

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: Тоннели и метрополитены

Форма обучения: Очно-заочная

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: 25.04.2022

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:

Знать:

Знает основные направления научно-исследовательской деятельности в эксплуатации объектов транспорта; принципы построения алгоритмов решения научно-технических задач в профессиональной деятельности; компьютерные системы, устройства и современное программное обеспечение для информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте.

Владеть:

Владеет навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области проведения поиска и отбора информации, математического и имитационного моделирования транспортных объектов.

Уметь:

Умеет выполнять анализ информации по объектам исследования, с оценкой динамики состояния объектов деятельности.

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):	56	24	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	24	8	16
Занятия семинарского типа	32	16	16

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 196 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	Раздел 1 Задачи строительной механики. Понятие о расчётной схеме сооружения. Принцип независимости действия сил. Понятие о матрице влияния.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Раздел 2 Геометрический анализ образования стержневых систем. Образование систем, состоящих из двух и трех дисков.
3	Раздел 3 Принцип возможных перемещений в строительной механике и его применение к определению усилий кинематическим методом.
4	Раздел 4 Понятие о подвижной нагрузке транспортных и промышленных сооружений. Метод огибающих эпюр. Метод линий влияния. Аналитический и кинематический методы построения линий влияния. Построение линий влияния в простых балках.
5	Раздел 5 Учет узловой передачи нагрузки. Построение линий влияния в составных балках.
6	Раздел 6 Определение усилий с помощью линий влияния в случае действия системы сосредоточенных сил и равномерно распределенной нагрузки при произвольном очертании линии влияния. Загружение кусочно-линейной линии влияния системой сосредоточенных сил. Критерий невыгоднейшего положения нагрузки. Загружение треугольной линии влияния. Эквивалентная нагрузка.
7	Раздел 7 Расчет плоских 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.
8	Раздел 8 Построение линий влияния усилий в элементах ферм. Аналитический метод. Узловая передача нагрузки. Кинематический метод построения линий влияния усилий в элементах ферм.
9	Раздел 9 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. Выражение внутренних усилий в арке через внутренние усилия в сечениях балки.
10	Раздел 10 Рациональная ось арки. Выражение ординаты оси через балочный момент.
11	Раздел 11 Теория перемещений. Метод Мора. Определение перемещений от силовых и температурных воздействий. Формулы Мора для силового и температурного воздействия.
12	Раздел 13 Расчет статически неопределимых систем по методу Понятие о статически неопределимой системе. Степень статической неопределимости. Особенности работы статически неопределимых систем. Основная система и канонические уравнения метода сил.
13	Раздел 12 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.
14	Раздел 16 Расчёт статически неопределимых систем методом сил на действие температуры и осадку опор.
15	Раздел 17 Расчёт статически неопределимых систем методом сил на подвижную нагрузку. Построение линий влияния внутренних усилий.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	Раздел 18 Расчёт статически неопределимых систем по методу перемещений. Сущность метода перемещений. Понятие о степени кинематической неопределимости. Основная система и канонические уравнения метода перемещений.
17	Раздел 19 Примеры определения степени кинематической неопределимости и выбора основной системы метода перемещений. Таблица реакций и внутренних усилий в стержневых элементах основной системы метода перемещений. Пример расчёта один раз кинематически неопределимой системы.
18	Раздел 20 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. Статический и энергетический способы определения коэффициентов системы канонических уравнений метода перемещений.
19	Раздел 21 Решение системы уравнений. Построение и проверка окончательных эпюр внутренних усилий. Определение перемещений заданных сечений конструкции.
20	Раздел 22 Особенности расчёта систем с наклонными элементами.
21	Раздел 23 Особенности расчёта симметричных систем по методу перемещений. Группировка неизвестных.
22	Раздел 24 Расчёт стержневых систем по методу перемещений на смещение опор и изменение температуры.
23	Раздел 25 Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений на подвижную нагрузку. Построение линий влияния перемещений и усилий.
24	Раздел 26 Особенности расчёта неразрезных балок на упругих опорах на неподвижную и подвижную нагрузки.
25	Раздел 27 Матричная форма метода перемещений. Матрицы податливости и жёсткости упругой системы. Матрица жёсткости стержневого элемента. Построение матрицы жёсткости конструкции.
26	Раздел 28 Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца.
27	Раздел 29 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.
28	Раздел 30 Вынужденные гармонические установившиеся колебания системы с “n” степенями свободы.
29	Раздел 31 Понятие об учёте сил сопротивления при колебаниях. Кинематическое возбуждение колебаний.
30	Раздел 32 Основы динамики Виды динамических воздействий. Принцип Даламбера. Понятие о числе степеней свободы. Континуальные и дискретные системы. Уравнение движения и свободные колебания системы с одной степенью свободы.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	РАЗДЕЛ 1 Задачи строительной механики. Понятие о расчётной схеме сооружения. Принцип независимости действия сил. Понятие о матрице влияния. Построение эпюр изгибающих моментов в простейших балочных системах. Матрицы влияния изгибающих моментов.
2	РАЗДЕЛ 2 Геометрический анализ образования стержневых систем. Образование систем, состоящих из двух и трех дисков. Анализ образования систем и исследование их геометрической неизменяемости.
3	РАЗДЕЛ 3 Принцип возможных перемещений в строительной механике и его применение к определению усилий кинематическим методом. Определение внутренних усилий в стержневых системах кинематическим методом.
4	РАЗДЕЛ 4 Понятие о подвижной нагрузке транспортных и промышленных сооружений. Метод огибающих эпюр. Метод линий влияния. Аналитический и кинематический методы построения линий влияния. Построение линий влияния в простых балках. Метод огибающих эпюр. Аналитический и кинематический методы построения линий влияния реакций и внутренних усилий в простейших стержневых системах. Построение линий влияния с помощью матриц влияния.
5	РАЗДЕЛ 5 Учет узловой передачи нагрузки. Построение линий влияния в составных балках. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в составных балках.
