

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра *«Механика и прочность материалов и конструкций»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.24 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

для специальности

23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей»

по специализациям

«Строительство магистральных железных дорог»,

«Управление техническим состоянием железнодорожного пути»,

«Мосты»,

«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, заочная

«Строительство дорог промышленного транспорта»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»
Протокол № 8 от 30.03 2022г.

Заведующий кафедрой
«Механика и прочность материалов и конструкций»
30 03 2022г.



С.А. Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
по специализации «Строительство
магистральных железных дорог»
30 03 2022г.



С.В. Шкурников

Руководитель ОПОП ВО
по специализации «Управление техническим
состоянием железнодорожного пути»
30 03 2022г.



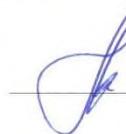
А.В. Романов

Руководитель ОПОП ВО
по специализации «Мосты»
20 04 2022г.



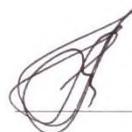
С.В. Чижов

Руководитель ОПОП ВО
по специализации «Тоннели и
метрополитены»
20 04 2022 г.



А.П. Ледеяев

Руководитель ОПОП ВО
по специализации «Строительство дорог
промышленного транспорта»



А.Ф. Колос

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» (Б1.О.24) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27.03.2018 г., приказ Минобрнауки России № 218.

Целью изучения дисциплины является подготовка в области механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний и умений, необходимых для применения законов механики при проектировании и расчете транспортных объектов.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение основной модели деформируемого твердого тела, основных гипотез и теорем сопротивления материалов;
- овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций при проектировании транспортных сооружений;
- ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, овладение элементами рационального проектирования конструкций;
- приобретение умений по экспериментальному определению упругих постоянных, механических характеристик прочности и пластичности, твердости материалов, усилий и напряжений в элементах конструкций.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций (части компетенций). Сформированность компетенций (части компетенций) оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|
| <i>ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</i> | |
| ОПК-4.1.2. Знает законы механики в объеме, достаточном для выполнения необходимых расчетов при проектировании транспортных объектов | <i>Обучающийся знает:</i> <ul style="list-style-type: none">– основную модель твердого деформированного тела в сопротивлении материалов, основные элементы конструкций, классификацию внешних сил, виды закрепления стержня;– основные гипотезы сопротивления материалов;– метод сечений для построения эпюр внутренних усилий;– экспериментальные основы сопротивления материалов;– методы расчета на прочность и жесткость для различных видов деформации (осевой деформации, плоского изгиба, кручения, сложного сопротивления);– элементами рационального проектирования |

| Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|
| | <p>конструкций;</p> <ul style="list-style-type: none"> – расчет напряженно – деформированного состояния в точке тела, критерии прочности и пластичности; – условия статической эквивалентности; – энергетические теоремы сопротивления материалов; – методы расчета статически неопределимых систем; – методы расчета на устойчивость центрально сжатых стержней; – методы расчета конструкций при действии динамических и циклических меняющихся напряжениях; – методы расчета систем по предельным нагрузкам. |
| <p>ОПК-4.2.1. Умеет выполнять необходимые расчеты при проектировании транспортных объектов</p> | <p><i>Обучающийся умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – экспериментально определять, упругие постоянные материала, механические характеристики прочности и пластичности, твердость материала; – строить эпюры внутренних усилий; – рассчитывать геометрические характеристики плоских фигур; – проводить расчеты на прочность и жесткость простейших стержневых систем, при различных видах деформации при действии статических и динамических сил; – подбирать рациональную форму и размеры поперечных сечений элементов конструкций; – проводить расчеты на устойчивость центрально сжатых стержней; – экспериментально находить усилия и напряжения в стержнях при разных видах деформации, критическую силу в случае центрального сжатия; – рассчитывать напряженно – деформированное состояние в точке тела, применять критерии прочности и пластичности; – раскрывать статическую неопределимость в простейших стержневых системах теоретически (методом сил) и экспериментально. |

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Модуль | |
|--|-------------|--------|-------|
| | | 1 | 2 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 144 | 80 | 64 |
| В том числе: | | | |
| – лекции (Л) | 64 | 32 | 32 |
| – практические занятия (ПЗ) | 48 | 32 | 16 |
| – лабораторные работы (ЛР) | 32 | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 144 | 64 | 80 |
| Контроль | 72 | 36 | 36 |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э, Э | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 360/10 | 180/5 | 180/5 |

Для заочной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Модуль | |
|--|-------------|--------|-------|
| | | 1 | 2 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 36 | | |
| В том числе: | | | |
| – лекции (Л) | 16 | 8 | 8 |
| – практические занятия (ПЗ) | 12 | 8 | 4 |
| – лабораторные работы (ЛР) | 8 | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 306 | 151 | 155 |
| Контроль | 18 | 9 | 9 |
| Форма контроля (промежуточной аттестации) | Э, Э | Э | Э |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 360/10 | 180/5 | 180/5 |

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-----------------|--|--|-----------------------------------|
| Модуль 1 | | | |
| 1 | Введение. Основные понятия. Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня. | <p>Лекция 1. Тема - Цель и задачи курса "Сопротивление материалов". Основная модель твердого деформируемого тела в механике. Основные элементы конструкций. Внешние силы. (2 ч.)</p> <p>Лекция 2. Тема - Виды закрепления стержня на плоскости и в пространстве, простейшие стержневые конструкции. Основные гипотезы сопротивления материалов. (2 ч.)</p> <p>Лекция 3. Тема – Внутренние усилия.</p> | <p>ОПК-4.1.2</p> <p>ОПК-4.1.2</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---|---|---|
| | | <p>Метод сечений. Виды основных деформаций стержня. Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Полные, нормальные и касательные напряжения. Тензор напряжений. Условия статической эквивалентности. (2 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 2 | <p>Экспериментальные основы сопротивления материалов.</p> | <p>Лекция 4. Тема - Экспериментальные основы сопротивления материалов. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Диаграммы напряжений. Механические характеристики и характеристики пластичности материалов. (2 ч.)</p> <p>Лекция 5. Тема - Понятие о сдвиге, о касательных напряжениях и относительных угловых деформациях. Закон Гука для материала. Упругие постоянные материала. (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 1. Тема - «Исследование прочностных и пластических свойств стали при разрыве». (4 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 2. Тема - «Испытание металлов на твердость». (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 3. Тема - «Испытание на сжатие образцов из различных материалов до их разрушения». (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к написанию тестов по лабораторным работам, подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 3 | <p>Простые виды деформации: осевая деформация, плоский изгиб, кручение.</p> | <p>Лекция 6. Тема – Осевое растяжение – сжатие: Внутренние усилия. Нормальные напряжения в сечении стержня. Проверка прочности и подбор сечения. Деформации при растяжении-сжатии. (2 ч.)</p> <p>Лекция 7. Тема – Геометрические характеристики поперечных сечений стержня. Статический момент площади сечения. Осевые, полярный и</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|----------|------------------------------------|---|---|
| | | <p>центробежные моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур. Зависимость между моментами инерции при параллельном переносе и повороте осей. (2 ч.)</p> <p>Лекции 8-9. Тема – Плоский изгиб. Условия возникновения плоского поперечного изгиба. Внутренние усилия. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и распределенной нагрузкой. Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности. Рациональные формы сечений. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского). (4 ч.)</p> <p>Лекция 10. Тема – Приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Определение постоянных интегрирования и их физический смысл. (2 ч.)</p> <p>Лекция 11. Тема – Чистый сдвиг. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. (2 ч.)