

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: Цифровое проектирование, строительство и
эксплуатация инфраструктуры
высокоскоростных железнодорожных
магистралей

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: 78344
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Алферов Иван
Валерьевич
Дата: 10.04.2025

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 надёжность 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.

Задачи дисциплины:

- изучение основных видов деформаций и приёмов оценки прочности элементов конструкций;
- обучение студентов представлению работы элемента с помощью упрощённой расчётной схемы и соответствующих аналитических зависимостей — физико-математической модели работы конструкции;
- освоение студентами методов расчёта на прочность и жёсткость стержней и стержневых систем при растяжении-сжатии, кручении, изгибе и сложном нагружении;
- освоение методов определения рациональных форм сечений элементов конструкций при различных видах нагружения.

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 9 з.е. (324 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):	160	80	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	96	48	48

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 164 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:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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; - проверка прочности; - понятие о рациональных сечениях балок при изгибе.
9	Вывод формулы касательных напряжений при изгибе. Рассматриваемые вопросы: - понятие о статическом моменте отсеченной части; - точка максимума касательных напряжений; - расчет составных балок; - закон парности касательных напряжений.
10	Расчеты круглых стержней при кручении. Рассматриваемые вопросы: - 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	Определение перемещений при изгибе. Рассматриваемые вопросы: - прогиб и угол поворота; - связь между этими перемещениями; - дифференциальные уравнения изгиба балки и его непосредственное интегрирование; - определение перемещений для простейших случаев нагружения балок.
12	Интеграл Максвелла-Мора для определения перемещений. Рассматриваемые вопросы: - вывод формулы Максвелла-Мора; - примеры вычисления перемещений; - вычисление интеграла Максвелла-Мора при помощи формул численного интегрирования (Верещагина, Симсона и трапеций).
13	Определение перемещений при кручении. Рассматриваемые вопросы: - расчет углов закручивания; - расчеты на жесткость при кручении; - расчет вращающихся валов на прочность и жесткость при кручении; - решение простейших статически неопределимых задач.
14	Расчет на кручение стержней с некруглым поперечным сечением. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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	Сложное сопротивление (косой изгиб). Рассматриваемые вопросы: - расчет на прочность и жесткость стержней в условиях косоугольного изгиба; - положение нейтральной оси и опасных точек; - перемещения при косоугольном изгибе; - примеры расчета.
16	Сложное сопротивление (растяжение-сжатие с изгибом). Рассматриваемые вопросы: - определение положения нулевой линии и опасных точек; - 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.
3	Изучение диаграмм сжатия малоуглеродистой стали, чугуна и древесины. Рассматриваемые вопросы: -определение механических характеристик металлов и древесины по диаграммам их сжатия; -наблюдение за характером разрушения образцов.
4	Испытание на срез стали и древесины. Рассматриваемые вопросы: -определение механических характеристик стали и древесины при срезе; -наблюдение за характером разрушения образцов.
5	Испытание двутавровой балки на изгиб (зона чистого изгиба). Рассматриваемые вопросы: -проверка закона Гука и линейного распределения нормальных напряжений по высоте балки в зоне чистого изгиба.
6	Испытание двутавровой балки на изгиб (зона поперечного изгиба). Рассматриваемые вопросы: -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	Испытание образцов на кручение. Рассматриваемые вопросы: -проверка справедливости закона Гука; -определение модуля упругости стали при сдвиге; -наблюдение за характером разрушения образцов из стали, чугуна и древесины.
8	Определение перемещений в балке при изгибе. Рассматриваемые вопросы: -экспериментальное определение значения прогибов и углов поворота нескольких сечений балки и их сравнение с теоретическими значениями.
9	Опытная проверка значения опорной реакции неразрезной балки. Рассматриваемые вопросы: -определение опытным путём величины опорной реакции в статически неопределимой балке и сравнение её с теоретическим значением.
10	Испытание балки при косом изгибе. Рассматриваемые вопросы: -сравнение теоретических значений напряжений и прогиба с полученными из опыта.
11	Изучение распределения напряжений в поперечном сечении бруса при внецентренном сжатии. Рассматриваемые вопросы: -сравнение теоретических значений напряжений со значениями, полученными из опыта при различном положении сжимающей силы.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
12	Испытание тонкостенной трубы на изгиб с кручением. Рассматриваемые вопросы: -опытная проверка теоретических значений величин и направлений главных напряжений в точке поверхностного слоя тонкостенной трубы, подверженной кручению и изгибу.
13	Исследование явления потери устойчивости сжатого стального стержня в упругой стадии. Рассматриваемые вопросы: -исследование явления потери устойчивости центрально сжатого стального стержня в упругой стадии; -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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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.
9	Определения перемещений изгибаемых балок при помощи интеграла Максвелла-Мора. Рассматриваемые вопросы: -техника вычисления интеграла Максвелла-Мора с помощью формул численного интегрирования.
10	Расчет стержней с некруглым поперечным сечением при кручении. Рассматриваемые вопросы: - расчет на прочность и жесткость тонкостенных стержней с открытым и замкнутым профилем.
11	Расчет стержней в условиях сложного сопротивления. Рассматриваемые вопросы: -определение положения нулевой линии; -определения опасных точек; -расчет на прочность при косом изгибе и растяжении-сжатии с изгибом; -рассмотрено постоение ядра сечения.
12	Расчет стержней в условиях изгиба с кручением. Рассматриваемые вопросы: -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	Расчет стержней на сложное сопротивление (общий случай). Рассматриваемые вопросы: -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	Определение критической нагрузки для центрально сжатых стержней. Рассматриваемые вопросы: -определение критической нагрузки центрально сжатых стержней при помощи формул Эйлера и Ясинского при различных условиях закрепления.
15	Практические расчеты на устойчивость центрально сжатых стержней. Рассматриваемые вопросы: -использования коэффициента продольного изгиба для расчетов центрально сжатых стержней; -подбор поперечного сечения стержня методом последовательных приближений.
16	Продольно-поперечный изгиб стержней. Рассматриваемые вопросы: -определение перещений и напряжений при продольно-поперечном изгибе; -расчеты на прочность.
17	Динамическое действиик нагрузок. Рассматриваемые вопросы: -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-графической работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	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
2	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	https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-1-539710
3	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. –	https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-2-539783

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 систему 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. 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:

Директор
и.о. заведующего кафедрой СМ

О.Н. Покусаев

И.В. Алферов

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов