

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и
транспортных тоннелей,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Сопротивление материалов

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Строительство магистральных железных
дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2153
Подписал: заведующий кафедрой Зылёв Владимир Борисович
Дата: 27.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

«Сопротивление материалов» – общетехническая дисциплина, лежащая в основе ряда общетехнических и специальных дисциплин. На сопротивлении материалов базируются такие общетехнические дисциплины, как «Строительная механика», «Динамика и устойчивость сооружений», «Теория упругости и пластичности», и др. Сюда следует отнести и большое число специальных инженерных дисциплин, связанных с расчетами мостов, тоннелей, железнодорожного пути и других транспортных сооружений. Изучение сопротивления материалов способствует формированию инженерного мышления, позволяющего будущему специалисту научно анализировать проблемы его профессиональной области, использовать на практике приобретённые им базовые знания, самостоятельно, используя современные образовательные и информационные технологии, овладевать той новой информацией, с которой ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности.

Целью освоения сопротивления материалов является изучение поведения стержней при различных видах деформаций, оценивать их надежность и долговечность. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих работу реальных сооружений. При изучении сопротивления материалов вырабатываются навыки практического использования изучаемых методов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- основные задачи и возможности науки о сопротивлении материалов;
- основные гипотезы и принципы;
- принципы составления расчетных схем;

- методы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

Уметь:

- определять виды сопротивления и внутренние силовые факторы, напряжения, деформации и перемещения;

- оценить напряженное состояние в опасной точке и выбрать метод оценки прочности.

Владеть:

- методами составления уравнений равновесия твердого тела;

- методами расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при статическом и динамическом нагружении.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий | Количество часов | | |
|---|------------------|---------|----|
| | Всего | Семестр | |
| | | №3 | №4 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 192 | 96 | 96 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 64 | 32 | 32 |
| Занятия семинарского типа | 128 | 64 | 64 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 204 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или)

лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Введение в сопротивление материалов. Рассматриваемые вопросы: - описание моделей деформируемых тел и допущений при расчете деформируемых стержневых систем. |
| 2 | Растяжение и сжатие. Рассматриваемые вопросы: - деформированное состояние растянутого (сжатого) стержня; - понятие о распределении напряжений в сечении; - закон Гука; - определение деформаций и перемещений. |
| 3 | Решение простейших статически неопределимых задач на растяжение-сжатие. Рассматриваемые вопросы: - расчет на силовую нагрузку; - расчет на изменение температуры; - определение монтажных напряжений. |
| 4 | Диаграммы растяжения и сжатия. Рассматриваемые вопросы: - для стержней из малоуглеродистой стали; - из низколегированной стали и чугуна; - особенности диаграмм сжатия стали, чугуна и дерева; - характер разрушения чугунных образцов при сжатии и растяжении. |
| 5 | Задачи расчета на прочность по предельным состояниям. Рассматриваемые вопросы: - обсуждение особенностей расчета на прочность; - проверка прочности; - подбор сечения. |
| 6 | Геометрия поперечных сечений. Рассматриваемые вопросы: - элементарная теория моментов инерции; - формулы «параллельного перехода»; - главные центральные оси и соответствующие моменты инерции для симметричных сечений. |
| 7 | Вывод формулы нормальных напряжений при чистом изгибе. Рассматриваемые вопросы: - основные допущения при расчете балок в условии плоского изгиба; - применение гипотезы плоских сечений; - определение максимальных напряжений в крайних волокнах балки; - момент сопротивления. |
| 8 | Расчеты на прочность балок при изгибе. Рассматриваемые вопросы: - подбор сечений; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - проверка прочности; - понятие о рациональных сечениях балок при изгибе. |
| 9 | <p>Вывод формулы касательных напряжений при изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие о статическом моменте отсеченной части; - точка максимума касательных напряжений; - расчет составных балок; - закон парности касательных напряжений. |
| 10 | <p>Расчеты круглых стержней при кручении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывод формулы касательных напряжений; - расчеты на прочность круглых стержней при кручении; - понятие о моменте сопротивления при кручении; - расчеты на прочность: проверка прочности, подбор сечения; - рациональные формы сечений скручиваемых стержней; - закон Гука при чистом сдвиге; - модуль сдвига. |
| 11 | <p>Определение перемещений при изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогиб и угол поворота; - связь между этими перемещениями; - дифференциальные уравнения изгиба балки и его непосредственное интегрирование; - определение перемещений для простейших случаев нагружения балок. |
| 12 | <p>Интеграл Максвелла-Мора для определения перемещений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывод формулы Максвелла-Мора; - примеры вычисления перемещений; - вычисление интеграла Максвелла-Мора при помощи формул численного интегрирования (Верещагина, Симсона и трапеций). |
| 13 | <p>Определение перемещений при кручении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет углов закручивания; - расчеты на жесткость при кручении; - расчет вращающихся валов на прочность и жесткость при кручении; - решение простейших статически неопределимых задач. |
| 14 | <p>Расчет на кручение стержней с некруглым поперечным сечением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет на кручение стержней с прямоугольным поперечным сечением; - расчет на кручение тонкостенных стержней открытого профиля; - формула Бредта. Расчет на кручение тонкостенных стержней с замкнутым профилем. |
| 15 | <p>Сложное сопротивление (косой изгиб).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет на прочность и жесткость стержней в условиях косоугольного изгиба; - положение нейтральной оси и опасных точек; - перемещения при косом изгибе; - примеры расчета. |
| 16 | <p>Сложное сопротивление (растяжение-сжатие с изгибом).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение положения нулевой линии и опасных точек; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | - расчеты на прочность; - понятия о ядре сечения; - примеры расчетов. |
| 17 | Расчет стержней на изгиб с кручением. Рассматриваемые вопросы: - определение опасных точек поперечного сечения; - применение III и IV теории прочности; - подбор размеров поперечного сечения. |
| 18 | Теории прочности (III и IV). Рассматриваемые вопросы: - вывод формулы эквивалентных напряжений для III теории прочности; - вывод формулы эквивалентных напряжений для IV теории прочности; - формулы для плоского напряженного состояния. |
| 19 | Понятие о расчетах на устойчивость центрально сжатого стержня. Рассматриваемые вопросы: - устойчивое и неустойчивое равновесие; - вывод формулы Л. Эйлера для определения критической нагрузки; - влияние граничных условий закрепления стержня; - пределы применимости формулы Л. Эйлера. Формула Ф.С. Ясинского. |
| 20 | Практические расчеты на устойчивость сжатых стержней. Рассматриваемые вопросы: - понятия о коэффициенте продольного изгиба; - гибкость стержня; - подбор поперечного сечения стержня методом последовательных приближений. |
| 21 | Продольно-поперечный изгиб стержней. Рассматриваемые вопросы: - определение перещений и напряжений при продольно-поперечном изгибе; - расчеты на прочность. |
| 22 | Динамическое действие нагрузок. - формула динамического коэффициента при вертикальном ударе; - определение напряжений и перемещений при вертикальном ударе груза по балке. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| 1 | Испытание на растяжение и сжатие стального образца в пределах упругих деформаций. Рассматриваемые вопросы: - проверка справедливости закона Гука; - определение модуля упругости (E); - определение коэффициента Пуассона (μ). |
| 2 | Изучение диаграмм растяжения малоуглеродистой и легированной стали. Рассматриваемые вопросы: - определение характеристик прочности и пластичности стали по диаграмме растяжения; - наблюдение за образованием шейки, тепловыми и магнитными явлениями в процессе деформаций. |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| 3 | <p>Изучение диаграмм сжатия малоуглеродистой стали, чугуна и древесины.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение механических характеристик металлов и древесины по диаграммам их сжатия; -наблюдение за характером разрушения образцов. |
| 4 | <p>Испытание на срез стали и древесины.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение механических характеристик стали и древесины при срезе; - наблюдение за характером разрушения образцов. |
| 5 | <p>Испытание двутавровой балки на изгиб (зона чистого изгиба).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -проверка закона Гука и линейного распределения нормальных напряжений по высоте балки в зоне чистого изгиба. |
| 6 | <p>Испытание двутавровой балки на изгиб (зона поперечного изгиба).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -проверка справедливости формул сопротивления материалов для нормальных и касательных напряжений в зоне поперечного изгиба; -знакомство с экспериментальным методом исследования плоского напряженного состояния с использованием розетки из трех датчиков. |
| 7 | <p>Испытание образцов на кручение.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -проверка справедливости закона Гука; -определение модуля упругости стали при сдвиге; -наблюдение за характером разрушения образцов из стали, чугуна и древесины. |
| 8 | <p>Определение перемещений в балке при изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -экспериментальное определение значения прогибов и углов поворота нескольких сечений балки и их сравнение с теоретическими значениями. |
| 9 | <p>Опытная проверка значения опорной реакции неразрезной балки.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение опытным путём величины опорной реакции в статически неопределимой балке и сравнение её с теоретическим значением. |
| 10 | <p>Испытание балки при косом изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -сравнение теоретических значений напряжений и прогиба с полученными из опыта. |
| 11 | <p>Изучение распределения напряжений в поперечном сечении бруса при внецентренном сжатии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -сравнение теоретических значений напряжений со значениями, полученными из опыта при различном положении сжимающей силы. |
| 12 | <p>Испытание тонкостенной трубы на изгиб с кручением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -опытная проверка теоретических значений величин и направлений главных напряжений в точке поверхностного слоя тонкостенной трубы, подверженной кручению и изгибу. |
| 13 | <p>Исследование явления потери устойчивости сжатого стального стержня в упругой стадии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -исследование явления потери устойчивости центрально сжатого стального стержня в упругой стадии; |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| | -экспериментальное определение значения критической силы и сравнение её с теоретическим значением. |
| 14 | Исследование работы стержня при продольно-поперечном изгибе. Рассматриваемые вопросы: -исследование поведения шарнирно опертого стального стержня при продольно-поперечном изгибе. |
| 15 | Изучение продольного изгиба в упруго-пластической стадии. Рассматриваемые вопросы: -определение величины критической силы сжатого стержня из опыта и сравнение её с теоретическим значением. |
| 16 | Концентрация напряжений. Рассматриваемые вопросы: -изучение концентрации напряжений в растянутой полосе с ослаблениями. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| 1 | Определение внутренних усилий. Рассматриваемые вопросы: -освоение метода сечений для построение эпюр внутренних усилий (продольных сил, крутящих моментов, поперечных сил и изгибающих моментов). |
| 2 | Расчет напряжений и деформаций в стержнях при растяжении-сжатии. Рассматриваемые вопросы: определение напряжений и деформаций стержней при растяжении-сжатии, а также определение напряжений на наклонных площадках. |
| 3 | Расчет статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии. Рассматриваемые вопросы: -расчет статически неопределимых стержневых систем на действие силовых нагрузок, а также на действие температурных и монтажных напряжений. |
| 4 | Задачи на вычисление геометрических характеристик сплошных и составных сечений. Рассматриваемые вопросы: -расчет моментов инерции симметричных сечений по формулам «параллельного переноса» с целью определения главных центральных осей и главных центральных моментов инерции. |
| 5 | Расчет на прочность балок при изгибе. Рассматриваемые вопросы: -проверка прочности изгибаемых балок; -подбор сечения нужного профиля. |
| 6 | Расчет балок с учетом касательных напряжений. Рассматриваемые вопросы: -расчет составных балок с учетом касательных напряжений. |
| 7 | Расчеты на прочность и жесткость стержней с круглым сечением при кручении. Рассматриваемые вопросы: -расчет на прочность и жесткость стержней с круглым поперечным сечением, испытывающих деформацию кручения; -расчет вращающихся валов и решение статических неопределимых задач. |
| 8 | Определение перемещений в балках интегрированием дифференциального уравнения. -расчет прогибов и углов поворота изгибаемых балок при помощи интегрирования дифференциального уравнения. |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| 9 | <p>Определения перемещений изгибаемых балок при помощи интеграла Максвелла-Мора.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -техника вычисления интеграла Максвелла-Мора с помощью формул численного интегрирования. |
| 10 | <p>Расчет стержней с некруглым поперечным сечением при кручении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет на прочность и жесткость тонкостенных стержней с открытым и замкнутым профилем. |
| 11 | <p>Расчет стержней в условиях сложного сопротивления.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение положения нулевой линии; -определения опасных точек; -расчет на прочность при косом изгибе и растяжении-сжатии с изгибом; -рассмотрено постоение ядра сечения. |
| 12 | <p>Расчет стержней в условиях изгиба с кручением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -расчет на прочность и жесткость стержней с круговым и некруговым поперечным сечением в условиях изгиба с кручением с использованием формул эквивалентных напряжений по III и IV теориям прочности. |
| 13 | <p>Расчет стержней на сложное сопротивление (общий случай).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -расчет на прочность стержней в условиях сложного сопротивления (растяжения-сжатия с изгибом плюс кручение) с использованием формул эквивалентных напряжений по III и IV теориям прочности. |
| 14 | <p>Определение критической нагрузки для центрально сжатых стержней.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение критической нагрузки центрально сжатых стержней при помощи формул Эйлера и Ясинского при различных условиях закрепления. |
| 15 | <p>Практические расчеты на устойчивость центрально сжатых стержней.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -использования коэффициента продольного изгиба для расчетов центрально сжатых стержней; -подбор поперечного сечения стержня методом последовательных приближений. |
| 16 | <p>Продольно-поперечный изгиб стержней.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение перещений и напряжений при продольно-поперечном изгибе; -расчеты на прочность. |
| 17 | <p>Динамическое действиик нагрузок.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -определение перемещений и напряжений при вертикальном ударе груза по балке. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|--|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям. |
| 2 | Работа с лекционным материалом. |
| 3 | Работа с литературой. |
| 4 | Выполнение расчетно-графических работ. |

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|---|
| 5 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6 | Подготовка к текущему контролю. |
| 7 | Выполнение расчетно-графической работы. |
| 8 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 9 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Эпюры внутренних усилий.
2. Расчет стержней на растяжение-сжатие.
3. Расчет стержней на изгиб и кручение.
4. Определение перемещений при изгибе. Неразрезные балки.
5. Расчет стержней на сложное сопротивление.
6. Расчет сжатых стержней на устойчивость и на продольно-поперечный изгиб.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|----------|--|---|
| 1 | Сопротивление материалов: Учебник для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под редакцией А.В. Александрова. – 3-е изд. испр. М.: Высшая школа, 2003. – 560 с. – ISBN 5-06-003732-0 | https://djvu.online/file/qaZe1QxwhthNH |
| 1 | Сопротивление материалов: учебное пособие / В.И. Феодосьев. — 17-е изд. – Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. – 542 с. – ISBN 978-5-7038-4819-7 | https://e.lanbook.com/book/106484?category=931'.'%27publisher |

| | | |
|---|--|--|
| 2 | <p>Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / Г. М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров ; под редакцией Л.С. Минина. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 324 с. – ISBN 978-5-534-09129-8</p> | <p>https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-1-539710</p> |
| 3 | <p>Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов / Г. М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров ; под редакцией Л.С. Минина. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 299 с. –</p> | <p>https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-2-539783</p> |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Для занятий в компьютерном классе кафедры используется разработанное сотрудниками кафедры программное обеспечение и набор

тестовых заданий, использующих операционную система Windows 7 или XP, Microsoft Office 2007 или 2010.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оснащенная доской (меловая, маркерная). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с подключением к сети INTERNET. Для проведения лабораторных работ требуется специализированная лаборатория с испытательными машинами.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Строительная механика»

И.В. Алферов

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ПСЖД

Б.А. Волков

Заведующий кафедрой СМ

В.Б. Зылёв

Председатель учебно-методической
комиссии

М.Ф. Гуськова