

**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  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Сопротивление материалов**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Пассажирские вагоны

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: 3331  
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович  
Дата: 05.06.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- знакомство студентов с основными проблемами расчета на прочность, жесткость и устойчивость конструкций подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин;

- изучение моделей и их методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов и деталей конструкций строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о современных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов и деталей конструкций строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин в условиях действия статических и динамических нагрузок.

## 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:**

- определить 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 7 з.е. (252 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): | 144              | 80      | 64 |
| В том числе:  |                  |         |    |
| Занятия лекционного типа                                  | 64               | 32      | 32 |
| Занятия семинарского типа                                 | 80               | 48      | 32 |

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 108 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | <b>Введение в сопротивление материалов.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- описание моделей деформируемых тел и допущений при расчете деформируемых стержневых систем.   |
| 2        | <b>Растяжение и сжатие.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- деформированное состояние растянутого (сжатого) стержня;<br>- понятие о распределении напряжений в сечении;<br>- закон Гука;<br>- определение деформаций и перемещений.   |
| 3        | <b>Решение простейших статически неопределимых задач на растяжение-сжатие.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет на силовую нагрузку;<br>- расчет на изменение температуры;<br>- определение монтажных напряжений.   |
| 4        | <b>Диаграммы растяжения и сжатия.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- для стержней из малоуглеродистой стали;<br>- из низколегированной стали и чугуна;<br>- особенности диаграмм сжатия стали и чугуна;<br>- характер разрушения чугунных образцов при сжатии.                                       |
| 5        | <b>Задачи расчета на прочность по допускаемым напряжениям.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- обсуждение особенностей расчета на прочность;<br>- проверка прочности;<br>- подбор сечения;<br>- определение грузоподъемности.   |
| 6        | <b>Чистый сдвиг и распределение касательных напряжений.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- закон парности касательных напряжений;<br>- закон Гука при чистом сдвиге;<br>- модуль сдвига.   |
| 7        | <b>Геометрия поперечных сечений.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- элементарная теория моментов инерции;<br>- формулы “параллельного перехода”;<br>- главные центральные оси и соответствующие моменты инерции для симметричных сечений.  |
| 8        | <b>Вывод формулы нормальных напряжений при чистом изгибе.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- основные допущения при расчете балок в условии плоского изгиба;<br>- применение гипотезы плоских сечений;<br>- определение максимальных напряжений в крайних волокнах балки;<br>- момент сопротивления. |
| 9        | <b>Расчеты на прочность балок при изгибе.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- подбор сечений;<br>- проверка прочности;<br>- определение грузоподъемности;<br>- понятие о рациональных сечениях балок при изгибе.  |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|----------|---|
| 10       | <p>Формула касательных напряжений при изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о статическом моменте отсеченной части;</li> <li>- точка максимума касательных напряжений;</li> <li>- расчет составных балок;</li> <li>- расчет фланговых сварных швов.</li> </ul>   |
| 11       | <p>Определение перемещений при изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прогиб и угол поворота;</li> <li>- связь этими между перемещениями;</li> <li>- дифференциальные уравнения изгиба балки и его непосредственное интегрирование;</li> <li>- определение перемещений для простейших случаев нагружения балок.</li> </ul>  |
| 12       | <p>Потенциальная энергия упругой деформации при растяжении-сжатии и изгибе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорема Кастильяно;</li> <li>- применение теоремы для определения перемещений.</li> </ul>  |
| 13       | <p>Интеграл Максвелла-Мора для определения перемещений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вывод формулы Максвелла-Мора с помощью теоремы Кастильяно;</li> <li>- примеры вычисления перемещений;</li> <li>- вычисление интеграла Максвелла-Мора при помощи формул численного интегрирования (Верещагина, Симсона и трапеций).</li> </ul>  |
| 14       | <p>Расчеты круглых стержней при кручении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вывод формулы касательных напряжений;</li> <li>- расчеты на прочность круглых стержней при кручении;</li> <li>- понятие о моменте сопротивления при кручении;</li> <li>- расчеты на прочность: проверка прочности, подбор сечения, определение грузоподъемности;</li> <li>- рациональные формы сечений скручиваемых стержней.</li> </ul> |
| 15       | <p>Определение перемещений при кручении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет углов закручивания;</li> <li>- расчеты на жесткость при кручении;</li> <li>- расчет вращающихся валов на прочность и жесткость при кручении;</li> <li>- решение простейших статически неопределимых задач.</li> </ul>  |
| 16       | <p>Расчет на кручение стержней с некруглым поперечным сечением.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет на кручение стержней с прямоугольным поперечным сечением;</li> <li>- расчет на кручение тонкостенных стержней открытого профиля;</li> <li>- теорема Бретта. Расчет на кручение тонкостенных стержней с замкнутым профилем.</li> </ul>   |
| 17       | <p>Сложное сопротивление (косой изгиб).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет на прочность и жесткость стержней в условиях косоугольного изгиба;</li> <li>- положение нейтральной оси и опасных точек;</li> <li>- перемещения при косом изгибе;</li> <li>- примеры расчета.</li> </ul>  |
| 18       | <p>Сложное сопротивление (растяжение-сжатие с изгибом).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение положения нулевой линии и опасных точек;</li> <li>- расчеты на прочность;</li> </ul>   |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | - понятия о ядре сечения;<br>- примеры расчетов.   |
| 19    | Расчет стержней на изгиб с кручением.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- определение опасных точек поперечного сечения;<br>- применение III и IV теории прочности;<br>- подбор размеров поперечного сечения.   |
| 20    | Теории прочности (III и IV).<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- вывод формулы приведенных напряжений для III теории прочности;<br>- вывод формулы приведенных напряжений для IV теории прочности;<br>- использование выражения удельной потенциальной энергии формоизменения;<br>- формулы для плоского напряженного состояния.                              |
| 21    | Понятие о расчетах на устойчивость центрально сжатого стержня.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- устойчивое и неустойчивое равновесие. Теорема Лагранжа-Дирихле;<br>- вывод формулы Эйлера для определения критической нагрузки;<br>- влияние граничных условий закрепления стержня;<br>- пределы применимости формулы Эйлера. Формула Тетмайера-Ясинского. |
| 22    | Практические расчеты на устойчивость сжатых стержней.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- понятия о коэффициенте продольного изгиба;<br>- гибкость стержня;<br>- допускаемые напряжения в расчетах на устойчивость;<br>- особенности итерационного подбора сечений при центральном сжатии.  |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона при растяжении-сжатии.<br>В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология экспериментального определения деформаций при растяжении- сжатии модуля упругости и коэффициента Пуассона.  |
| 2     | Диаграмма растяжения мягкой стали, низколегированной стали и чугуна.<br>В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология исследования экспериментальных диаграмм при растяжении стальных и чугунных образцов для определения пропорциональности, предела упругости и предела прочности. |
| 3     | Диаграмма сжатия мягкой стали, чугуна и деревянных образцов.<br>В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология исследования особых точек экспериментальных диаграмм при сжатии стальных, чугунных, а также образцов из дерева при сжатии вдоль и поперек волокон.                     |
| 4     | Изучение работы балок при плоском чистом изгибе.<br>В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология определения экспериментальных деформаций и построение эпюр нормальных напряжений в изгибаемых балках в зоне чистого изгиба.  |
| 5     | Изучение работы балок при плоском поперечном изгибе.<br>В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология определения  |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|----------|--|
|          | экспериментальных деформаций и построение эпюр касательных напряжений в изгибаемых балках в зоне поперечного изгиба.   |
| 6        | Исследование деформаций и напряжений в зонах развития деформаций и сдвига. В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология определения предела прочности на срез и сдвиг стальных и деревянных деталей машин.   |
| 7        | Исследование деформаций и напряжений в условиях сложного напряжения. В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология определения деформаций и напряжений в стержнях в условиях косоугольного изгиба, растяжения-сжатия с изгибом и изгиба с кручением.              |
| 8        | Исследование явления потери устойчивости центрально сжатых стержней. В результате выполнения лабораторного занятия освоена технология определения критических нагрузок сжатых стержней, в условиях упругой и упруго-пластической потери устойчивости равновесия центрального сжатия. |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|----------|---|
| 1        | Определение внутренних усилий.<br>В результате выполнения практического занятия освоен метод сечений для построения эпюр внутренних усилий (продольных сил, крутящих моментов, поперечных сил и изгибающих моментов).   |
| 2        | Расчет напряжений и деформаций в стержнях при растяжении-сжатии.<br>В результате выполнения практического занятия освоена технология расчета напряжений и деформаций стержней при растяжении-сжатии, а также определение напряжений в наклонных площадках.  |
| 3        | Расчет статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии.<br>В результате выполнения практического занятия освоена техника расчета 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.<br>В результате выполнения практического занятия освоен 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.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология проверки прочности изгибаемых балок, подбор сечения нужного профиля, а также определение грузоподъемности балок.   |
| 6        | Расчет балок с учетом касательных напряжений.<br>В результате выполнения практического занятия освоен расчет составных балок с учетом касательных напряжений, а также расчет продольных сварных швов.   |
| 7        | Определение перемещений в балках интегрированием дифференциального уравнения.<br>В результате выполнения практического занятия освоен расчет прогибов и углов поворота изгибаемых балок при помощи интегрирования дифференциального уравнения для случаев, когда эпюра моментов имеет до двух участков непрерывности. |
| 8        | Определения перемещений изгибаемых балок при помощи теоремы Кастильяно и интеграла Максвелла-Мора.  |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|----------|---|
|          | В результате выполнения практического занятия освоена техника вычисления интеграла Максвелла-Мора с помощью формул численного интегрирования.   |
| 9        | Расчеты на прочность и жесткость стержней с круговым сечением при кручении.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология расчетов на прочность и жесткость стержней с круговым поперечным сечением, испытывающих деформацию кручения, а также расчет вращающихся валов и решение статических неопределимых задач. |
| 10       | Расчет стержней с некруглым поперечным сечением при кручении.<br>В результате выполнения практического занятия освоен расчет на прочность и жесткость тонкостенных стержней с открытым и замкнутым профилем.  |
| 11       | Расчет стержней в условиях сложного сопротивления.<br>Расчет стержней в условиях сложного сопротивления.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология построения нулевой линии, определения опасных точек и расчетов на прочность при косом изгибе и растяжении-сжатии с изгибом.                                 |
| 12       | Расчет стержней в условиях изгиба с кручением.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология расчетов на прочность и жесткость стержней с круговым и некруговым поперечным сечением в условиях изгиба с кручением с использованием формул приведенных напряжений по III и IV теориям прочности.                    |
| 13       | Расчет стержней на сложное сопротивление (общий случай).<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология расчетов на прочность стержней в условиях сложного сопротивления (растяжения-сжатия с изгибом плюс кручение) с использованием формул приведенных напряжений по III и IV теориям прочности.                  |
| 14       | Расчет тонкостенных сосудов при помощи теории прочности.<br>В результате выполнения практического занятия освоена технология расчетов напряжений тонкостенных сосудов по безмоментной теории с использованием формул приведенных напряжений по III и IV теориям прочности.  |
| 15       | Определение критической нагрузки для центрально сжатых стержней.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология определения критической нагрузки центрально сжатых стержней при помощи формул Эйлера и Тетмайера-Ясинского при различных условиях закрепления.  |
| 16       | Практические расчеты на устойчивость центрально сжатых стержней.<br>В результате выполнения практического занятия освоена методология использования коэффициента продольного изгиба для расчетов центрально сжатых стержней и итерационного подбора размеров поперечного сечения.   |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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. Построение эпюр внутренних усилий и расчет простейших статически неопределимых систем.
2. Расчет на прочность изгибаемых балок.
3. Определение перемещений в балках при изгибе и расчет стержней на кручение.
4. Расчет стержней в условиях сложного сопротивления.
5. Расчет стержней на устойчивость и продольно-поперечный изгиб.
6. Расчеты на усталостную прочность деталей вращающихся валов.

