

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 ИФТИС Протокол №1 от 28.08.2024 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок

[2] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

[3] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

[4] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

| 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         | 3 КР                               |
| Итого   | 3                   | 108                     | 32           | 32                     | 16                    | 16                                    | 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 задаче 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 [2] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и | З-ОПК-1 [2] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования<br>У-ОПК-1 [2] – Уметь выявлять естественнонаучную |

|                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| экспериментального исследования                                                                                                                                                                                           | <p>сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 [2] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК-1 [3] – Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания                                                       | <p>З-ОПК-1 [3] – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;</p> <p>У-ОПК-1 [3] – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;</p> <p>В-ОПК-1 [3] – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общинженерных знаний.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ОПК-1 [4] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | <p>З-ОПК-1 [4] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-ОПК-1 [4] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 [4] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов</p> |
| ОПК-4 [3] – Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные                                                                         | <p>З-ОПК-4 [3] – знать основные методы проведения экспериментальных исследований, контроля и диагностики;</p> <p>У-ОПК-4 [3] – уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обработки экспериментальных данных;</p> <p>В-ОПК-4 [3] – владеть навыками выбора методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений, а также обработки и представления полученных экспериментальных данных.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ОПК-5 [1] – Способен применять методы научно-исследовательской и практической деятельности                                                                                                                                | <p>З-ОПК-5 [1] – Знать: цели, задачи и методы научных исследований и практических разработок по направлению деятельности; базовые принципы и методы их организации; основные источники научно-технической информации и требования к представлению</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                          | <p>информационных и производственно-технических материалов</p> <p>У-ОПК-5 [1] – Уметь: составлять общий план работы по заданной теме; предлагать методы теоретических и экспериментальных исследований и способы обработки результатов; порядок выполнения практических разработок, проводить исследования и разработки по согласованному плану; представлять полученные результаты</p> <p>В-ОПК-5 [1] – Владеть: базовыми навыками планирования, организации, обеспечения и выполнения научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ по направлению профессиональной деятельности</p>                                |
| ОПК-6 [3] – Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии                                     | <p>З-ОПК-6 [3] – знать эффективные и безопасные технические средства и технологии в области профессиональной деятельности;</p> <p>У-ОПК-6 [3] – уметь принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии;</p> <p>В-ОПК-6 [3] – владеть навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии.</p>                                                                                                                                                    |
| УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                                               | <p>З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами</p> <p>У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности</p>                                        |
| УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | <p>З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных</p> |

|  |                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------|
|  | данных, методами работы с прикладными программными продуктами |
|--|---------------------------------------------------------------|

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>                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников | основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий | ПК-1 [3] - Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011 | З-ПК-1[3] - Знать основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;<br>У-ПК-1[3] - Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации;<br>В-ПК-1[3] - Владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и |

|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                       | химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 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 эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок; | ПК-1 [4] - 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[4] - Знать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;<br>У-ПК-1[4] - Уметь разрабатывать методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;<br>В-ПК-1[4] - Владеть методами прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. |
| участие в работе группы специалистов                                                                                                                                                                                                                | методы и средства испытаний и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК-1 [3] - способен использовать в                                                                                                                                                                                                                    | З-ПК-1[3] - знать основные методы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| при выполнении экспериментов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору материалов, оценке их технологических и служебных качеств путем комплексного анализа их структуры и свойств, физико-механических, коррозионных и других испытаний | диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик | исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011 | исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; ; У-ПК-1[3] - уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; ; В-ПК-1[3] - владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации. |
| участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору материалов,                                                                                                                  | методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК-2 [3] - Способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и                                                                                                        | 3-ПК-2[3] - Знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| оценке их технологических и служебных качеств путем комплексного анализа их структуры и свойств, физико-механических, коррозионных и других испытаний                                                                                               | изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик                                                                                                                                  | излучениями<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011                                                                                                                              | окружающей средой, полями, частицами и излучениями;<br>У-ПК-2[3] - Уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями;<br>В-ПК-2[3] - Владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов |
| 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 | ПК-2 [4] - Способен к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028 | 3-ПК-2[4] - Знать методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов.;<br>У-ПК-2[4] - Уметь проводить физический и численный эксперимент, подготовить соответствующие экспериментальные стенды;<br>В-ПК-2[4] - Владеть методами проведения физического и численного эксперимента и подготовки                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                        | <p>взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики. безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                 | соответствующих экспериментальных стендов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников</p> | <p>основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий</p>               | <p>ПК-2 [3] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>З-ПК-2[3] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ;</p> <p>У-ПК-2[3] - уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ;</p> <p>В-ПК-2[3] - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                              | эволюции на свойства материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Получение новых знаний в области физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области. Участие в решении задач по физике элементарных частиц и космологии.                                                                                                                                                             | Элементарные частицы, детекторы элементарных частиц, ускорители элементарных частиц (Большой Адронный Коллайдер и др.), нейтрино, экзотические ядра, кварк-глюонная материя, скрытая масса и темная энергия, гравитация с многомерными обобщениями, и космология.                                                                                                          | ПК-3 [2] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчеты по анализу результатов и подготовке научных публикаций<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011 | 3-ПК-3[2] - знать основные физические законы и методы обработки данных ;<br>У-ПК-3[2] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций;<br>В-ПК-3[2] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией |
| проектный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Проектирование перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных ТВЭЛов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов. | Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений | ПК-5 [2] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.033, 24.078, 40.011                                          | 3-ПК-5[2] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; ;<br>У-ПК-5[2] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов;<br>В-ПК-5[2] - владеть методами проведения                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Создание и применение установок и систем для проведения теплофизических, ядерно-физических исследований, неравновесных физических процессов                                                                                                         | и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                          | предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов                                                                                                                   |
| 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 эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок; | ПК-8 [4] - Способен разрабатывать производственно-техническую документацию<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078 | З-ПК-8[4] - Знать производственно-техническую документацию;<br>У-ПК-8[4] - Уметь разрабатывать производственно-техническую документацию;<br>В-ПК-8[4] - Владеть навыками работы с производственно-технической документацией |

| организационно-управленческий                |                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Участие в организации работы научной группы. | Работа в научной группе, отчеты и научные статьи. | <p>ПК-9 [2] - Способен к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, оборудования и материалов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.032, 40.011</p> | <p>З-ПК-9[2] - Знать номенклатуру работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;</p> <p>У-ПК-9[2] - Уметь выполнять работы по подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;</p> <p>В-ПК-9[2] - Владеть основными навыками сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов</p> |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания            | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)                                                                                                                                |

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (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,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-5,<br>У-ОПК-5,<br>В-ОПК-5,<br>З-ОПК-6,<br>У-ОПК-6,<br>В-ОПК-6,<br>З-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>З-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>З-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>З-ПК-8,<br>У-ПК-8,<br>В-ПК-8,<br>З-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9, |

|   |         |      |         |  |    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------|------|---------|--|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |         |      |         |  |    |       | 3-УК-2,<br>У-УК-2,<br>В-УК-2,<br>3-УКЕ-1,<br>У-УКЕ-1,<br>В-УКЕ-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2 | Часть 2 | 9-16 | 16/16/8 |  | 25 | КИ-16 | 3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ОПК-5,<br>У-ОПК-5,<br>В-ОПК-5,<br>3-ОПК-6,<br>У-ОПК-6,<br>В-ОПК-6,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-8,<br>У-ПК-8,<br>В-ПК-8,<br>3-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>3-УК-2,<br>У-УК-2,<br>В-УК-2,<br>3-УКЕ-1, |

|  |                                             |  |          |  |    |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------|--|----------|--|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                             |  |          |  |    |       | У-УКЕ-1,<br>В-УКЕ-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|  | <i>Итого за 3 Семестр</i>                   |  | 32/32/16 |  | 50 |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b> |  |          |  | 50 | 3, КР | 3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ОПК-5,<br>У-ОПК-5,<br>В-ОПК-5,<br>3-ОПК-6,<br>У-ОПК-6,<br>В-ОПК-6,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>3-ПК-8,<br>У-ПК-8,<br>В-ПК-8,<br>3-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>3-УК-2, |

|  |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |  |  | У-УК-2,<br>В-УК-2,<br>З-УКЕ-1,<br>У-УКЕ-1,<br>В-УКЕ-1,<br>З-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-5,<br>У-ОПК-5,<br>В-ОПК-5,<br>З-ОПК-6,<br>У-ОПК-6,<br>В-ОПК-6,<br>З-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>З-ПК-1,<br>У-ПК-1,<br>В-ПК-1,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>З-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5,<br>З-ПК-8,<br>У-ПК-8,<br>В-ПК-8,<br>З-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>З-УК-2,<br>У-УК-2,<br>В-УК-2,<br>З-УКЕ-1,<br>У-УКЕ-1, |
|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |  |  |  |  |         |
|--|--|--|--|--|--|--|---------|
|  |  |  |  |  |  |  | В-УКЕ-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. |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|             | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 32                     | 32             | 16         |
| <b>1-8</b>  | <b>Часть 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16                     | 16             | 8          |
| 1 - 2       | <b>Введение.</b><br>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       | <b>Растяжение-сжатие прямого бруса.</b><br>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       | <b>Теория напряженно-деформированного состояния.</b><br>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       | <b>Теория напряженно-деформированного состояния.</b><br>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       | <b>Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.</b><br>Статический момент площади. Осевой момент инерции сечения. Полярный момент инерции.                                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                      | 4              | 2          |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |                |            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0              | 0          |
| <b>9-16</b> | <b>Часть 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16                     | 16             | 8          |
| 9 - 10      | <b>Плоский изгиб прямого бруса.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |                |            |

