

**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)**

**Строительная механика**

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути

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: 06.03.2023

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

Целью дисциплины «Строительная механика» является формирование у будущего специалиста фундаментальных представлений об анализе расчетной схемы сооружений с точки зрения ее геометрического образования, напряженно-деформированного состояния при действии неподвижных и подвижных нагрузок, а также других воздействий в статической постановке.

Основной задачей курса «Строительная механика» является выработка навыков выбора расчетной схемы сооружений и методов их расчета, в том числе с использованием современных вычислительных машин.

## 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:

### **Уметь:**

определять внутренние усилия в балках, фермах и рамах при действии неподвижной и подвижной нагрузок; определять внутренние усилия в балках, и рамах при кинематическом и температурном воздействиях.

### **Знать:**

методы расчета строительных конструкций.

### **Владеть:**

методами расчета строительных конструкций (метод сил, метод перемещений).

## 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 |    |
|                                                           |                  | №5      | №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 120              | 64      | 56 |
| В том числе:                                              |                  |         |    |
| Занятия лекционного типа                                  | 60               | 32      | 28 |
| Занятия семинарского типа                                 | 60               | 32      | 28 |

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 132 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     | Задачи строительной механики. Понятие о расчётной схеме сооружения. Принцип независимости действия. Геометрический анализ образования стержневых систем.                                                                                                                          |
| 2     | Понятие о подвижной нагрузке транспортных и промышленных сооружений. Метод линий влияния. Аналитический и кинематический методы построения линий влияния. Построение линий влияния в простых балках.                                                                              |
| 3     | Учет узловой передачи нагрузки. Построение линий влияния в составных балках.                                                                                                                                                                                                      |
| 4     | Определение усилий с помощью линий влияния в случае действия системы сосредоточенных сил и равномерно распределенной нагрузки при произвольном очертании линии влияния. Критерий невыгоднейшего положения нагрузки. Загружение треугольной линии влияния. Эквивалентная нагрузка. |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5        | Понятие о ферме и ее расчетной схеме. Основные конструктивные особенности мостовых ферм. Узловая передача нагрузки. Методы определения усилий в элементах ферм при действии неподвижной нагрузки.                                                                                                                     |
| 6        | Построение линий влияния усилий в элементах ферм. Аналитический метод. Узловая передача нагрузки.                                                                                                                                                                                                                     |
| 7        | Расчет трехшарнирных систем. Особенности работы трехшарнирных арок по сравнению с балками. Расчет трехшарнирных систем при действии неподвижной нагрузки. Определение реакций и внутренних усилий в сечениях арки в общем случае и в частном, когда нагрузки являются вертикальными.                                  |
| 8        | Рациональная ось арки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9        | Теория перемещений. Метод Мора. Определение перемещений от силовых и температурных воздействий. Формулы Мора для силового и температурного воздействия.                                                                                                                                                               |
| 10       | Теоремы о взаимности в строительной механике. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений. Теорема о взаимности реакций. Теорема о взаимности реакций и перемещений. Определение перемещений от смещения опор                                                                                        |
| 11       | Расчет статически неопределимых систем по методу сил. Степень статической неопределимости. Особенности работы статически неопределимых систем. Основная система и канонические уравнения метода сил.                                                                                                                  |
| 12       | Порядок расчёта статически неопределимых систем по методу сил. Пример расчёта статически неопределимой рамы. Особенности расчёта симметричных систем методом сил. Группировка неизвестных.                                                                                                                            |
| 13       | Расчёт статически неопределимых систем методом сил на действие температуры и осадку опор.                                                                                                                                                                                                                             |
| 14       | Расчёт статически неопределимых систем методом сил на подвижную нагрузку. Построение линий влияния внутренних усилий.                                                                                                                                                                                                 |
| 15       | Расчёт статически неопределимых систем по методу перемещений. Сущность метода перемещений. Понятие о степени кинематической неопределимости. Основная система и канонические уравнения метода перемещений.                                                                                                            |
| 16       | Примеры определения степени кинематической неопределимости и выбора основной системы метода перемещений. Таблица реакций и внутренних усилий в стержневых элементах основной системы метода перемещений.                                                                                                              |
| 17       | Порядок расчёта статически неопределимой системы по методу перемещений. Определение степени кинематической неопределимости и выбор основной системы метода перемещений. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Способы определения коэффициентов системы канонических уравнений метода перемещений. |
| 18       | Решение системы уравнений. Построение и проверка окончательных эпюр внутренних усилий. Определение перемещений заданных сечений конструкции. Особенности расчёта симметричных систем по методу перемещений. Группировка неизвестных.                                                                                  |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19    | Расчёт стержневых систем по методу перемещений на смещение опор и изменение температуры.                                                                                                                                               |
| 20    | Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений на подвижную нагрузку. Построение линий влияния внутренних усилий.                                                                                                          |
| 21    | Особенности расчёта неразрезных балок на упругих опорах на неподвижную и подвижную нагрузки.                                                                                                                                           |
| 22    | Основы динамики. Виды динамических воздействий. Понятие о числе степеней свободы. Уравнение движения и свободные колебания системы с одной степенью свободы.                                                                           |
| 23    | Дифференциальные уравнения для свободных колебаний системы с "n" степенями свободы. Спектр частот и форм собственных колебаний системы с "n" степенями свободы. Свойство взаимной ортогональности векторов форм собственных колебаний. |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Построение эпюр изгибающих моментов в простейших балочных системах.                                                                |
| 2     | Анализ образования систем и исследование их геометрической неизменяемости.                                                         |
| 3     | Аналитический метод построения линий влияния реакций и внутренних усилий в простейших стержневых системах.                         |
| 4     | Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в составных балках.                                                   |
| 5     | Определение усилий с помощью линий влияния при действии неподвижной нагрузки.                                                      |
| 6     | Определение усилий с помощью линий влияния при действии подвижной нагрузки.                                                        |
| 7     | Определение усилий в элементах плоских ферм при действии неподвижной нагрузки.                                                     |
| 8     | Расчёт ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния усилий в стержнях плоских ферм.                                        |
| 9     | Расчет трехшарнирных систем при действии неподвижной нагрузки. Построение эпюр внутренних усилий в трёхшарнирных системах (рамах). |
| 10    | Расчет трехшарнирных систем при действии подвижной нагрузки. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий.         |
| 11    | Примеры нахождения рациональной оси арки.                                                                                          |
| 12    | Определение перемещений в различных стержневых системах, вызванных внешней нагрузкой.                                              |
| 13    | Определение перемещений в различных стержневых системах, вызванных изменением температуры.                                         |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                         |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14       | Определение перемещений в различных стержневых системах, вызванных смещениями опор.                                                      |
| 15       | Расчёт статически неопределимых рам по методу сил. Определение степени статической неопределимости.                                      |
| 16       | Расчёт статически неопределимых рам по методу сил. Выбор основной системы метода сил.                                                    |
| 17       | Примеры расчёта один раз статически неопределимых систем. Порядок расчёта по методу сил на примере дважды статически неопределимой рамы. |
| 18       | Примеры расчёта симметричных систем методом сил с группировкой неизвестных.                                                              |
| 19       | Примеры расчёта методом сил статически неопределимых балок и рам на температурное воздействие.                                           |
| 20       | Примеры расчёта методом сил статически неопределимых балок и рам на кинематическое воздействие.                                          |
| 21       | Построение линий влияния неизвестных и внутренних усилий в статически неопределимых системах по методу сил.                              |
| 22       | Примеры определения степени кинематической неопределимости и выбора основной системы метода перемещений.                                 |
| 23       | Примеры расчёта один раз кинематически неопределимых систем.                                                                             |
| 24       | Порядок расчёта по методу перемещений на примере дважды кинематически неопределимой системы.                                             |
| 25       | Примеры расчёта симметричной рамы методом перемещений с группировкой неизвестных.                                                        |
| 26       | Примеры расчёта статически неопределимых систем методом перемещений на температурное воздействие.                                        |
| 27       | Примеры расчёта статически неопределимых систем методом перемещений на кинематическое воздействие.                                       |
| 28       | Построение линий влияния усилий и перемещений в статически неопределимых системах по методу перемещений.                                 |
| 29       | Построение эпюр внутренних усилий в неразрезных балках на упругих опорах.                                                                |
| 30       | Построение линий влияния в неразрезных балках на упругих опорах.                                                                         |
| 31       | Определение частоты собственных колебаний для систем с одной степенью свободы.                                                           |
| 32       | Примеры определения частот и форм собственных колебаний для систем с двумя степенями свободы.                                            |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                      |
|----------|-------------------------------------------------|
| 1        | Построение эпюр внутренних усилий в балках.     |
| 2        | Построение и загрузений линий влияния в балках. |
| 3        | Определение усилий в элементах ферм.            |