6	РАЗДЕЛ 6 Определение усилий с помощью линий влияния в случае действия системы сосредоточенных сил и равномерно распределенной нагрузки при произвольном очертании линии влияния. Загружение кусочно-линейной линии влияния системой сосредоточенных сил. Критерий невыгоднейшего положения нагрузки. Загружение треугольной линии влияния. Эквивалентная нагрузка. Определение усилий с помощью линий влияния при действии неподвижной и подвижной нагрузки.
7	РАЗДЕЛ 7 Расчет плоских ферм. 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. Определение усилий в элементах плоских ферм при действии неподвижной нагрузки.
8	РАЗДЕЛ 8 Построение линий влияния усилий в элементах ферм. Аналитический метод. Узловая передача нагрузки. Кинематический метод построения линий влияния усилий в элементах ферм. Расчёт ферм на подвижную нагрузку. Построение линий влияния усилий в стержнях плоских ферм.
9	РАЗДЕЛ 9 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. Выражение внутренних усилий в арке через внутренние усилия в сечениях балки. Расчет трехшарнирных систем при действии неподвижной нагрузки. Построение эпюр внутренних усилий в трёхшарнирных системах (рамах и арках).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
10	РАЗДЕЛ 10 Рациональная ось арки. Выражение ординаты оси через балочный момент. Примеры построения рациональной оси арки.
11	РАЗДЕЛ 11 Теория перемещений. Метод Мора. Определение перемещений от силовых и температурных воздействий. Формулы Мора для силового и температурного воздействия. Определение перемещений в различных стержневых системах, вызванных внешней нагрузкой и изменением температуры.
12	РАЗДЕЛ 12 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. Использование теорем о взаимности при построении линий влияния кинематическим методом. Определение перемещений в статически определимых системах от смещения опор.
13	РАЗДЕЛ 13 Расчет статически неопределимых систем по методу Понятие о статически неопределимой системе. Степень статической неопределимости. Особенности работы статически неопределимых систем. Основная система и канонические уравнения метода сил. Примеры расчёта один раз статически неопределимых систем.
14	РАЗДЕЛ 14 Порядок расчёта статически неопределимых систем по методу сил. Пример расчёта статически неопределимой рамы Расчёт статически неопределимой рамы по методу сил.
15	РАЗДЕЛ 15 Особенности расчёта симметричных систем методом сил. Группировка неизвестных. Примеры расчёта симметричных систем методом сил с группировкой неизвестных.
16	РАЗДЕЛ 16 Расчёт статически неопределимых систем методом сил на действие температуры и осадку опор. Примеры расчёта статически неопределимых балок и рам на температурные и кинематические воздействия.
17	РАЗДЕЛ 17 Расчёт статически неопределимых систем методом сил на подвижную нагрузку. Построение линий влияния внутренних усилий. Построение линий влияния неизвестных и внутренних усилий в статически неопределимых системах по методу сил.
18	РАЗДЕЛ 18 Расчёт статически неопределимых систем по методу перемещений. Сущность метода перемещений. Понятие о степени кинематической неопределимости. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Примеры определения степени кинематической неопределимости и выбора основной системы метода перемещений.
19	РАЗДЕЛ 19 Примеры определения степени кинематической неопределимости и выбора основной системы метода перемещений. Таблица реакций и внутренних усилий в стержневых элементах основной системы метода перемещений. Пример расчёта один раз кинематически неопределимой системы. Примеры расчёта один раз кинематически неопределимых систем.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
20	РАЗДЕЛ 20 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. Статический и энергетический способы определения коэффициентов системы канонических уравнений метода перемещений. Порядок расчёта по методу перемещений на примере дважды кинематически неопределимой системы.
21	РАЗДЕЛ 21 Решение системы уравнений. Построение и проверка окончательных эпюр внутренних усилий. Определение перемещений заданных сечений конструкции. Использование принципа суперпозиции при построении окончательных эпюр внутренних усилий.
22	РАЗДЕЛ 22 Особенности расчёта систем с наклонными элементами. Особенности определения коэффициентов системы канонических уравнений метода перемещений при расчёте рам с наклонными стойками.
23	РАЗДЕЛ 23 Особенности расчёта симметричных систем по методу перемещений. Группировка неизвестных. Пример расчёта симметричной рамы методом перемещений с группировкой неизвестных.
24	РАЗДЕЛ 24 Расчёт стержневых систем по методу перемещений на смещение опор и изменение температуры. Примеры расчёта статически неопределимых систем методом перемещений на температурные и кинематические воздействия.
25	РАЗДЕЛ 25 Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений на подвижную нагрузку. Построение линий влияния перемещений и усилий. Построение линий влияния усилий и перемещений в статически неопределимых системах по методу перемещений.
26	РАЗДЕЛ 26 Особенности расчёта неразрезных балок на упругих опорах на неподвижную и подвижную нагрузки. Построение эпюр внутренних усилий в неразрезных балках на упругих опорах.
27	РАЗДЕЛ 27 Матричная форма метода перемещений. Матрицы податливости и жёсткости упругой системы. Матрица жёсткости стержневого элемента. Построение матрицы жёсткости конструкции. Построение матриц податливости и жёсткости.
28	РАЗДЕЛ 28 Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца. Примеры использования метода Ритца.
29	РАЗДЕЛ 29 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. Примеры определения частот и форм собственных колебаний для систем с двумя степенями свободы.
30	РАЗДЕЛ 30 Вынужденные гармонические установившиеся колебания системы с “n” степенями свободы. Задачи на вычисление величины динамического коэффициента для систем с одной степенью свободы.
31	РАЗДЕЛ 31 Понятие об учёте сил сопротивления при колебаниях. Кинематическое возбуждение колебаний.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Определение амплитудных значений суммарных динамических сил и перемещений при вынужденных гармонических установившихся колебаниях систем с двумя степенями свободы.
32	РАЗДЕЛ 32 Основы динамики Виды динамических воздействий. Принцип Даламбера. Понятие о числе степеней свободы. Континуальные и дискретные системы. Уравнение движения и свободные колебания системы с одной степенью свободы. Определение частоты собственных колебаний для систем с одной степенью свободы.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение теории по конспекту лекций и по учебникам
2	Посещение консультаций преподавателя
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Выполнение РГР-1,2,3,4,5,6
5	Выполнение расчетно-графической работы.
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Расчет многопролетной балки на неподвижную и подвижную нагрузку