</p> <p>Лекция 12. Тема – Кручение стержней с круглым поперечным сечением. Крутящий момент. Вычисление крутящих моментов и построение эпюр. Напряжения и деформации при кручении стержней круглого и кольцевого сечений. Расчет вала на прочность и жесткость. (2 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Лабораторная работа 4. Тема – «Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона». (2 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Лабораторная работа 5. Тема – «Опытная проверка напряженного состояния балки при плоском изгибе» (4 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Лабораторная работа 6. Тема – «Определение модуля сдвига». (2 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Практические занятия 1 – 3. Тема - «Осевое растяжение и сжатие. Расчет прямоосного ступенчатого стержня». (6 ч.)</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| | | <p>Практические занятия 4, 5. Тема -</p> | <p>ОПК-4.1.2,</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---|---|--|
| | | <p>«Осевое растяжение и сжатие. Расчет шарнирно-стержневых систем». (4 ч.)</p> <p>Практические занятия 6, 7. Тема - «Геометрические характеристики поперечных сечений стержней: Определение положения центра тяжести и геометрических характеристик плоских фигур». (4 ч.)</p> <p>Практические занятия 8, 9. Тема - Изгиб: построение эпюр внутренних усилий, подбор сечения. (4ч.)</p> <p>Практические занятия 10 - 12. Тема - Изгиб: нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Касательные напряжения и расчеты на прочность. (6 ч.)</p> <p>Практические занятия № 13, 14 Тема - «Изгиб: перемещения при изгибе, приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки». (4 ч.)</p> <p>Практические занятия 15, 16. «Кручение валов кругового сечения» (4 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к написанию тестов по лабораторным работам, подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение расчетно-графических работ. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 4 | <p>Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Критерии прочности и пластичности (гипотезы прочности)</p> | <p>Лекция 13. Тема – Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Свойство парности касательных напряжений. Определение полных, нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Экстремальные касательные напряжения. (2 ч.)</p> <p>Лекция 14. Тема – Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Относительная объемная деформация. Потенциальная энергия упругой деформации – энергия изменения объема и энергия формоизменения. (2 ч.)</p> <p>Лекции 15, 16. Тема – Критерии прочности и пластичности. Теория наибольших нормальных напряжений (первая теория прочности). Теория наибольших удлинений (вторая теория прочности). Теория наибольших касательных напряжений (третья</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-----------------|---|---|---|
| | | <p>гипотеза прочности). Теория наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения (энергетическая теория прочности). (4 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| Модуль 2 | | | |
| 5 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) | <p>Лекция 17. Тема – Общий случай сложного сопротивления. Пространственный изгиб. Косой изгиб: определение напряжений, перемещений и положения нейтральной линии. (2 ч.)</p> <p>Лекция 18. Тема – Изгиб с растяжением (сжатием). Внецентренное растяжение (сжатие): определение напряжений, положение нейтральной линии, ядро сечения. (2 ч.)</p> <p>Лекция 19. Тема – Кручение с изгибом. (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 7. Тема – «Исследование внецентренного растяжения стержня». (4 ч.)</p> <p>Практическое занятие 17. Тема – «Сложное сопротивление: косой изгиб» (2 ч.)</p> <p>Практическое занятие 18. Тема – «Сложное сопротивление: внецентренное растяжение - сжатие». (2 ч.)</p> <p>Практическое занятие 19. Тема – «Сложное сопротивление: совместное действие изгиба и осевой деформации и/или совместное действие изгиба и кручения». (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к написанию теста по лабораторной работе, подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение расчетно-графической работы. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 6 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | <p>Лекция 20. Тема – Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Энергетические теоремы. (2 ч.)</p> <p>Лекция 21. Тема – Потенциальная энергия упругой деформации прямоосного призматического стержня для случая произвольного действия сил. (2 ч.)</p> <p>Лекция 22. Тема – Метод Мора для</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|--|---|---|