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                                                                      |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4        | Построение и загрузка линия влияния в элементах ферм.                                           |
| 5        | Расчет трехшарнирных систем (внутренние усилия, линии влияния).                                 |
| 6        | Нахождение рациональной оси арки.                                                               |
| 7        | Определение перемещений в балках и рамах от нагрузки, температуры и осадки опорных закреплений. |
| 8        | Расчет статически неопределимых систем по методу сил.                                           |
| 9        | Расчет статически неопределимых систем по методу перемещений.                                   |
| 10       | Расчет балок с учетом податливости опорных закреплений.                                         |
| 11       | Определение частот и форм собственных колебаний.                                                |
| 12       | Выполнение расчетно-графической работы.                                                         |
| 13       | Подготовка к промежуточной аттестации.                                                          |
| 14       | Подготовка к текущему контролю.                                                                 |
| 15       | Выполнение расчетно-графической работы.                                                         |
| 16       | Подготовка к промежуточной аттестации.                                                          |
| 17       | Подготовка к текущему контролю.                                                                 |

#### 4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Расчет многопролетной балки на неподвижную и подвижную нагрузки.

Построение линий влияния и определение усилий в фермах и трехшарнирных системах.

Расчет рамы методом сил.

Расчет рамы методом перемещений.

Расчет неразрезной балки на упругих опорах на неподвижную и подвижную нагрузки.

Определение внутренних усилий при динамическом действии нагрузки.

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

| №<br>п/п | Библиографическое описание                                                                                                                      | Место доступа |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1        | Строительная механика. Статика упругих систем. Кн.1.<br>Потапов В. Д., Александров А.В., Косицын С. Б.,<br>Долотказин Д. Б. Высшая школа , 2007 | НТБ МИИТ      |

|   |                                                                                                                                     |          |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 2 | Строительная механика. Динамика и устойчивость упругих систем. Кн.2. Александров А.В., Потапов В.Д., Зылёв В.Б. Высшая школа , 2008 | НТБ МИИТ |
| 3 | Расчет симметричной рамы методом сил. Нольде Г.А., Дибров В.А., Алферов И.В. МГУПС (МИИТ) , 2017                                    | НТБ МИИТ |
| 4 | Расчет рамы методом перемещений Нольде Г.А., Дибров В.А., Алферов И.В. РУТ (МИИТ) , 2018                                            | НТБ МИИТ |
| 5 | Расчет стержневых систем на собственные колебания. Нольде Г.А., Алферов И.В., Семак А.В., Пономарева А.А. РУТ (МИИТ) , 2019         | НТБ МИИТ |

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

<http://library.miiit.ru/> – электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ; <http://elibrary.ru/> – научно-электронная библиотека; <https://cyberleninka.ru/> – научно-электронная библиотека; <https://scholar.google.ru/> – бесплатная поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.

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

Microsoft Office (Word, Excel). Программа для расчета конструкций «NASTRAN».

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

В аудитории должны быть: парты, стулья, стол преподавателя, мел, доска. По возможности в аудитории необходимо иметь проектор с экраном.

Тяжелая лаборатория "Строительная механика"

Устройство для определения водоудерживающей характеристики грунта SWC-150. Силовая

рама 580 x 310 x 310 мм

Рабочее место лаборанта (N=0,5 кВт, 1/220 в) в составе: - Табурет вращающийся газ-лифт с опорой для ног, металл/кожзам - Стол лабораторный лдсп 1500x900 мм, комплектация: полки, блок розеток на 220В(3 шт.), люминесцентные светильники, тумба подкат. По типу стол лабораторный большой 1500/900 СЛВп-М ЛАМО



Копёр маятниковый РН-450, 450 Дж. Силовая рама: 2180x840x1950мм  
Универсальная высокостабильная климатическая камера тепло-влага-  
холод с источником освещения КХТВ-МО, 300л. Климатическая камера:  
1800x2100x900 м

Электромеханическая испытательная система с нагрузками до 10 кН для  
испытаний

геосинтетических материалов и других армирующих материалов HLE-  
10. Силовая рама:

1600x710x760 мм

Универсальная электромеханическая испытательная система HLE-250 с  
нагрузкой до

250 кН и системой анализа деформированного состояния VDA-3D при  
испытаниях об-

разцов материалов (для ж/д) и конструкций для определения  
деформационных ха-

рактеристик. Силовая рама: 4620x1300x1650 мм.

HLE-250

Система для испытаний грунтов на прямой/остаточный сдвиг с  
сервоуправлением от

персонального компьютера, нагрузка до 20 кН. Габаритные размеры  
системы:

1980x620x1030 мм.

SDS-100

Твердомеры (твердомер по методу Бржелля; твердомер по методу  
Роквелла; твер-

домер по методу Виосерса). Твердомер Бринелля габаритные размеры:  
000x620x400

мм. Твердомер Вюлерса габаритные размеры: 850x600x450 мм

Твердомер Бринелля - одна розетка 220 В. 50 Гц. 1 фаза 16Д. PLT-2W

Твердомер Роквелла - одна розетка 220 В. 50 Гц. 1 фаза 14А.

Переносная цифровая система для испытаний строительных  
материалов, скальных

грунтов при точечном нагружении (сосредоточенной нагрузкой).  
Габаритные размеры

системы. 410x480x230 мм.

Система для испытаний грунтов, образцов щебня, армированных  
геотекстилем и георешеткой на прямой/остаточный сдвиг, уплотнение,  
жесткость с сервоуправлением

от персонального компьютера, SDS-300 HLE-250

Система для динамических испытаний с осевой нагрузкой и кручением полых цилиндров в стабилометре с внешним куполом, диаметр образцов до 100 мм. частота до 70

Гц. НСА-150

Резонансная система для испытаний на сдвиг при кручении в условиях трехосного сжатия, образец от 25 до 75 мм в диаметре. Силовая рама 1120 x 590 x 810 мм.

TSH-10D

Независимая полностью автоматизированная система для проведения трехосных испытаний асфальтобетона по программе Supergrave в различных температурных усло-

виях. испытаний с одноосным нагружением. Силовая рама: 1430x710x1080мм.

АМРТ-15

#### 9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

Экзамен в 6 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:

Заведующий кафедрой ППХ

Е.С. Ашпиз

Заведующий кафедрой СМ

В.Б. Зылёв

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова