способности к анализу информационных исходных данных для прочностных расчетов технических систем.
- Умение создавать, анализировать и использовать расчетные схемы элементов конструкций на стадии проектирования, эксплуатации и вывода их эксплуатации, проводить экспериментальное определение механических характеристик материалов.
- Умение работать на экспериментальном исследовательском оборудовании.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся при изучении курсов:

- «Общая физика», разделы «Механика»;
- «Математический анализ»;
- «Аналитическая геометрия»;
- «Дифференциальные уравнения»;
- «Инженерная графика».

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-6 [1] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение | 3-УК-6 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни<br>У-УК-6 [1] – Уметь: эффективно планировать и |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| всей жизни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения<br>В-УК-6 [1] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| УКЦ-1 [1] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей                                                                                                                                                                           | З-УКЦ-1 [1] – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий<br>У-УКЦ-1 [1] – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий<br>В-УКЦ-1 [1] – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий                                                                                                                            |
| УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач | З-УКЦ-2 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности<br>У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности<br>В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом |

|  |                                        |
|--|----------------------------------------|
|  | требований информационной безопасности |
|--|----------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| <b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>                                                                                                                                                                                                   | <b>Объект или область знания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Код и наименование профессиональной компетенции;<br/>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>                                                                                                                                    | <b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>научно-исследовательский</b>                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Подготовка специалистов с фундаментальной физико-математической и инженерной подготовкой для проектирования и эксплуатации ядерных установок со знанием основ нейтронно-физических и теплофизических процессов, ядерной и радиационной безопасности | Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность | ПК-1 [1] - Способен к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.032 | З-ПК-1[1] - Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;<br>У-ПК-1[1] - Уметь разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;<br>В-ПК-1[1] - Владеть методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. |

|  |                                                                    |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок; |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------|--|--|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания            | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Экологическое воспитание               | Создание условий, обеспечивающих, формирование бережного отношения к природе и окружающей среде (B9)                                                                                                                                     |
| Интеллектуальное воспитание            | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (B11)                                                                                                                                                          |
| 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 (B14) |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)                                                                                                   |
| Профессиональное воспитание            | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)                             |

#### 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                 |
|-------|-----------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
|       | <i>1 Семестр</i>                        |        |                                                       |                                           |                               |                                     |                                                 |
| 1     | Первый раздел                           | 1-8    | 0/4/0                                                 |                                           | 25                            | КИ-8                                | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, |

|   |                                             |      |       |  |    |       |                                                                                                                                       |
|---|---------------------------------------------|------|-------|--|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                             |      |       |  |    |       | 3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2                                                                   |
| 2 | Второй раздел                               | 9-16 | 0/4/0 |  | 25 | КИ-16 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
|   | <i>Итого за 1 Семестр</i>                   |      | 0/8/0 |  | 50 |       |                                                                                                                                       |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b> |      |       |  | 50 | 3     | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
|   | <i>2 Семестр</i>                            |      |       |  |    |       |                                                                                                                                       |
| 1 | Первый раздел                               | 1-8  | 0/4/0 |  | 25 | КИ-8  | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
| 2 | Второй раздел                               | 9-15 | 0/4/0 |  | 25 | КИ-15 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,                                                |

|   |                                             |      |        |  |    |       |                                                                                                                                       |
|---|---------------------------------------------|------|--------|--|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                             |      |        |  |    |       | В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2                                                                                           |
|   | <i>Итого за 2 Семестр</i>                   |      | 0/8/0  |  | 50 |       |                                                                                                                                       |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b> |      |        |  | 50 | 3     | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
|   | <i>3 Семестр</i>                            |      |        |  |    |       |                                                                                                                                       |
| 1 | Первый раздел                               | 1-8  | 0/8/0  |  | 25 | КИ-8  | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
| 2 | Второй раздел                               | 9-16 | 0/8/0  |  | 25 | КИ-16 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |
|   | <i>Итого за 3 Семестр</i>                   |      | 0/16/0 |  | 50 |       |                                                                                                                                       |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b> |      |        |  | 50 | 3     | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,                                    |