Построение линий влияния и определения 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).

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

2	Строительная механика. Динамика и устойчивость упругих систем. Кн.2. А. В. Александров, В. Д. Потапов, В. Б. Зылёв Высшая школа , 2008	НТБ МИИТ
3	Строительная механика Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Лань , 2006	НТБ МИИТ
4	Составление и применение матриц влияния моментов в статически определимых балках и рамах Мануйлов Г.А.; Жаринов М.Ю. МИИТ , 2007	НТБ МИИТ
5	Расчет трехшарнирной арки Нольде Г.А., Лукьянов М.А., Потапов В.Д. МИИТ , 2008	НТБ МИИТ
6	Расчет статически определимых ферм на неподвижную и подвижную нагрузки Нольде Г.А., Рыбин В.Д., Дибров В.А. МИИТ , 2007	НТБ МИИТ
7	Расчет стержневых систем методом конечных элементов с использованием комплекса MSC. VISUAL NASTRAN FOR WINDOWS Косицын С.Б., Долотказин Д.Б. 2007	НТБ МИИТ

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

Студенты должны иметь возможность пользоваться сетью "ИНТЕРНЕТ" для получения электронных версий методических указаний.

1. <http://library.miiit.ru/> - Учебные модули в электронной библиотеке НТБ МИИТ

2. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система Издательство «Лань»

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).

В аудитории должен быть мел, доска, проектор, позволяющий отображать образ экрана монитора на большом экране.

Дисплейный класс с установленным программным обеспечением.

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»

Марасанов
Александр Игоревич

Лист согласования

Заведующий кафедрой МиТ

А.А. Пискунов

Заведующий кафедрой СМ

В.Б. Зылёв

Председатель учебно-методической
комиссии

М.Ф. Гуськова