

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки  
[2] 16.03.01 Техническая физика

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/В СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП |
|---------|---------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|---|-----------|------------------------------------|
| 4       | 3                   | 108                     | 30           | 30                     | 15                    | 33  | 0         | 3 КР                               |
| Итого   | 3                   | 108                     | 30           | 30                     | 15                    | 7   | 33        | 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 [1] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности | З-ОПК-1 [1] – Знать фундаментальные законы природы и основные и основные законы естественнонаучных дисциплин<br>У-ОПК-1 [1] – Уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять изученные закономерности к решению физических задач и анализировать полученные |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>решения</p> <p>В-ОПК-1 [1] – Владеть умением выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента; умением применить основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач; анализировать полученные решения задач в профессиональной деятельности; проводить численные вычисления с требуемой степенью точности;</p>  |
| <p>ОПК-1 [2] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>                            | <p>З-ОПК-1 [2] – Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин</p> <p>У-ОПК-1 [2] – Уметь использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p> <p>В-ОПК-1 [2] – Владеть способами использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>   |
| <p>ОПК-2 [1] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> | <p>З-ОПК-2 [1] – Знать основные понятия и методы математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>У-ОПК-2 [1] – Уметь решать типовые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>В-ОПК-2 [1] – Владеть методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> |
| <p>ОПК-2 [2] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> | <p>З-ОПК-2 [2] – Знать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики</p> <p>У-ОПК-2 [2] – Уметь применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>В-ОПК-2 [2] – Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач</p>   |
| <p>ОПК-4 [2] – Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, использовать основные</p>                 | <p>З-ОПК-4 [2] – Знать основные приемы обработки и представления полученных данных, современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности</p> <p>У-ОПК-4 [2] – Уметь самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в</p>   |

|   |   |
|---|---|
| приемы обработки и представления полученных данных, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности | избранной области технической физики<br>В-ОПК-4 [2] – Владеть способностью самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, приемами обработки и представления полученных данных |
|---|---|

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>  |
|---|--|---|---|
| производственно-технологический   |  |   |   |
| Создание и применение программных средств для обработки расчетных и экспериментальных данных. | Программы и программные средства для обработки расчетных и экспериментальных данных. | ПК-2 [1] - Способен создавать и применять в работе программы и вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных.<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078 | З-ПК-2[1] - Знать основные и вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных; ;<br>У-ПК-2[1] - Уметь создавать вспомогательные программные средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных ;<br>В-ПК-2[1] - Владеть навыками создания вспомогательных программных средства для первичной обработки расчетных и экспериментальных данных |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

|                             |                                   |   |
|-----------------------------|-----------------------------------|---|
| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)           | Воспитательный потенциал дисциплин                                |
| Интеллектуальное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, | Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | формирование культуры умственного труда (В11)  | естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.  |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической   | Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)                                   | профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.  |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16) | Использование воспитательного потенциала дисциплин "Основы конструирования и САПР", "Курсовой проект: основы конструирования и САПР", "Инженерная и компьютерная графика", "Детали машин и основы конструирования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов. |

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины                                       | Недели | Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|       | <i>4 Семестр</i>  |        |   |   |                               |                                     |                                 |
| 1     | Растяжение-сжатие. Статически определяемые и статически неопределяемые брус и | 1-8    | 16/16/8   |   | 30                            | КИ-8                                | 3-ОПК-1, У-ОПК-                 |

|   |   |      |       |  |    |       |  |
|---|---|------|-------|--|----|-------|--|
|   | стержневая система  |      |       |  |    |       | 1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>4,<br>У-<br>ОПК-<br>4,<br>В-<br>ОПК-<br>4,<br>3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2 |
| 2 | Кручение. Эпюра крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость бруса круглого сечения | 9-12 | 8/8/4 |  | 10 | ЛР-11 | 3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,   |

|   |  |       |       |  |    |       |   |
|---|--|-------|-------|--|----|-------|---|
|   |  |       |       |  |    |       | В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 |
| 3 | Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Тонкостенная оболочка. Расчеты на прочность | 13-15 | 6/6/3 |  | 10 | ЛР-15 | 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-  |



|  |   |  |          |  |    |                 |  |
|--|---|--|----------|--|----|-----------------|--|
|  |   |  |          |  |    |                 | ОПК-1,<br>3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-ОПК-1,<br>3-ОПК-2,<br>У-ОПК-2,<br>В-ОПК-2,<br>3-ОПК-2,<br>У-ОПК-2,<br>В-ОПК-2,<br>3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2 |
|  | <i>Итого за 4 Семестр</i>                   |  | 30/30/15 |  | 50 |                 |  |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 4 Семестр</b> |  |          |  | 50 | 3, КР,<br>3, КР | 3-ОПК-1,<br>У-ОПК-1,<br>В-   |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  | ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК- |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  | 1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>1,<br>У-<br>ОПК-<br>1,<br>В-<br>ОПК-<br>1,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>2, |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  | У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>4,<br>У-<br>ОПК-<br>4,<br>В-<br>ОПК-<br>4,<br>3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В-<br>ОПК-<br>2,<br>3-<br>ОПК-<br>4,<br>У-<br>ОПК-<br>4,<br>В-<br>ОПК-<br>4,<br>3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2,<br>3-<br>ОПК-<br>2,<br>У-<br>ОПК-<br>2,<br>В- |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  |  |  | ОПК-2,<br>3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ОПК-2,<br>У-ОПК-2,<br>В-ОПК-2,<br>3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2 |
|--|--|--|--|--|--|--|---|

\* – сокращенное наименование формы контроля

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

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| ЛР          | Лабораторная работа |
| КИ          | Контроль по итогам  |
| З           | Зачет               |

|    |                 |
|----|-----------------|
| КР | Курсовая работа |
|----|-----------------|

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недел<br>и   | Темы занятий / Содержание  | Лек.,<br>час.          | Пр./сем.<br>, час. | Лаб.,<br>час. |
|--------------|--|------------------------|--------------------|---------------|
|              | <i>4 Семестр</i>   | 30                     | 30                 | 15            |
| <b>1-8</b>   | <b>Растяжение-сжатие. Статически определимые и статически неопределимые брус и стержневая система</b>  | 16                     | 16                 | 8             |
| 1 - 2        | <b>Введение.</b><br>Задачи курса. Проблемы обеспечения прочности конструкций новой техники. Микро- и макроструктура материалов, модель сплошной однородной среды. Принцип Сен-Венана и принцип независимости действия сил. Внутренние силы, метод сечений, напряжения. Деформация тела (упругая и пластическая). Виды деформаций. Деформация элементарного объема. | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| 3 - 4        | <b>Растяжение-сжатие прямолинейного стержня.</b><br>Внутренние силы, напряжения, деформация, закон Гука, потенциальная энергия. Предел текучести и временное сопротивление при растяжении, допускаемые напряжения, расчет на прочность.  | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| 5 - 6        | <b>Теория напряженно-деформируемого состояния. Критерии прочности.</b><br>Сложное напряженное состояние, главные напряжения, тензор напряжений. Анализ плоского и объемного напряженного состояния, чистый сдвиг. Круги Мора. Деформируемое состояние.   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| 7 - 8        | <b>Кручение прямого бруса.</b><br>Исходные положения, касательные напряжения и угол закручивания. Расчет на прочность и жесткость.   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| <b>9-12</b>  | <b>Кручение. Эпюра крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость бруса круглого сечения</b>   | 8                      | 8                  | 4             |
| 9 - 10       | <b>Плоский изгиб прямого бруса.</b><br>Изгибающий момент и поперечная сила.<br>Дифференциальные зависимости Журавского (без вывода).   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| 11 - 12      | <b>Сложное нагружение прямолинейного стержня.</b><br>Нормальные и касательные напряжения в поперечном сечении. Алгоритм расчета на прочность при сложном нагружении.   | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 4                      | 4                  | 2             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |
| <b>13-15</b> | <b>Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Тонкостенная оболочка. Расчеты на прочность</b>  | 6                      | 6                  | 3             |
| 13           | <b>Энергетические методы определения перемещений прямолинейного стержня.</b><br>Потенциальная энергия при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и сложном нагружении. Теорема Кастильяно. Интеграл Мора. Безмоментная теория оболочек вращения.  | Всего аудиторных часов |                    |               |
|              |  | 2                      | 2                  | 1             |
|              |  | Онлайн                 |                    |               |
|              |  | 0                      | 0                  | 0             |

|    |  |                        |   |   |
|----|--|------------------------|---|---|
| 14 | <b>Механические свойства материалов.</b><br>Однократное статическое нагружение, диаграмма растяжения и характеристики прочности и пластичности.<br>Длительное статическое нагружение: ползучесть, релаксация напряжений, длительная прочность.<br>Длительное циклическое нагружение, кривая усталости, предел выносливости. Сопротивление разрушению при ударном нагружении. | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |  | 2                      | 2 | 1 |
|    |  | Онлайн                 |   |   |
| 15 | <b>Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Тонкостенная оболочка. Расчеты на прочность</b><br>Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Тонкостенная оболочка. Расчеты на прочность.   | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |  | 2                      | 2 | 1 |
|    |  | Онлайн                 |   |   |
|    |  | 0                      | 0 | 0 |
|    |  | Онлайн                 |   |   |
|    |  | 0                      | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

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

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели  | Темы занятий / Содержание   |
|---------|---|
|         | <i>4 Семестр</i>  |
| 1 - 4   | <b>Определение механических свойств материалов при испытании на растяжение</b><br>Определение механических свойств материалов при испытании на растяжение |
| 5 - 8   | <b>Определение механических свойств при испытании на сжатие</b><br>Определение механических свойств при испытании на сжатие                               |
| 9 - 12  | <b>Определение механических свойств материалов при испытании на кручение</b><br>Определение механических свойств материалов при испытании на кручение     |
| 13 - 16 | <b>Расчетно-экспериментальное определение напряжений при плоском изгибе</b><br>Расчетно-экспериментальное определение напряжений при плоском изгибе       |

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели  | Темы занятий / Содержание   |
|---------|---|
|         | <i>4 Семестр</i>  |
| 2 - 3   | Растяжение-сжатие. Статически определимые брус и стержневая система. Статически неопределимые брус и стержневая система.  |
| 4 - 5   | Плоское напряженное состояние. Определение напряжений в произвольных площадках по главным напряжениям. Определение главных напряжений. Анализ деформированного состояния. |
| 6 - 7   | Кручение. Эпюры крутящих моментов. Расчет на прочность и жесткость. Анализ напряженно-деформированного состояния.   |
| 8 - 9   | Плоский изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Расчет нормальных и касательных напряжений. Расчет на прочность   |
| 10 - 11 | Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора   |
| 12 - 13 | Тонкостенная оболочка. Расчет прочности оболочки, составленной из частей различной формы.   |
| 14 - 15 | Сложное сопротивление. Изгиб с кручением. Косой изгиб. Внецентренное растяжение.  |

## 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 задания, ответы при приеме которых позволяют судить об усвоении студентом данного курса.
- 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, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ОПК-1             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ОПК-1             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
| ОПК-2       | З-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
| ПК-2        | З-ПК-2              | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ПК-2              | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ПК-2              | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
| ОПК-1       | З-ОПК-1             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ОПК-1             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ОПК-1             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
| ОПК-2       | З-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ОПК-2             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
| ОПК-4       | З-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | У-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |
|             | В-ОПК-4             | З, КР, КИ-8, ЛР-11, ЛР-15         |

### Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины   |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе  |
| 75-84        |                               | C           |   |
| 70-74        |                               | D           |   |

|         |                              |   |   |
|---------|------------------------------|---|---|
|         |                              |   | на вопрос.  |
| 65-69   |                              |   | Оценка «удовлетворительно»  |
| 60-64   | 3 –<br>«удовлетворительно»   | Е | выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.   |
| Ниже 60 | 2 –<br>«неудовлетворительно» | Ф | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ф 51 Введение в механику материалов и конструкций : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2017
2. ЭИ М 48 Сопротивление материалов : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2020
3. ЭИ К 90 Сопротивление материалов. Курс лекций : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2017
4. ЭИ С 34 Сопротивление материалов. Пособие для решения контрольных работ студентов-заочников : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2018
5. ЭИ И85 Сопротивление материалов Ч.1 , , Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
6. ЭИ П33 Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов, Е. Н. Пирогов, В. Ю. Гольцев, Москва: МИФИ, 2008
7. 539.3/.6 П33 Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов, Е. Н. Пирогов, В. Ю. Гольцев, Москва: МИФИ, 2008
8. 539.3/.6 С23 Сборник задач по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов, ред. : Л. К. Паршин, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 60.44 Б44 Сборник задач по сопротивлению материалов : Учеб. пособие для вузов, Беляев Н.М., М.: Наука, 1968
2. 539.3/6 С19 Классический курс сопротивления материалов в решениях задач : , В.Т.Сапунов, Москва: УРСС, 2004
3. 539 Е30 Расчет на прочность при динамическом действии нагрузок : Учеб.пособие, Егоров В.И., М.: МИФИ, 1994
4. 539.3 С54 Лабораторный практикум по курсу "Основы сопротивления материалов и физики прочности" : Учеб. пособие, Соболев Н.Д., М.: МИФИ, 1989
5. 539.3 Ф42 Сопротивление материалов : Учебник для вузов, Феодосьев В.И., Москва: МГТУ, 2001

#### 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 «Соппротивление материалов».

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 также при расчете сосудов давления использовать технические теории прочности.

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

При реализации программы дисциплины «Соппротивление материалов» 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 коллоквиум, ответы, при приеме которого позволяют судить об усвоении студентом данного курса, и семестровый контроль;
- 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 размерностей и типов величин.

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

Гольцев Владимир Юрьевич, к.т.н. доцент