|   |                                             |      |        |  |    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------------|------|--------|--|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                             |      |        |  |    |       | 3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2                                                                                                                                                                                                                                                 |
|   | <i>4 Семестр</i>                            |      |        |  |    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1 | Первый раздел                               | 1-8  | 0/8/0  |  | 25 | КИ-8  | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2                                                                                                                                           |
| 2 | Второй раздел                               | 9-15 | 0/8/0  |  | 25 | КИ-15 | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2                                                                                                                                           |
|   | <i>Итого за 4 Семестр</i>                   |      | 0/16/0 |  | 50 |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 4 Семестр</b> |      |        |  | 50 | 3, КП | 3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-УК-6,<br>У-УК-6,<br>В-УК-6,<br>3-УКЦ-1,<br>У-УКЦ-1,<br>В-УКЦ-1,<br>3-УКЦ-2,<br>У-УКЦ-2,<br>В-УКЦ-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |         |
|--|--|--|--|--|--|--|---------|
|  |  |  |  |  |  |  | В-УКЦ-2 |
|--|--|--|--|--|--|--|---------|

\* – 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               |
| КП          | Курсовой проект     |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели      | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|             | <i>1 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0                      | 8              | 0          |
| <b>1-8</b>  | <b>Первый раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | 4              | 0          |
| 1 - 4       | <b>История развития науки о прочности.</b><br>История развития науки о прочности от эпохи Возрождения до наших дней. Роль великих ученых в развитии и становлении науки о прочности.                                                                                                                                                       | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 2              | 0          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |
| 5 - 8       | <b>Роль теории и практики в решении вопроса о прочности.</b><br>Роль теории и практики в решении вопроса о прочности. Создание научных дисциплин "Сопротивление материалов", "Экспериментальная механика", "Инженерные расчеты на прочность". Развитие испытательного оборудования для исследования механических характеристик материалов. | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 2              | 0          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |
| <b>9-16</b> | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | 4              | 0          |
| 9 - 12      | <b>Ознакомление с основными методами расчета на прочность.</b><br>Ознакомление с основными методами расчета на прочность при различных случаях нагружения. Расчет на прочность при растяжении-сжатии, кручении, изгибе.                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 2              | 0          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |
| 13 - 16     | <b>Ознакомление с испытательной техникой для определения механических характеристик материалов.</b><br>Ознакомление с испытательной техникой для определения механических характеристик материалов. Методики определения механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение-сжатие, кручение, изгиб.             | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 2              | 0          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |
|             | <i>2 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0                      | 8              | 0          |
| <b>1-8</b>  | <b>Первый раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | 4              | 0          |
| 1 - 4       | <b>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на растяжение.</b><br>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 2              | 0          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |    |   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|         | испытаний на растяжение. Выбор материалов и размеров образцов для испытаний на растяжение. Оформление КД на образцы для испытания на растяжение.                                                                                                                                                                                                  |                        |    |   |
| 5 - 8   | <b>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на сжатие.</b><br>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на сжатие. Выбор материалов и размеров образцов для испытаний на сжатие. Оформление КД на образцы для испытания на сжатие.         | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 2  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
| 9-15    | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 4  | 0 |
| 9 - 10  | <b>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на кручение.</b><br>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на кручение. Выбор материалов и размеров образцов для испытаний на кручение. Оформление КД на образцы для испытания на кручение. | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 1  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
| 11 - 12 | <b>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на изгиб.</b><br>Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на изгиб. Выбор материалов и размеров образцов для испытаний на изгиб. Оформление КД на образцы для испытания на изгиб.             | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 1  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
| 13 - 15 | <b>Оформление КД для изготовления тестируемой конструкции.</b><br>Оформление КД для изготовления тестируемой конструкции. Изготовление чертежей, выбор материала конструкции по результатам механических испытаний.                                                                                                                               | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 2  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
|         | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 16 | 0 |
| 1-8     | <b>Первый раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 8  | 0 |
| 1 - 4   | <b>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение.</b><br>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение. Подготовка образцов, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, оформление отчета об испытании образцов.                                | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
| 5 - 8   | <b>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на сжатие.</b><br>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на сжатие. Подготовка образцов, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, оформление отчета об испытании образцов.                                        | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |
| 9-16    | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 8  | 0 |
| 9 - 12  | <b>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на кручение.</b><br>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на кручение. Подготовка                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                      | 0  | 0 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |    |   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|             | образцов, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, оформление отчета об испытании образцов.                                                                                                                                                                                                |                        |    |   |
| 13 - 16     | <b>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на изгиб.</b><br>Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на изгиб. Подготовка образцов, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, оформление отчета об испытании образцов. | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 4  | 0 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0  | 0 |
|             | <i>4 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 16 | 0 |
| <b>1-8</b>  | <b>Первый раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0                      | 8  | 0 |
| 1 - 4       | <b>Расчетное обоснование прочности конструкции</b><br>Расчетное обоснование прочности конструкции.<br>Разработка силовой схемы нагружения, задание граничных условий.                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 4  | 0 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0  | 0 |
| 5 - 8       | <b>Расчетное обоснование прочности конструкции</b><br>Расчетное обоснование прочности конструкции.<br>Осуществление прочностного расчета конструкции с помощью метода конечного элемента. (Т-Флекс)                                                                                                      | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 4  | 0 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0  | 0 |
| <b>9-15</b> | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0                      | 8  | 0 |
| 9 - 12      | <b>Экспериментальное обоснование прочности конструкции</b><br>Экспериментальное обоснование прочности конструкции.<br>Установка конструкции на испытательной машине, выбор условий и режимов нагружения для проведения испытаний. Тестирование и калибровка испытательного оборудования.                 | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 4  | 0 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0  | 0 |
| 13 - 15     | <b>Экспериментальное обоснование прочности конструкции</b><br>Экспериментальное обоснование прочности конструкции.<br>Осуществление нагружения конструкции на испытательной машине. Регистрация параметров испытаний. Обработка результатов испытаний.<br>Оформление отчета о проведении испытаний.      | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 4  | 0 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 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               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины:

- практические занятия с обсуждением учебного материала, рефератов и докладов с применением подготовленных презентаций,
- ознакомление с работой испытательного оборудования, оформление отчетов по результатам испытаний,
- для контроля знаний используются как обычные методы, так и компьютерные тестовые технологии в открытой и закрытой форме.

## 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) | Аттестационное мероприятие (КП 2) | Аттестационное мероприятие (КП 3) | Аттестационное мероприятие (КП 4) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ПК-1        | З-ПК-1              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | У-ПК-1              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | В-ПК-1              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
| УК-6        | З-УК-6              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | У-УК-6              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | В-УК-6              | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
| УКЦ-1       | З-УКЦ-1             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | У-УКЦ-1             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | В-УКЦ-1             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
| УКЦ-2       | З-УКЦ-2             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | У-УКЦ-2             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |
|             | В-УКЦ-2             | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КИ-8, КИ-15                    | З, КИ-8, КИ-16                    | З, КП, КИ-8, КИ-15                |

### 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:

| Сумма баллов | Оценка по 4-х балльной шкале | Отметка о зачете | Оценка ECTS |
|--------------|------------------------------|------------------|-------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                | «зачтено»        | A           |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                 |                  | B           |
| 75-84        |                              |                  | C           |
| 70-74        |                              |                  | D           |
| 65-69        |                              |                  | E           |
| 60-64        | 3 – «удовлетворительно»      |                  |             |
| ниже 60      | 2 – «неудовлетворительно»    | «не зачтено»     | F           |

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 Ф 51 Введение в механику материалов и конструкций : учебное пособие, Филатов Ю. Е., Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. 620 Б74 Курс материаловедения в вопросах и ответах : учебное пособие для вузов, Синюхин А.В., Богодухов С.И., Козик Е.С., Москва: Машиностроение, 2010
3. ЭИ П 39 Материаловедение : учебник для вузов, Плошкин В. В., Москва: Юрайт, 2022
4. ЭИ Б 81 Материаловедение : учебник для вузов, Бондаренко Г. Г., Москва: Юрайт, 2022

5. ЭИ Г63 Методы механических испытаний и механические свойства материалов : учебное пособие для вузов, Гольцев В.Ю., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. ЭИ Б 16 Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов, Бажанов В. Л., Москва: Юрайт, 2022
7. ЭИ М 75 Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов : учебное пособие, Молотников В. Я., Санкт-Петербург: Лань, 2022
8. ЭИ Ж 86 Механика. Сопротивление материалов : , Жуков В. Г., Санкт-Петербург: Лань, 2022
9. ЭИ Д 75 Прикладная механика : учебное пособие для вузов, Брусенцов А. С., Дробот В. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022
10. ЭИ К 82 Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов, Кривошапко С. Н., Москва: Юрайт, 2022
11. ЭИ А 90 Техническая механика: сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов, Асадулина Е. Ю., Москва: Юрайт, 2022