| | | <p>определения перемещений. Формулы трапеций и Симпсона, прием Верещагина. (2 ч.)</p> <p>Практические занятия 20, 21. Тема – «Метод Мора определения перемещений при плоском изгибе». (4 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение расчетно-графической работы. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 7 | <p>Основы расчета простейших статически неопределимых систем</p> | <p>Лекции 23, 24. Тема – Статически неопределимые системы. Метод сил раскрытия статической неопределимости. Статически неопределимые балки. Связи необходимые и лишние, степень статической неопределимости. Основная система метода сил, каноническое уравнение. (4ч.)</p> <p>Лекция 25. Тема – Статически неопределимые системы при осевой деформации. Монтажные усилия. Температурные напряжения. (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 8. Тема – «Определение реакций промежуточной опоры двухпролетной неразрезной балки с консолями» (4 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 9. Тема – «Определение опорного момента в статически неопределимой балке с защемленным и шарнирно опертыми концами». (4 ч.)</p> <p>Практические занятия 22, 23. Тема – «Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки» (4 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение расчетно-графической работы. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2,</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 8 | <p>Устойчивость сжатых стержней</p> | <p>Лекция 26. Тема – Понятие об устойчивом и неустойчивом упругом равновесии. Формула Эйлера для определения критической силы для различных случаев закрепления стержня. Предел применимости формулы Эйлера. (2 ч.)</p> <p>Лекция 27. Тема – Кривая критических напряжений. Устойчивость стержня за пределом упругости. Практический</p> | <p>ОПК-4.1.2</p> <p>ОПК-4.1.2,</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|----------|--|---|---|
| | | <p>расчет сжатых стержней на устойчивость. (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 10. Тема – «Определение величины критической силы для сжатого стержня с шарнирно закрепленными концами». (4 ч.)</p> <p>Практическое занятие 24. Тема – «Устойчивость центрально сжатых стержней: Определение несущей способности центрально-сжатого стержня. Подбор поперечного сечения». (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к написанию теста по лабораторной работе, подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение расчетно-графической работы. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 9 | <p>Динамическое действие нагрузок.</p> <p>Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях</p> | <p>Лекция 28. Тема – Динамические силы. Осевой удар. Динамический коэффициент. (2 ч.)</p> <p>Лекция 29. Тема – Ударные воздействия при плоском поперечном изгибе. Подъем груза с ускорением. (2 ч.)</p> <p>Лекция 30. Тема – Явление усталости материала. Возникновение и развитие усталостных повреждений металла. Понятие о характеристике цикла. Предел выносливости при симметричном цикле. Факторы, влияющие на величину предела выносливости и меры борьбы с усталостными изломами. (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 10 | <p>Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем.</p> | <p>Лекция 31. Тема – Понятие о расчете стержневых систем по предельной нагрузке. Отличие этого метода расчета от расчета по допускаемым напряжениям. Расчет статически определимых и статически неопределимых стержневых систем по предельной нагрузке при осевой деформации. (2 ч.)</p> <p>Лекция 32. Тема – Расчет статически определимых и статически неопределимых стержневых систем по предельной нагрузке при кручении и плоском изгибе. (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |

Для заочной формы обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-----------------|--|---|-----------------------------------|
| Модуль 1 | | | |
| 1 | Введение. Основные понятия. Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня. | <p>Лекция 1 Часть 1. (1 час.) Тема - Цель и задачи курса "Сопротивление материалов". Основная модель твердого деформируемого тела в механике. Основные элементы конструкций. Внешние силы. Виды закрепления стержня на плоскости и в пространстве, простейшие стержневые конструкции. Основные гипотезы сопротивления материалов. Внутренние усилия. Метод сечений. Правило знаков для внутренних усилий. Виды основных деформаций стержня. Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Полные, нормальные и касательные напряжения. Тензор напряжений. Условия статической эквивалентности.</p> <p>Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5.</p> | ОПК-4.1.2, ОПК-4.1.2, |
| 2 | Экспериментальные основы сопротивления материалов. | <p>Лекции 1 Часть 2. (1 час.) Тема - Экспериментальные основы сопротивления материалов. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Диаграммы напряжений. Механические характеристики и характеристики пластичности материалов. Понятие о сдвиге, о касательных напряжениях и относительных угловых деформациях. Закон Гука для материала. Упругие постоянные материала.</p> | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|--|---|---|
| | | <i>Лабораторная работа 1. Тема - «Исследование прочностных и пластических свойств стали при разрыве».</i> (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Изучения литературы из п. 8.5. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| 3 | Простые виды деформации: осевая деформация, плоский изгиб, кручение. | <p><i>Лекция 2. Тема – Осевое растяжение – сжатие:</i> Внутренние усилия. Нормальные напряжения в сечении стержня. Проверка прочности и подбор сечения. Деформации при растяжении-сжатии. <i>Кручение стержней с круглым поперечным сечением.</i> Крутящий момент. Вычисление крутящих моментов и построение эпюр. Напряжения и деформации при кручении стержней круглого и кольцевого сечений. Расчет вала на прочность и жесткость. (2 ч.)</p> <p><i>Лекция 3. Тема – Плоский изгиб.</i> Условия возникновения плоского поперечного изгиба. Внутренние усилия. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и распределенной нагрузкой. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условие прочности. Рациональные формы сечений. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Журавского). (2 ч.)</p> <p><i>Лабораторная работа № 2. Тема – «Опытная проверка напряженного состояния балки при плоском изгибе»</i> (2 ч.)</p> <p><i>Практическое занятие 1. Тема – «Осевое растяжение и сжатие. Расчет прямоосного ступенчатого стержня»</i> (2 ч.)</p> <p><i>Практическое занятие 2. Тема – «Плоский изгиб: построение эпюр внутренних усилий, подбор сечения».</i> (2 ч.)</p> <p><i>Практические занятия 3. Тема –</i></p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-----------------|--|--|-----------------------------------|
| | | «Кручение валов кругового сечения». (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Самостоятельная работа: Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение контрольных работ. Изучения литературы из п. 8.5. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| 4 | Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Критерии прочности и пластичности (гипотезы прочности) | Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| 5 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) | Лекция 4. Тема – Общий случай сложного сопротивления. Пространственный изгиб. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие). Кручение с изгибом. (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Лабораторная работа 3. Тема – «Исследование внецентренного растяжения стержня». (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Практическое занятие 4. Тема – «Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление)» (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение контрольной работы. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| Модуль 2 | | | |
| 6 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | Лекция 5. Часть 1. Тема – Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Потенциальная энергия упругой деформации прямоосного призматического стержня для случая произвольного действия сил. Метод Мора для определения перемещений. Формулы трапеций и Симпсона, прием Верещагина. (1 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| 7 | Основы расчета простейших статически неопределимых систем | Лекция 5. Часть 2. Тема – Статически неопределимые системы. Метод сил раскрытия | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---|--|---|
| | | <p>статической неопределимости.(1ч.) Лекция 6. Тема – Статически неопределимые балки. Связи необходимые и лишние, степень статической неопределимости. Основная система метода сил, каноническое уравнение. (2 ч.)</p> <p>Практическое занятие 5. Тема – «Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки». (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение контрольной работы.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 8 | Устойчивость сжатых стержней | <p>Лекция 7. Тема – Понятие об устойчивом и неустойчивом упругом равновесии. Формула Эйлера для определения критической силы для различных случаев закрепления стержня. Предел применимости формулы Эйлера. Кривая критических напряжений. Устойчивость стержня за пределом упругости. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. (2 ч.)</p> <p>Лабораторная работа 4. Тема – «Определение величины критической силы для сжатого стержня с шарнирно закрепленными концами». (2 ч.)</p> <p>Практическое занятие 6. Тема – «Устойчивость центрально сжатых стержней: Определение несущей способности центрально-сжатого стержня». (2 ч.)</p> <p>Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. Выполнение контрольной работы.</p> | <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> <p>ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1</p> |
| 9 | Динамическое действие нагрузок. Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях | Лекция 8. Тема – Осевой удар. Динамический коэффициент. Возможные модификации формулы для динамического коэффициента и его практическое использование в расчетах. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Индикаторы достижения компетенций |
|-------|---|---|-----------------------------------|
| | | Ударные воздействия при плоском поперечном изгибе. Подъем груза с ускорением. Явление усталости материала. Возникновение и развитие усталостных повреждений металла. Понятие о характеристике цикла. Предел выносливости при симметричном цикле. Факторы, влияющие на величину предела выносливости и меры борьбы с усталостными изломами. (2 ч.) | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |
| | | Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. | |
| 10 | Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем. | Самостоятельная работа: Изучения литературы из п. 8.5. Подготовка к итоговому семестровому тесту. | ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1 |

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий
Для очной формы обучения:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|-------|--|----|----|----|-----|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Введение. Основные понятия. Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня. | 6 | 0 | 0 | 4 | 10 |
| 2 | Экспериментальные основы сопротивления материалов. | 4 | 0 | 8 | 20 | 32 |
| 3 | Простые виды деформации: осевая деформация, плоский изгиб, кручение. | 14 | 32 | 8 | 30 | 84 |
| 4 | Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Критерии прочности и пластичности (гипотезы прочности) | 8 | 0 | 0 | 10 | 18 |
| 5 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) | 6 | 6 | 4 | 20 | 36 |
| 6 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | 6 | 4 | 0 | 10 | 20 |
| 7 | Основы расчета простейших статически неопределимых систем | 6 | 4 | 8 | 20 | 38 |

| | | | | | | |
|---|--|----|----|----|-----|-----|
| 8 | Устойчивость сжатых стержней | 4 | 2 | 4 | 10 | 20 |
| 9 | Динамическое действие нагрузок Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях | 6 | 0 | 0 | 12 | 18 |
| 10 | Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем. | 4 | 0 | 0 | 8 | 12 |
| | Итого | 64 | 48 | 32 | 144 | 288 |
| Контроль | | | | | | 72 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 360 |

Для заочной формы обучения:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего |
|---|--|----|----|----|-----|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Введение. Основные понятия. Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня. | 2 | 0 | 2 | 30 | 34 |
| 2 | Экспериментальные основы сопротивления материалов. | | | | | |
| 3 | Простые виды деформации: осевая деформация, плоский изгиб, кручение. | 4 | 6 | 2 | 40 | 54 |
| 4 | Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Критерии прочности и пластичности (гипотезы прочности) | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 |
| 5 | Общий случай действия сил на стержень (Сложное сопротивление) | 2 | 2 | 2 | 40 | 46 |
| 6 | Энергетические теоремы и принципы в сопротивлении материалов | 4 | 2 | 0 | 80 | 86 |
| 7 | Основы расчета простейших статически неопределимых систем | | | | | |
| 8 | Устойчивость сжатых стержней | 2 | 2 | 2 | 40 | 46 |
| 9 | Динамическое действие нагрузок. Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях. | 2 | 0 | 0 | 36 | 38 |
| 10 | Расчет по предельным нагрузкам стержневых систем. | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 |
| | Итого | 16 | 12 | 8 | 306 | 342 |
| Контроль | | | | | | 18 |
| Всего (общая трудоемкость, час.) | | | | | | 360 |

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используется учебная лаборатория кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций» оборудованная следующими приборами/специальной техникой/установками используемыми в учебном процессе:

- учебная испытательная машина на разрыв Р-5;
- пресс Бринелля с механическим приводом;
- испытательный пресс С04N 1500/350 кН;
- универсальный лабораторный стенд по сопротивлению материалов СМ-1;
- универсальный лабораторный стенд по сопротивлению материалов СМ-2;
- учебная разрывная машина МИ-20УМ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный

ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
– Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru> / — Режим доступа: для авториз. пользователей;
– Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. - 8-е изд., испр. - Москва: Студент, 2012. - 560 с. : ил. - ISBN 978-5-4363-0030-6.
- Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / П.А. Степин. - 13-е изд., стер. - СПб.; Издательство «Лань», 2014. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1038-5 (<https://e.lanbook.com>).
- Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: пособие по решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - СПб. : Издательство «Лань», 2014. - 512 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература) - ISBN 978-5-8114-0555-8 (<https://e.lanbook.com>).
- Сопротивление материалов : основы теории, примеры, задачи: учеб.пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ред. : С. В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2006. - 399 . с., [1] л. - ISBN 5-7641-0148-4
- Сопротивление материалов в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие / С. В. Елизаров [и др.] ; ФГБОУ ВО ПГУПС. - Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. - 465 с. : ил. - Библиогр.: с. 450-451. - ISBN 978-5-7641-1017-2
- Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенко; ПГУПС. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2012 - .Ч .1: Варианты заданий. - 2012. - 47 с. : ил. - Библиогр.: с. 38. - ISBN 978-5-7641-0330-3
- Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенко ; ПГУПС. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2. Ч. 2 : Примеры решения задач. - 2013. - 44 с. : рис. - ISBN 978-5-7641-0540-6
- Сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / А.С. Кухарева, Н.И. Невзоров, Э.Д. Трощенко. - Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2012 - . - ISBN 978-5-7641-0267-2, Ч. 3 : Примеры решения задач. - 2014. - 50 с. : рис. - Библиогр.: с. 46. - ISBN 978-5-7641-0661-8.
- Расчет стержневых систем по предельным нагрузкам : учеб.пособие / А.В. Бенин, В.З. Васильев, Н.И. Невзоров, О.В. Козьминская, И.И. Рыбина. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. – 32 с. ISBN 978-5-7641-0622-9.
- Сопротивление материалов [Текст] : учеб.-исследоват. лаб. работы / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин ; ред. : С.В. Елизаров. - СПб. : ПГУПС, 2009. - 202 с. : ил. - ISBN 978-5-7641-0210-8

- Сопротивление материалов : лаб. работы, выполняемые на учеб.стендах СМ-1, СМ-2, МИ-40У / С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин, А.В. Бенин. - СПб. : ПГУПС, 2008. - 126 с. : ил.
- Сопротивление материалов: базовый курс лекций. С.В. Елизаров, Ю.П. Каптелин. – СПб.: ПГУПС, 2007, -254 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Разработчик рабочей программы, доцент
30.03 2022 г.



А.С. Кухарева