|         |                                                                                                                                                                                            |                        |   |   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
|         | Внутренние силовые факторы. Типы опор. Нормальные напряжения. Дифференциальные зависимости Журавского. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчет на прочность. Примеры. | 4                      | 4 | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0 | 0 |
| 11 - 12 | <b>Плоский изгиб прямого бруса.</b><br>Определение перемещений при изгибе.<br>Дифференциальное уравнение изогнутой оси и его интегрирование. Теорема Кастильяно. Интеграл Мора. Примеры.   | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                            | 4                      | 4 | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |   |   |
| 12 - 13 | <b>Расчет на устойчивость.</b><br>Задача Эйлера об устойчивости сжатого стержня. Влияние закрепления на критическую силу Эйлера.                                                           | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                            | 4                      | 4 | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |   |   |
| 14 - 15 | <b>Кручение прямого бруса круглого сечения.</b><br>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                                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>3 Семестр</i>                                                                                    |
| 2 - 3   | <b>Растяжение</b><br>Выполнение лабораторной работы на растяжение. Обработка результатов.           |
| 4 - 5   | <b>Сжатие</b><br>Выполнение лабораторной работы на сжатие. Обработка результатов.                   |
| 10 - 11 | <b>Кручение.</b><br>Расчет на прочность и жесткость бруса круглого сечения. Обработка результатов.  |
| 14 - 15 | <b>Изгиб</b><br>Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Обработка результатов. |

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                          |
| 1 - 2  | <b>Растяжение-сжатие. Статически определимые системы. Расчет на прочность.</b><br>Растяжение-сжатие. Статически определимые системы. Расчет на прочность. |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 - 4   | <b>Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.</b><br>Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.                                                                                               |
| 5 - 6   | <b>Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.</b><br>Растяжение-сжатие. Статически неопределимые системы. Расчет на прочность.                                                                                               |
| 7 - 8   | <b>Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.</b><br>Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.                                                                                                                           |
| 9 - 10  | <b>Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.</b><br>Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.                                                                                                                           |
| 11 - 12 | <b>Плоский изгиб. Расчет на прочность при изгибе по нормальным напряжениям.</b><br>Плоский изгиб. Расчет на прочность при изгибе по нормальным напряжениям.                                                                                                 |
| 13 - 14 | <b>Плоский изгиб. Выбор размеров поперечного сечения.</b><br>Плоский изгиб. Выбор размеров поперечного сечения.                                                                                                                                             |
| 15 - 16 | <b>Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Построение эпюр крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость.</b><br>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                |
| ПК-3        | З-ПК-3              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-3              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-3              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-5        | З-ПК-5              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-5              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-5              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-9        | З-ПК-9              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-9              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-9              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| УКЕ-1       | З-УКЕ-1             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-УКЕ-1             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-УКЕ-1             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| 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-4       | З-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ОПК-6       | З-ОПК-6             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ОПК-6             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ОПК-6             | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-1        | З-ПК-1              | З                                 |
|             | У-ПК-1              | З                                 |
|             | В-ПК-1              | З                                 |
| ПК-2        | З-ПК-2              | З                                 |
|             | У-ПК-2              | З                                 |
|             | В-ПК-2              | З                                 |
| 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                |
| ПК-1        | З-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-2        | З-ПК-2              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-2              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-2              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-8        | З-ПК-8              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-8              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-8              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-1        | З-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | У-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
|             | В-ПК-1              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |
| ПК-2        | З-ПК-2              | З, КР, КИ-8, КИ-16                |

|       |         |                    |
|-------|---------|--------------------|
|       | У-ПК-2  | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-ПК-2  | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
| ОПК-5 | 3-ОПК-5 | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
|       | У-ОПК-5 | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-ОПК-5 | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
| УК-2  | 3-УК-2  | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
|       | У-УК-2  | 3, КР, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-УК-2  | 3, 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:

| 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        | 3 – «удовлетворительно»      |                  | E           |
| 60-64        |                              |                  |             |
| 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 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 факторов. 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 дисциплины используются 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