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.3/.6 Я47 Лабораторный практикум по курсу "Инженерные расчеты на прочность" : Учеб.пособие, Исаченко В.В., Яковлев В.В., М.: МИФИ, 1986
2. 539.3/.6 Г63 Методы механических испытаний и механические свойства материалов : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Пирогов Е.Н., Гольцев В.Ю., Москва: МИФИ, 2008
3. ЭИ Г63 Методы механических испытаний и механические свойства материалов : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов, Пирогов Е.Н., Гольцев В.Ю., Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ Г63 Методы механических испытаний и механические свойства материалов : учебное пособие для вузов, Гольцев В.Ю., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
5. 620 Г63 Методы механических испытаний и механические свойства материалов: лабораторный практикум : учебное пособие, Гольцев В.Ю., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. 004 М 80 Прочностной анализ. Фидесис в руках инженера : монография, Вершинин А. В., Морозов Е. М., Левин В. А., Москва: URSS, 2015
7. 539.3 К61 Прочностные расчеты изделий из полимерных материалов : , Майборода В.П., Зубчанинов В.Г., Колтунов М.А., М.: Машиностроение, 1983
8. 539.3 М80 Прочность и надежность материалов и конструкций : , Морозов Е.М., Сапунов В.Т., М.: МИФИ, 2000
9. 621.8 Б64 Расчет на прочность деталей машин : Справочник, Иосилевич Г.Б., Биргер И.А., Шорр Б.Ф., М.: Машиностроение, 1993

10. 539.3/.6 K20 Расчёт напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов : , Морозов Е.М., Каплун А.Б., Олферьева М.А., М.: МИФИ, 2003
11. 539.3 P24 Расчеты и испытания на прочность материалов и элементов конструкций атомной техники : Сборник научных трудов, , М.: Энергоатомиздат, 1987
12. 536.3 M26 Расчеты на прочность и трещиностойкость в среде MATHCAD : , Маркочев В.М., М.: МИФИ, 2000
13. 620 C79 Статистические методы обработки результатов механических испытаний : Справочник, Степнов М.Н., М.: Машиностроение, 1985
14. 678 U69 Технические средства и методы определения прочностных характеристик конструкций из полимеров : , Уржумцев Ю.С., Майборода В.П., Москва: Машиностроение, 1984

#### 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**

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ .

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

История развития науки о прочности.

История развития науки о прочности от эпохи Возрождения до наших дней. Роль великих ученых в развитии и становлении науки о прочности.

Ознакомление с основными методами расчета на прочность.

Ознакомление с основными методами расчета на прочность при различных случаях нагружения. Расчет на прочность при растяжении-сжатии, кручении, изгибе.

Ознакомление с испытательной техникой для определения механических характеристик.

Ознакомление с испытательной техникой для определения механических характеристик материалов. Методики определения механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение-сжатие, кручение, изгиб.

Ознакомление с нормативными документами, регламентирующими проведение механических испытаний на растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Выбор материалов и размеров образцов для испытаний. Оформление КД на образцы для испытаний.

Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение, сжатие, кручение, изгиб.

Определение механических характеристик материалов по результатам испытаний на растяжение, сжатие, кручение, изгиб. Подготовка образцов, проведение испытаний, обработка результатов испытаний, оформление отчета об испытании образцов.

Расчетное обоснование прочности конструкции.

Осуществление прочностного расчета конструкции с помощью метода конечного элемента. Экспериментальное обоснование прочности конструкции. Установка конструкции на испытательной машине, выбор условий и режимов нагружения для проведения испытаний. Тестирование и калибровка испытательного оборудования.

Экспериментальное обоснование прочности конструкции.

Экспериментальное обоснование прочности конструкции. Осуществление нагружения конструкции на испытательной машине. Регистрация параметров испытаний. Обработка результатов испытаний. Оформление отчета о проведении испытаний.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

При изложении курса, прежде всего, необходимо дать основные понятия силы, напряжения, деформации, перемещения точек твердого тела, расчет на прочность, расчет на жесткость конструкции.

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

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

При выполнении практических задач, рекомендовать использовать ГОСТы на механические испытания, программу Mathcad для выполнения вычислений и оформления работы.

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии:

- во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме практических занятий;
- для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются обсуждения пройденных тем, ответы студентов позволяют судить об усвоении студентом данного курса, и семестровый контроль;
- самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку практического 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.

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 размерностей и типов величин.

Автор(ы):

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