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

| № п/п | Библиографическое описание   | Место доступа   |
|-------|--|---|
| 1     | Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под редакцией А. В. Александрова. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01726-7. | <a href="https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-v-2-ch-chast-1-536481">https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-v-2-ch-chast-1-536481</a> |
| 2     | Эпюры внутренних усилий. Расчет стержней на растяжение - сжатие [Текст] : методические указания к выполнению домашнего задания по курсу "Техническая механика" для студентов специальностей ЭЭС, УПП, ТБЖ, УЭН / А. М. Лукьянов, М. А. Лукьянов ; Московский                               | НТБ РУТ(МИИТ)   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | государственный университет путей сообщения (МИИТ),<br>Кафедра строительной механики. - Москва : МИИТ, 2005. - 39 с. : ил., табл.; 21 см.   |   |
| 3 | Феодосьев, В. И.<br>Сопротивление материалов : учебное пособие / В. И. Феодосьев. — 17-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 542 с. — ISBN 978-5-7038-4819-7.   | <a href="https://e.lanbook.com/book/106484?category=9311%27publisher">https://e.lanbook.com/book/106484?category=9311%27publisher</a>   |
| 4 | Сопротивление материалов.<br>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. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09129-8 | <a href="https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-1-539710">https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-rukovodstvo-k-resheniyu-zadach-v-2-ch-chast-1-539710</a> |

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/) (<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 не требуется аудитория, оснащенная техническими средствами. Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с подключением к сети INTERNET.

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»

Г.А. Мануйлов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВВХ

Г.И. Петров

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин